

El sistema de pastoreo como modificador de la selectividad animal, el vigor de gramíneas y la producción secundaria en la estepa patagónica del sudoeste de Chubut

*Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires,
Área Recursos Naturales*

Ivana Andrea Clich

Ingeniera Agrónoma - Universidad de Buenos Aires - 2010

Lugar de trabajo: Estación Experimental Agropecuaria Chubut – INTA-
Grupo Pastizales Naturales



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano
Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires



COMITÉ CONSEJERO

Director de Tesis

Rodolfo Angel Golluscio

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Buenos Aires)

Magister Scientiae en Recursos Naturales (Universidad de Buenos Aires)

Doctor en Ciencias Agropecuarias (Universidad de Buenos Aires)

Co-director de Tesis

Fernando Pablo Cavagnaro

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Buenos Aires)

Magister Scientiae en Recursos Naturales (Universidad de Buenos Aires)

JURADO DE TESIS

JURADO

Gabriela Posse Beaulieu

Licenciada en Ciencias Biológicas (Universidad de Buenos Aires)

Doctora en Ecología (Universidad de Buenos Aires)

JURADO

Gastón Rafael Oñatibia

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Buenos Aires)

Magister Scientiae en Recursos Naturales (Universidad de Buenos Aires)

Doctor en Ciencias Agropecuarias (Universidad de Buenos Aires)

JURADO

Gabriel Esteban Oliva

Licenciado en Ciencias Biológicas (Universidad de Buenos Aires)

Doctor en Ciencias Biológicas (Universidad de Buenos Aires)

Fecha de defensa de la tesis: 21 de marzo de 2022

A la memoria de Emilia, Stella Maris y Ioannis,

Το αίμα νερό δεν γίνεται

(La sangre no se convierte en agua)

Porque los lazos de sangre nunca se pierden

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar al INTA por darme los recursos necesarios para poder realizar esta Maestría.

A Juan Escobar y a Viviana Nakamatsu, por brindarme sus enseñanzas, su apoyo, y transmitirme el amor por nuestra profesión, más allá de los pastizales y los ovinos. Gracias Juan por toda tu predisposición, y por acompañarme desde el inicio de mi formación y hasta en las instancias finales, ya sea con una charla, un llamado o un mensaje... Gracias por estar siempre, pero SIEMPRE.

A Rodolfo Golluscio y Fernando Cavagnaro por toda su predisposición y paciencia, porque a pesar de tantas y tantas eventualidades, que en la mayoría de los casos no dependieron de nosotros, pudimos seguir adelante y finalizar esta etapa de la mejor manera. Gracias por su tiempo, por esos mails de aliento, y por poner muchas veces las palabras justas.

A Gastón Oñatibia, Gabriel Oliva y Gabriela Posse por todos los aportes, comentarios y sugerencias para que el texto de esta tesis pudiera mejorar muchísimo. Gracias inmensas por ayudarme a pensar y repensar aspectos claves que enriquecieron gran parte del trabajo presentado.

A todas las personas que me acompañaron y estuvieron conmigo en el Campo Experimental Río Mayo realizando distintas mediciones, así hubiese frío, heladas (de varios grados bajo cero), viento (de más de 100 km/h en alguna ocasión), o calores extremos, de esos que hasta derretían la birome... Gracias a Juan, Viviana, Virginia, Laura, Vale, Merce, Alfonso, Lucrecia, Santi, Lucas, Edu, Javier G., Rubén, Alejandro y Martín. Y también muchísimas gracias a Ceci, Martín y Guille de la EEAf INTA Esquel, y a todos los compañeros que trabajaron y trabajan en el Campo Experimental, especialmente por su ayuda en las actividades con los animales en los corrales y haciendo las rotaciones: Daniel, Ricardo, Javier, Héctor, Pablo, Luis, Omar y Jorge.

A Gustavo Buono por las charlas y momentos compartidos, especialmente en las instancias finales, que me sirvieron un montón para ir redondeando varios conceptos. A Andrés La Torraca por su generosidad y sus consejos desde que ingresé al INTA. También a Mario Elvira por sus valiosos aportes respecto a la producción y la calidad de la lana.

A mis compañeras y compañeros del grupo Pastizales Naturales de la EEA INTA Chubut por brindarme el tiempo y el espacio para poder realizar y culminar tanto esta tesis en particular como la Maestría en general. Muchas veces con el sólo hecho de escucharme, quizás sin que lo sepan, me ayudaron un montón.

A mi familia y mis amigas por estar siempre “al pie del cañón”, por darme ánimos y fuerzas para seguir. Gracias Vale, Merce, Dani y Ana, saben cuánto valoro todo lo que hicieron y hacen por mí.

Y a Dios, por darme las fuerzas y nunca soltarme de su mano...

DECLARACIÓN

Declaro que el material incluido en esta tesis es, a mi mejor saber y entender, original producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifique explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en ésta u otra institución.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	2
<i>Objetivo general</i>	14
<i>Objetivos específicos</i>	14
<i>Hipótesis y predicciones</i>	15
<i>Materiales y Métodos</i>	17
CAPÍTULO II	22
El sistema de pastoreo como modificador de la selectividad animal	22
<i>INTRODUCCIÓN</i>	23
<i>MATERIALES Y MÉTODOS</i>	28
<i>RESULTADOS</i>	36
<i>DISCUSIÓN</i>	72
CAPÍTULO III	59
El sistema de pastoreo como modificador del vigor de pastos preferidos y no preferidos	59
<i>INTRODUCCIÓN</i>	60
<i>MATERIALES Y MÉTODOS</i>	63
<i>RESULTADOS</i>	67
<i>DISCUSIÓN</i>	72
CAPÍTULO IV	79
El sistema de pastoreo como modificador de la producción secundaria	79
<i>INTRODUCCIÓN</i>	80
<i>MATERIALES Y MÉTODOS</i>	87
<i>RESULTADOS</i>	96
<i>DISCUSIÓN</i>	108
CAPÍTULO V	117
Discusión general	117
Hipótesis y resultados principales	118
Conclusiones.....	127

Contribuciones.....	127
Perspectivas	128
BIBLIOGRAFÍA	131
APÉNDICE	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Cobertura aérea relativa promedio (líneas de Canfield, %) de plantas de los géneros <i>Pappostipa</i> , <i>Poa</i> y <i>Bromus</i> en tres fechas de muestreo (julio 2015, agosto 2016 y enero 2017) y tres distancias a la aguada por sistema de pastoreo.....	49
Tabla 3.1. Coeficientes de Correlación de Pearson del Volumen Verde (corregido de acuerdo a la covariable volumen verde inicial) de las cuatro especies de gramíneas bajo estudio considerando todas las fechas de medición.....	61
Tabla 3.2. Resultados del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) del número de varas florales.....	71
Tabla 4.1. Número de animales, Peso Corporal (PC) inicial y Condición Corporal (CC) inicial (julio 2015) de ovinos en cada sistema de pastoreo y categoría.....	88
Tabla 4.2. Disponibilidad forrajera (DF), receptividad (Rec.) y cargas efectivas (CE) en sistemas de pastoreo rotativo y continuo, calculados en tres momentos durante el período experimental.....	90
Tabla 4.3. Cronograma y detalle de actividades realizadas sobre los ovinos de los sistemas de pastoreo continuo y rotativo.....	90
Tabla A2.1. Resultado del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) del grado de utilización de <i>Bromus pictus</i> , <i>Poa ligularis</i> , <i>Pappostipa speciosa</i> y <i>Pappostipa humilis</i>	163

Tabla A2.2. Resultado del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) de la proporción de plantas defoliadas de <i>Bromus pictus</i> , <i>Poa ligularis</i> , <i>Pappostipa speciosa</i> y <i>Pappostipa humilis</i>	163
Tabla A2.3. Lista de especies presentes en las heces ovinas determinadas por análisis microhistológico por la Ing. Agr. Laura Borrelli (Laboratorio de Microhistología, EEA INTA Bariloche).....	164
Tabla A3.1. Resultado del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) del volumen verde de <i>Bromus pictus</i> , <i>Poa ligularis</i> , <i>Pappostipa speciosa</i> y <i>Pappostipa humilis</i>	165
Tabla A4.1. Resultado del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) de las variables Peso Corporal y Condición Corporal.....	165
Tabla A4.2. Resultado del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) de las variables Peso de Vellón Limpio (PVL), Diámetro Promedio de la Fibra (DPF) y Longitud de mecha.....	166

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Imagen satelital de potreros y parcelas de los distintos sistemas de pastoreo.....	21
Figura 2.1. Grado de utilización de plantas pertenecientes a tres sistemas de pastoreo en función de la distancia a la aguada (m).....	37
Figura 2.2. Grado de utilización de plantas pertenecientes a tres sistemas de pastoreo en función de la fecha de medición.....	38
Figura 2.3. Grado de utilización de plantas en tres distancias a la aguada en función de la fecha de medición.....	40
Figura 2.4. Proporción de gramíneas defoliadas sobre el total de plantas de cada especie pertenecientes a tres sistemas de pastoreo en función de la distancia a la aguada (m).....	43
Figura 2.5. Proporción de gramíneas defoliadas sobre el total de plantas de cada especie pertenecientes a tres sistemas de pastoreo en función de la fecha de medición.....	45
Figura 2.6. Proporción de gramíneas defoliadas sobre el total de plantas de <i>Pappostipa speciosa</i> en tres distancias desde la aguada en función de la fecha de medición.....	46
Figura 2.7. Porcentaje de aparición en dieta (heces ovinas) de grupos funcionales de plantas pertenecientes a dos sistemas de pastoreo contrastantes, promedio de dos fechas de medición (septiembre 2015 y septiembre 2016).....	48
Figura 2.8. Porcentaje de aparición en dieta (heces ovinas) de los géneros <i>Pappostipa spp.</i> , <i>Poa spp.</i> y <i>Bromus spp.</i> bajo pastoreo continuo y rotativo, promedio de dos fechas de medición (septiembre 2015 y septiembre 2016).....	49

Figura 2.9. Índice de electividad de Ivlev de los géneros <i>Bromus</i> , <i>Poa</i> y <i>Pappostipa</i> bajo pastoreo continuo y rotativo promedio de dos fechas de muestreo: septiembre de 2015 y septiembre de 2016.....	50
Figura 2.10. Porcentaje de nitrógeno fecal (en base a materia seca) de ovinos en pastoreo continuo y rotativo promedio de dos fechas de muestreo: septiembre de 2015 y septiembre de 2016.....	51
Figura 3.1. Cronograma de descansos y períodos de ocupación (USO) de la parcela en pastoreo rotativo desde el inicio hasta el final del período experimental.....	65
Figura 3.2. Volumen verde (cm ³ .planta ⁻¹) de plantas pertenecientes a tres sistemas de pastoreo en función de la distancia a la aguada (m).....	68
Figura 3.3. Volumen verde (cm ³ .planta ⁻¹) de plantas de <i>Poa ligularis</i> , <i>Pappostipa speciosa</i> y <i>Pappostipa humilis</i> (eje principal) y de <i>Bromus pictus</i> (eje secundario).....	70
Figura 3.4. Número de varas florales de plantas de <i>Bromus pictus</i> pertenecientes a tres sistemas de pastoreo.....	71
Figura 3.5. Precipitaciones mensuales acumuladas (mm) (a) y Temperaturas medias mensuales (°C) (b) para los años 2015 y 2016, y promedio histórico del período 1955-2016 para Precipitaciones, y del período 1982-2016 para Temperaturas medias.....	75
Figura 4.1. Peso corporal promedio (kg) de ovinos pertenecientes a dos sistemas de pastoreo en función de la categoría	97
Figura 4.2. Peso corporal promedio (kg) de dos categorías de ovinos pertenecientes a tres sistemas de pastoreo en función de la fecha.....	98

Figura 4.3. Peso corporal promedio (kg) de ovinos pertenecientes a dos categorías en función de la fecha.....	99
Figura 4.4. Condición corporal de ovinos pertenecientes a dos sistemas de pastoreo en función de la categoría.....	100
Figura 4.5. Condición corporal de ovinos pertenecientes a dos sistemas de pastoreo en función de la fecha.....	101
Figura 4.6. Condición corporal de ovinos pertenecientes a dos categorías en función de la fecha.....	102
Figura 4.7. Peso de vellón limpio (kg) de ovinos pertenecientes a: a) los dos sistemas de pastoreo en función de la categoría, b) los dos sistemas de pastoreo en función del año de esquila, y c) las dos categorías en función del año de esquila.....	104
Figura 4.8. Diámetro promedio de fibra (μ) de ovinos pertenecientes a: a) los dos sistemas de pastoreo en función de la categoría, b) los dos sistemas de pastoreo en función del año de esquila, y c) las dos categorías en función del año de esquila.....	106
Figura 4.9. Largo de mecha (mm) de lana de ovinos pertenecientes a: a) los dos sistemas de pastoreo en función de la categoría, b) los dos sistemas de pastoreo en función del año de esquila y c) las dos categorías en función del año de esquila.....	107
Figura 4.10. Precipitaciones mensuales acumuladas (mm) (a) y Temperaturas medias mensuales ($^{\circ}$ C) (b) para los años 2015 y 2016, y promedio histórico del período 1955-2016 para Precipitaciones, y del período 1982-2016 para Temperaturas medias.....	111

RESUMEN

El sistema de pastoreo como modificador de la selectividad animal, el vigor de gramíneas y la producción secundaria en la estepa patagónica del sudoeste de Chubut

En la Región Patagónica, la ganadería ovina extensiva es la actividad económica más difundida. Existen hasta el momento pocas experiencias de manejo alternativas al planteo tradicional de pastoreo continuo a cargas fijas durante todo el año. El objetivo de este trabajo fue evaluar distintos sistemas de pastoreo en cuanto a la modificación de la selectividad del ganado ovino, la respuesta de la vegetación, y su relación con el desempeño productivo de los animales. Para ello, en un establecimiento del sudoeste de la Provincia de Chubut, cuya vegetación se corresponde con la del Distrito Fitogeográfico Occidental, se llevó a cabo un experimento en tres potreros, considerando tres distancias crecientes desde la aguada en cada uno. Cada potrero representó un sistema de pastoreo determinado: continuo, rotativo estacional y sin pastoreo. Se evaluaron indicadores en la vegetación y en los ovinos. El sistema de pastoreo rotativo no aumentó el vigor de las gramíneas preferidas pero sí redujo el de las no preferidas. Además, incrementó el grado de utilización de una gramínea medianamente preferida pero también el de una preferida. No hubo diferencias en el estatus nutricional de los ovinos entre sistemas de pastoreo, pero sí en producción animal. En el sistema rotativo los ovinos fueron más livianos, con menor condición corporal, produjeron menos lana y esta fue de menor calidad. Tanto en la vegetación como en los animales observamos un marcado efecto de las condiciones climáticas del año. Por ello, ante condiciones climáticas adversas, el sistema de pastoreo continuo con cargas ajustadas a la disponibilidad forrajera, sería más beneficioso para los animales que el sistema de pastoreo rotativo. Este trabajo aporta información útil que, si bien refiere a sistemas de pastoreo en un

establecimiento en particular, puede ser tomada en cuenta para quienes planifiquen implementar manejos distintos al tradicional en la región.

Palabras clave: sistemas de pastoreo- selectividad- pastoreo rotativo- pastizales naturales- manejo de pastoreo- producción ovina- lana- Patagonia

ABSTRACT

The grazing system as a modifier of animal selectivity, grass vigor and secondary production in the Patagonian steppe of the southwestern Chubut

In the Patagonian Region, extensive sheep farming is the most widespread economic activity. So far, there are few alternative management experiences to the traditional management of continuous grazing at fixed stocking rates throughout the year. The aim of this thesis was to evaluate different grazing systems as modifiers of the selectivity of sheep, the response of the vegetation, and its relationship with the productive performance of the animals. With this objective, an experiment was carried out in a farm of the southwest of the Province of Chubut, whose vegetation corresponds to the Western Phytogeographic District, using three paddocks and considering three increasing distances from the water point in each one. Each paddock represented a specific grazing system: continuous, seasonal rotational, and no grazing. Indicators were evaluated on the vegetation and on the ewes. The rotational grazing system did not increase the vigor of the preferred grasses, but did reduce that of the non-preferred ones. In addition, it increased the degree of consumption of a moderately preferred grass but also that of a preferred one. There were no differences in the nutritional status of sheep between grazing systems, but there were differences in animal production. In the rotational system the sheep were lighter, with lower body condition, produced less wool and the latter was of lower quality. Both in the vegetation and in the animals we observed a marked effect of the climatic conditions of the year. Therefore, under adverse weather conditions, the continuous grazing system with stocking rates adjusted to the forage availability would be more beneficial to the animals than the rotational grazing system. This provides useful information that, although our work refers to grazing systems in a particular farm, it can be

taken into account for those who plan to implement other management than the traditional one in the region.

Keywords: grazing systems- selectivity- rotational grazing- rangelands- grazing management- sheep production- wool- Patagonia

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN GENERAL

INTRODUCCIÓN

Los pastizales de las zonas áridas

Los pastizales son ecosistemas semi-naturales que cubren grandes extensiones de todo el planeta. Ellos proveen variados servicios ecosistémicos, entre los que se incluyen el mantenimiento de la estabilidad y productividad de los suelos, la conservación in situ de genes y genotipos, el suministro de agua limpia y el sustento de las plantas, animales y otros organismos. Además, apoyan los medios de vida y los valores estéticos y culturales de las personas que viven sobre ellos (Grice y Hodgkinson, 2002; Teague et al., 2009a). Alrededor del mundo, estas personas frecuentemente obtienen rendimientos productivos de estos sistemas a partir del pastoreo del ganado doméstico.

El reemplazo de los herbívoros salvajes que pastoreaban libremente en grandes extensiones de terreno por el ganado doméstico cuyos movimientos están restringidos por los humanos no ha emulado el bajo impacto que los ungulados salvajes tenían sobre la vegetación y el suelo (Frank y McNaughton, 2002; Teague et al., 2009a). El uso más persistente y concentrado de la vegetación por parte de los herbívoros domésticos manejados por humanos sedentarios, quitaría a la vegetación el elemento estabilizador clave del descanso intermitente de la herbivoría e incrementaría el riesgo de sobrepastoreo. Esto resultaría, en la mayoría de los casos, en una cascada de efectos deletéreos que comienzan con cambios dramáticos en la composición de especies vegetales y la aceleración de la erosión del suelo, reduciendo también sus funciones hidrológicas y disminuyendo la producción primaria y secundaria (Briske et al., 2008; Teague et al., 2009a; Bailey y Brown, 2011). Sin embargo, debido a que muchos pastizales han co-evolucionado con los herbívoros salvajes, el mantenimiento de la

composición de especies en muchos de ellos también requiere de la presencia de herbivoría periódica (Milchunas et al., 1988; Milchunas y Lauenroth, 1993; Teague et al., 2009b). Por ejemplo, en algunos pastizales, tanto los herbívoros silvestres como los domésticos pueden promover la productividad y a las especies preferidas, si se compara con situaciones sin pastoreo, creando áreas con alta calidad nutricional de forraje (Cingolani et al., 2005; Oñatibia y Aguiar, 2016). En este sentido, existen evidencias que indican que la exclusión del pastoreo en zonas áridas, incluso en períodos mayores a 50 años, no ha demostrado ser la mejor estrategia en esos pastizales, especialmente debido a la acumulación de biomasa muerta que impide el rebrote de pastos y arbustos, como así también el ciclado de nutrientes (Oñatibia y Aguiar, 2016).

Las variables climáticas afectan sustancialmente a los ecosistemas de pastizal debido a que las precipitaciones, principal determinante de la productividad primaria neta aérea (PPNA), varían marcadamente y en forma estocástica tanto intra como interanualmente (Vetter, 2005; Teague et al., 2009a; Jakoby et al., 2015). En consecuencia, quienes manejan los pastizales deben lidiar adecuadamente con la variabilidad y con la incertidumbre de la producción de forraje (Teague et al. 2009a), intentando prevenir la degradación de los recursos naturales y de los servicios ecosistémicos (Jakoby et al., 2015).

Relaciones planta-animal

El manejo de los pastizales que implica condiciones de altas cargas y pastoreo intenso puede generar daños en la vegetación que, en gran medida, son irreversibles (Cingolani et al., 2008; Distel, 2013; Oliva et al., 2016). En algunos ambientes las especies preferidas, que son las que definen el nivel de producción secundaria, han desaparecido del ecosistema y los

animales se ven forzados a consumir forraje de calidad inferior (Golluscio et al., 1998b; Borrelli y Oliva, 2001; Bailey y Brown, 2011). Como la intensidad de pastoreo define la superficie foliar que dispone la planta para mantenerse y crecer, una alta intensidad de pastoreo puede tener un efecto directo depresor sobre la productividad y supervivencia de las especies preferidas (Golluscio et al., 1998a; Ferraro y Oesterheld, 2002; Cingolani et al., 2005; Cingolani et al., 2008; Ormaechea et al., 2019). La probabilidad de que la defoliación reiterada conduzca a la muerte de plantas aumenta proporcionalmente con la frecuencia de defoliación (Oliva et al., 2005; Zimmermann et al., 2010; Souther et al., 2019). Cuando dicha frecuencia es muy alta impide que la planta pase de la etapa en que los fotosintatos producidos por el tejido remanente se asignan prioritariamente a la biomasa aérea, a la etapa en la que las hojas nuevas comienzan a aportar fotosintatos a los sistemas radiculares (Briske, 1991; Briske et al., 2008). Los descansos en la época de crecimiento permitirían que la planta pase a la segunda etapa, evitando de esa manera la pérdida de vigor de las plantas preferidas y reduciendo su susceptibilidad a los estreses hídricos y nutricionales (Golluscio et al., 1999; Bailey, 2004; Briske et al., 2008).

Cada herbívoro selecciona una ración diaria a partir de los forrajes disponibles a distintos niveles (León, 2005). Cada unidad dentro del paisaje está compuesta por un complejo de hábitats diferentes o por distintos agrupamientos de especies de plantas en las comunidades vegetales. Los hábitats están determinados por el tipo de especies de plantas presentes, su arreglo espacial y su configuración estructural (Senft et al., 1987; Stuth, 1991; Borrelli y Oliva, 2001; Bailey y Provenza, 2008). A nivel de población, la intensidad de pastoreo difiere entre individuos de la misma especie creciendo incluso en el mismo parche. Esta heterogeneidad está asociada a la estructura de matas, ya que el material muerto en pie y las

panojas reducen en general la preferencia del ganado por una mata dada (Westoby, 1980; Briske, 1991; Stuth, 1991; Bailey y Provenza, 2008). Como consecuencia existe una retroalimentación positiva: las matas pastoreadas tienen una estructura más atractiva que aquéllas no pastoreadas (Paruelo et al. 1992; Briske et al., 2008). Además, generalmente se acepta que los animales logran una dieta de mayor calidad que la del conjunto del forraje ofrecido, ya que seleccionan del mismo las partes más nutritivas. Esto implica que la selectividad está ligada a la calidad química de las distintas partes de las plantas (Laca et al., 2001; Benvenuti y Cangiano, 2011). Usualmente los animales prefieren las hojas y los tallos tiernos y jóvenes ya que son más digestibles y nutritivos, por lo cual las plantas maduras son rechazadas (Gordon, 2000; Lascano, 2000; Tarazona et al., 2012). Sin embargo, en ambientes pobres en forrajes los animales consumen igualmente plantas de diferentes edades, afectando drásticamente las poblaciones vegetales por falta de oferta de alimentos de buena calidad (Tongway et al., 2003; Tarazona et al., 2012). Asimismo, existen evidencias que indican que es posible que los animales eviten los tallos de las plantas cuando estos presenten una gran diferencia en términos de la rotura de partículas, energía de corte o molido en comparación con las hojas de los mismos individuos (Black et al., 1989; Benvenuti et al., 2008; Benvenuti y Cangiano, 2011).

Para los grandes herbívoros, la distribución espacial del forraje y su valor nutritivo asociado, son componentes fundamentales que subyacen al comportamiento de forrajeo, la selección de recursos para su alimentación y el uso del espacio (Raynor et al., 2016). La producción ganadera óptima en tierras en pastoreo se desarrolla, en parte, en función de la habilidad de los animales para capturar nutrientes de una forma eficiente y efectiva. La comprensión de la dinámica espacial y temporal del pastoreo en ambientes complejos es crítica para optimizar

la producción (Boyd y Svejcar, 2009). Cada situación de pastoreo ofrece condiciones ambientales únicas a través de las cuales cada animal debe recolectar nutrientes, mantener el balance térmico e interactuar socialmente con otros individuos del grupo a fin de sostenerse a sí mismo y a su especie (Stuth, 1991; Bailey, 2004; Bailey y Provenza, 2008; Baley y Brown, 2011).

La interacción entre la planta y el herbívoro y su resultado final es clave en el funcionamiento sostenible de estos sistemas. Como se mencionó anteriormente, el animal consumirá en mayor grado las plantas preferidas. Se entiende por preferencia al comportamiento o reacción de un determinado animal frente a una planta (Heady y Child, 1994; Briske et al., 2008; Bailey y Brown, 2011). Asimismo, la selectividad resulta de la interacción entre los animales que pastorean, las plantas pastoreadas y el ambiente de ambos. Expresa en qué medida los animales cosechan plantas o partes de plantas en diferente proporción con respecto a la oferta disponible para ellos (Borrelli y Oliva, 2001; Bailey, 2004; Teague et al., 2009b).

Existen algunos aspectos del manejo del pastoreo que pueden afectar la relación planta-herbívoro. Un ejemplo de estos aspectos son los sistemas de pastoreo, definidos por Heitschmidt y Taylor (1991) como herramientas de manejo diseñadas para balancear las “conflictivas” relaciones entre la captura de energía, la cosecha de forraje y la eficiencia de conversión. Son diseñados primeramente para mejorar la producción animal en función del tiempo, ya sea por el mejoramiento y/o estabilización de la cantidad, y/o la calidad del forraje producido y/o consumido (Borrelli y Oliva, 2001).

Sistemas de pastoreo

En los sistemas de pastoreo de zonas semiáridas, la ganadería a menudo depende de la biomasa provista por el pastizal, usualmente muy variable en tiempo y espacio (Vetter, 2005; Teague et al., 2009a y 2009b; Bailey y Brown, 2011; Fynn, 2012; Jakoby et al., 2015). Parte de esa variabilidad está determinada por las lluvias pasadas y presentes, así como por los eventos de pastoreo previos (Oesterheld et al., 2001; Wiegand et al., 2004). Para manejar la distribución heterogénea de la producción primaria en el espacio y en el tiempo han surgido diversos sistemas de pastoreo, que básicamente difieren entre sí en la manera en la cual se adapta la cantidad y distribución espacial y temporal del ganado a la variabilidad ambiental. En una primera gran simplificación, los distintos sistemas de pastoreo pueden subdividirse en continuos o rotativos (Briske et al., 2008; Teague et al., 2009a; Bailey y Brown 2011; Jakoby et al., 2015).

El sistema de pastoreo continuo implica el consumo no restrictivo de un pastizal o pastura durante un período prolongado de tiempo (anual o estacional). En este sistema, el ganado se encuentra siempre sobre un pastizal específico, con la posibilidad de ser altamente selectivo sobre las especies vegetales presentes e impactando en el grado en el cual éstas se utilizan (Briske et al., 2008; Bailey y Brown, 2011). Si se le da la oportunidad, el ganado seleccionará de manera voluntaria las especies vegetales (e individuos dentro de una misma especie) de mayor calidad nutricional (Bailey et al., 1996; Bisigato y Bertiller, 1997; Barnes et al., 2008; Bailey y Brown, 2011; Oñatibia y Aguiar, 2018). Por ello, en los pastizales que son continuamente pastoreados, es común observar un mayor uso en los sitios con más presencia de especies de gramíneas de alta calidad nutritiva y un menor uso en aquellos donde predominan especies de pastos de baja calidad (Senft et al., 1987; Bailey et al., 1996; Bailey,

2004; Laca, 2009; Villalba et al., 2015). En los sistemas de pastoreo continuo, la única forma de manejar la intensidad de pastoreo es ajustar la carga animal para que la mayoría de las plantas deseables reciba un uso moderado. Este tipo de manejo se observa en muchos establecimientos de cría de ganado debido a que se requieren mínimas intervenciones e insumos durante el año (Golluscio et al., 1998a; Jakoby et al., 2014).

El pastoreo rotativo se basa en el principio de que las plantas luego de haber sufrido una defoliación pueden rebrotar en distintos momentos de la temporada de crecimiento, dependiendo de las condiciones del año (como sequías, y altas o bajas temperaturas) y también de la fenología de las distintas especies vegetales (Borrelli y Oliva, 2001). Así, se espera que el descanso posterior al disturbio permita la recuperación de la biomasa aérea removida (Borrelli y Oliva, 2001). Estos sistemas son diseñados específicamente para redistribuir la presión de pastoreo en tiempo y espacio para una carga animal dada (Heitschmidt y Taylor, 1991; Bailey, 2004; Briske et al., 2008). Esto permite proveer un mejor control de la frecuencia, intensidad y uniformidad de la defoliación mediante la modificación del período de pastoreo (Gillen et al., 1990; Derner et al., 1994; Bailey, 2004; Briske et al., 2008; Teague et al., 2009a y 2009b). En los sistemas de pastoreo rotativo, además de la carga animal, es posible manejar la duración de los períodos de pastoreo y descanso, como así también la densidad de animales (carga instantánea) de cada potrero (Borrelli y Oliva, 2001; Fynn, 2012). Sin embargo, debido a que en los ambientes semiáridos la periodicidad y la predictibilidad del crecimiento de las plantas están restringidas por precipitaciones limitadas y erráticas, el beneficio potencial derivado de la redistribución de la presión de pastoreo podría volverse menos evidente en condiciones de sequía (Taylor et al., 1993; Holechek et al., 2001; Ward et al., 2004; Briske et al., 2008).

Golluscio y colaboradores (1998a) ponen a consideración tres aspectos esenciales del manejo del pastoreo que conducirían al deterioro de los ecosistemas y de su capacidad de generar bienes económicos: 1) sobrestimación de la capacidad de carga de los pastizales, 2) inadecuada distribución de los animales en potreros muy extensos y heterogéneos (lo que hace que la carga efectiva sobre los ambientes de mayor potencial sea, en la práctica, más alta que la calculada para la totalidad del recurso) y 3) pastoreo continuo a lo largo del año. Estos tres factores de manejo interactúan con el hábito muy selectivo de los ovinos generando un patrón de pastoreo diferente a nivel de paisaje, comunidad y población. Los métodos rotativos de pastoreo permitirían la recuperación de las especies más preferidas y la reducción de la heterogeneidad de la defoliación en los tres niveles mencionados (Golluscio et al., 1998a; Bailey y Provenza, 2008).

El manejo adaptativo se sustenta en líneas generales en principios científicamente establecidos y en el conocimiento local (Boyd y Svejcar, 2009; Bailey y Brown, 2011; Teague et al., 2013). El mismo incorpora distintos aspectos de manejo de pastoreo continuo y rotativo, de manera complementaria tanto en tiempo como en espacio. El manejo adaptativo incluye la visión de determinar objetivos a largo plazo, el desarrollo y la implementación de un plan de acción para alcanzarlos, y el continuo ajuste y redirección hacia las propuestas enumeradas (Teague et al., 2013). Un principio fundamental de este manejo es que, debido a que el conocimiento es “incompleto” y las condiciones indefectiblemente cambiantes, las decisiones de manejo son “imperfectas” y deben ser continuamente modificadas a medida que los cambios ocurren y que el conocimiento avanza (Teague et al., 2013).

La producción ovina y los sistemas de pastoreo en la Patagonia: Caracterización agroclimática

En el extremo sur de Sudamérica se ubica la Patagonia, una amplia región de aproximadamente 770.000 km². La mayor parte de su superficie (94 %) corresponde a tierras áridas y semiáridas en las que se registran precipitaciones inferiores a los 300 mm anuales (Patagonia extrandina). La vegetación predominante corresponde a la de una estepa fría gramínea o arbustiva, que se extiende desde el Río Colorado en su extremo norte hasta el Estrecho de Magallanes en el sur (Paruelo et al., 2004; Nakamatsu et al., 2015). Las condiciones ambientales marginales hacen que éste sea un sistema de baja productividad primaria neta (Fernández et al., 1991; Nakamatsu et al., 2015).

La actividad productiva más difundida en la región patagónica es la ganadería ovina extensiva, que fue introducida en la región a fines del siglo XIX. Las ovejas, en su mayor parte de las razas Merino y Corriedale, dieron lugar a las tradicionales estancias, que son sistemas productivos extensivos que producen lana y carne para mercados locales y de exportación (Oliva et al., 2012). El sistema de manejo aplicado en los planteos de producción ovina es, generalmente, el de pastoreo continuo o con poco uso de rotaciones, sin suplementación ni alimentación ante emergencias invernales. Esto último ha generado importantes disturbios vinculados, principalmente, a la falta de conocimientos y de aplicación de estrategias adecuadas de pastoreo. Esto, sumado a la poca intensificación de la actividad de cría, a la sobrecarga de los potreros y a las características climáticas propias de la región, condujo a un proceso de desertificación que abarca un 80% de la superficie total de la Patagonia (Escobar, 1997; Rotundo y Aguiar, 2008; Nakamatsu et al., 2015).

Existen herramientas tecnológicas en cuanto a la producción vegetal y animal, y al manejo de las mismas, que permitirían revertir el panorama mencionado aumentando la sustentabilidad ecológica, económica y social de la cría ovina en la Patagonia (Borrelli et al., 1997; Golluscio et al., 1998a; Borrelli y Oliva, 2001). Sin embargo, el grado de adopción de estas prácticas por parte de los productores es relativamente bajo debido a restricciones de índole socio-cultural, ecológica, estructural y económico-financiera (Golluscio et al., 1998a).

Sistemas de producción predominantes

Se ha mencionado que la ganadería ovina en la Patagonia se caracteriza, desde sus inicios, por su extensividad (Cibils y Borrelli, 2005). Los ovinos de cría que pastorean sobre pastizales naturales con bajas cargas por hectárea (0,2 a 1 animales/ha), se encierran pocas veces en el año para realizar actividades como la esquila, pelada de ojos, señalada, destete y armado de las majadas antes del servicio. Esta realidad no ha tenido grandes modificaciones hasta el presente. Sin dudas, y analizados desde distintos puntos de vista (nutricional, energético, productivo), el servicio, el parto y el destete son los momentos o etapas claves en el ciclo productivo. La intensificación del manejo en esas etapas, de cara a una ganadería ovina moderna y sustentable, requiere modificar la intervención en el sistema y analizar algunos de los aspectos que la componen (La Torraca, 2015).

La nutrición de rumiantes gira en torno al consumo, que es la cantidad de materia seca o de energía que el animal ingiere durante un día. El consumo está fuertemente relacionado con una serie de factores, entre otros los referidos a la calidad de los alimentos, a su forma física, gusto, cantidad disponible y al estado fisiológico del animal (Giraudó, 2011). En este sentido, se advierte que las dietas de los ovinos en los pastizales naturales de las diferentes áreas

ecológicas de la Patagonia están compuestas por un número elevado de especies. Para interpretar su efecto nutricional sobre el estado fisiológico de los animales se vuelve necesario disponer de indicadores objetivos. Uno de ellos, el contenido de nitrógeno fecal (NF), ha recibido considerable atención, con resultados diversos, como estimador de la calidad de la dieta de animales que pastorean en pastizales naturales (Holechek et al., 1982; Hakkila et al., 1988; Nuñez-Hernandez et al., 1992; Wang et al., 2009; Peripolli et al., 2011). En estos sistemas las dietas son heterogéneas y resulta difícil obtener una muestra representativa de la ingesta (Giraudó et al., 2009 y 2012). Su empleo junto a otros indicadores que se utilizan en los sistemas estudiados, como ser la composición botánica de la dieta, la condición corporal y el peso de los animales, puede contribuir a mejorar la interpretación del comportamiento nutricional de los ovinos y a la satisfacción de sus requerimientos (Giraudó et al., 2009). Particularmente la actividad de pastoreo, como determinante de la condición corporal de los ovinos y de su respuesta productiva, está influenciada por la heterogeneidad y diversidad de la vegetación disponible (Laca, 2008; Ormaechea, 2012).

La condición corporal (CC) es una medición subjetiva del estado físico-nutricional de los animales. A partir de su evaluación se pueden tomar decisiones con respecto al manejo de la majada en tres momentos clave del ciclo productivo anual (previo al servicio, al empezar el invierno y durante la lactancia), así como al momento de venta y/o compra del plantel (Felice, 2013). La técnica que se ha adoptado para medir CC en la Patagonia es la desarrollada en base a una escala de cinco puntos (1 -5) o seis si se toma en cuenta el cero, correspondiendo el 1 a la peor y el 5 a la mejor condición de la escala (Jefferies, 1964; Russel et al., 1969; Buratovich, 2000; Giraudó, 2009). En la Patagonia, los ovinos se encuentran normalmente entre 1 y 3 puntos de CC (Giraudó, 2009; Giraudó y Villar, 2010).

Nuevos paradigmas en la producción ovina regional

Desde hace pocos años existe en la región Patagónica una propuesta de manejo ganadero denominado “Holístico”, que consiste en principio en generar pulsos de pastoreo a través de la concentración de los animales en regímenes de rotación flexibles, que permiten largos períodos de descanso (Savory y Parson, 1980; Savory, 1983; Borrelli et al., 2013). Se ha propuesto este manejo como una forma de regenerar y recuperar los pastizales y la productividad secundaria de los establecimientos ganaderos (Borrelli et al., 2013).

La evidencia científica refutando los beneficios ecológicos del pastoreo rotativo es robusta, pero con un enfoque estrecho, ya que proviene de experimentos en los que se excluyeron intencionalmente las variables humanas debido a que ellas pueden ser fuentes de variación y de confusión incontrolables (Briske et al., 2008 y 2011). Ese enfoque experimental ha removido una de las variables clave para el manejo del pastoreo, que es el mismo productor, sus percepciones, conocimientos y su capacidad para tomar decisiones en tiempo real, especialmente en ecosistemas de pastizales que presentan una gran variabilidad espacial y temporal (Briske et al., 2011). Por lo tanto, se ha intentado dar respuesta a una pregunta amplia y compleja - si se debiera adoptar o no el pastoreo rotativo - con un enfoque necesariamente estrecho y poco abarcativo de investigación de procesos ecológicos que requieren, necesariamente, un marco más amplio (Briske et al., 2008 y 2011).

Actualmente, existe muy poca información empírica sobre sistemas de pastoreo en la región Patagónica (Golluscio et al., 1999; Buono et al., 2011a; Oliva et al. 2012; Fariña, 2019; Oliva et al., 2021), por lo cual se busca que el presente trabajo aporte a la discusión actual sobre el tema (Briske et al., 2008; Briske et al., 2011; Briske et al., 2013; Briske et al., 2014; Cibils

et al., 2014; Teague, 2014; McDonald et al., 2019), ya que se podría contar con datos objetivos de producción y evolución de distintos atributos del pastizal natural y de producción animal, que provean información suficiente para tomar decisiones de manejo acertadas que conserven el recurso forrajero y mejoren el desempeño animal. Esta tesis también pretende aportar evidencia experimental en un nivel de percepción más amplio que el utilizado en otros trabajos cuyas unidades experimentales comúnmente son pequeñas parcelas. En el presente trabajo utilizamos como unidad experimental distintos potreros con superficies de entre 250 y 600 hectáreas. Por otro lado, es preciso mencionar que si bien fue destacado previamente como una de las variables clave para el manejo del pastoreo, esta tesis no resuelve el enfoque estrecho que excluye las variables humanas, lo cual ha quedado planteado y se discute en el capítulo final.

Objetivo general

El objetivo de este trabajo es evaluar dos sistemas de pastoreo y un área sin pastoreo, en cuanto a la modificación de la selectividad del ganado ovino, la respuesta de la vegetación y el desempeño productivo de los animales.

Objetivos específicos

1) Determinar posibles cambios en el grado de utilización de gramíneas preferidas y no preferidas por los ovinos entre sistemas de pastoreo rotativo y continuo, que implican distintos períodos de ocupación y descanso y distintas cargas instantáneas. Evaluar, además, si existen diferencias entre sistemas de pastoreo en cuanto a la variación del grado de utilización de gramíneas preferidas y no preferidas en función de la distancia a la aguada.

- 2) Determinar si esos cambios en la selectividad de los ovinos se traducen en modificaciones en el vigor de las gramíneas preferidas y no preferidas.
- 3) Determinar si esos cambios en la selectividad de los ovinos se traducen en variaciones en la producción animal y en el estado nutricional.

Hipótesis y predicciones

Hipótesis 1:

El pastoreo rotativo reduciría la selectividad de los ovinos respecto a las especies preferidas y aumentaría el grado de utilización de las especies no preferidas, independientemente de la distancia a la aguada. Este cambio en la selectividad podría aumentar el vigor de las gramíneas preferidas por el ganado y reducir el de las no preferidas.

Predicciones:

- a) El grado de utilización de las gramíneas no preferidas será mayor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo y sin pastoreo, en todas las distancias a la aguada.
- b) El grado de utilización de las gramíneas preferidas será mayor en sistemas de pastoreo continuo que en sistemas de pastoreo rotativo y sin pastoreo, especialmente cerca de la aguada.
- c) La proporción de gramíneas no preferidas en las heces ovinas será mayor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo.

d) El mayor grado de utilización de especies preferidas en el sistema de pastoreo continuo generará una mejor nutrición de la majada ovina, y por ello un mayor porcentaje de nitrógeno fecal que en el sistema de pastoreo rotativo.

e) El vigor de las gramíneas preferidas será mayor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo y sin pastoreo.

f) El vigor de las gramíneas no preferidas será menor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo y sin pastoreo.

Hipótesis 2:

En el corto plazo, debido al mayor grado de utilización de gramíneas no preferidas, el sistema de pastoreo rotativo disminuiría la producción individual de los ovinos respecto a los del sistema de pastoreo continuo.

Predicciones:

a) En el corto plazo, los animales manejados en sistemas de pastoreo rotativo tendrán menor peso vivo y menor condición corporal que aquellos manejados en sistemas de pastoreo sin rotación.

b) En el corto plazo, el peso de vellón limpio y la calidad de la lana de los animales que fueron manejados en sistemas de pastoreo rotativo será menor que la de aquellos manejados en sistemas sin rotación. La menor calidad de la lana implica que el tanto diámetro promedio de las fibras como el largo de las mismas sean considerablemente menores en dicho sistema de pastoreo que en el sistema continuo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental Río Mayo del INTA EEA Chubut (45°41'S, 70°16'O). La vegetación del sitio corresponde al Distrito Occidental de la Provincia Fitogeográfica Patagónica (Soriano, 1956; Paruelo et al., 1991; Paruelo y Golluscio, 1994; Golluscio et al., 1998b) y está compuesta por pastos y arbustos, con una cobertura basal del 32 % y 12 % respectivamente, siendo el resto suelo desnudo y hierbas de pequeño porte con escasa cobertura (Sala et al., 1989). Pastos y arbustos constituyen el 96 % de la productividad primaria neta aérea del sitio en cuestión (Fernández et al., 1991, Oñatibia y Aguiar, 2016).

La comunidad vegetal predominante en el área es la de *Pappostipa speciosa* (Trin. & Rupr.) Romaschenko (“coirón duro”), *Pappostipa humilis* (Cav.) Romaschenko (“coirón llama”), *Adesmia volckmannii* Phill. (“mamuel choique”), *Berberis microphylla* G. Forst. (“calafate”) y *Poa lanuginosa* Poir. var. *lanuginosa* (“pasto hebra”) (Golluscio et al. 1982). Las especies de pastos dominantes son *P. speciosa*, *Pappostipa major* (Speg.) Romaschenko, *P. humilis* y *Poa ligularis* Nees ex. Steud. (“coirón poa”), mientras que las especies de arbustos dominantes son *Azorella prolifera* (Cav.) G.M. Plunkett & A.N. Nicolas (“neneo”, ex *Mulinum spinosum*), *Adesmia volckmannii* y *Senecio filaginoides* DC (“charcao”). Entre los pastos, *P. ligularis* y *Bromus pictus* Hook. (“cebadilla patagónica”) son las especies más preferidas por los ovinos, mientras que *P. speciosa* es de preferencia intermedia, y *P. major* y *P. humilis* son no preferidas (Elissalde et al., 2010; Oñatibia y Aguiar, 2016).

El clima es templado frío, con temperaturas medias mensuales que varían entre los 2°C en julio y los 14°C en enero (Oñatibia y Aguiar, 2019). Las lluvias promedio anuales rondan los 150 mm, 70 % de las cuales se concentran en los meses de otoño e invierno (Soriano, 1983; Jobbagy y Sala, 2000). Los suelos derivan principalmente de materiales glaciares y volcánicos; son del orden de los Calciorthis y presentan textura gruesa (arenosa) y considerable contenido de gravas y piedras (“rodados patagónicos”) de distintos tamaños en todo el perfil (Paruelo et al., 1988; Oñatibia y Aguiar, 2019).

Diseño Experimental

Se utilizaron tres potreros contiguos (915, 752 y 605 has, Figura 1.1). Consideramos a los mismos como representativos de la comunidad de vegetación del área de estudio ya que presentan características topográficas, fisonómicas y florísticas homogéneas (Oñatibia y Aguiar, 2016, 2018 y 2019). Todos los potreros fueron asignados al azar. En dos de ellos se aplicaron regímenes de pastoreo con una carga de animales acorde con su receptividad. A uno se lo dividió en 3 parcelas de igual superficie, y al otro no se lo subdividió. El tercer potrero hizo las veces de testigo, sin animales, y también estuvo subdividido en 3 parcelas iguales. En todos los casos, los potreros tuvieron una aguada en el centro (molino, tanque australiano y bebederos) (Figura 1.1). Los tratamientos aplicados (sistemas de pastoreo) fueron los siguientes:

1) Continuo (605 ha). Consistió en un manejo tradicional con ocupación durante todo el año, sin períodos de descanso, con una carga de 0,18 Unidades Ganaderas Ovinas (UGO¹)/ha.año⁻¹, definida según la receptividad del potrero².

2) Rotativo (915 ha). Consistió en pastorear cada una de sus 3 parcelas alternativamente, con 90 días de tiempo de ocupación y 180 de descanso cada una. La carga global se ajustó a la receptividad total del potrero, definida en 0,115 UGO/ha.año⁻¹ (carga instantánea= 0,46 UGO/ha/año).

3) Sin pastoreo (752 ha). Potrero en descanso durante todo el período experimental.

Debido a las limitaciones logísticas (i.e. distancia al Campo Experimental, disponibilidad de recursos humanos y económicos) todas las mediciones se realizaron en una sola zona de cada uno de los potreros. Para determinar las características de las comunidades vegetales presentes en los potreros y parcelas bajo estudio se utilizó una imagen satelital Landsat (22 de diciembre de 2014) provista y clasificada por el Lic. Santiago Behr, Grupo Pastizales Naturales, EEA INTA Chubut. (Figura 1.1). Antes de comenzar el período experimental, se realizaron relevamientos de vegetación utilizando el método fitosociológico de Braun-Blanquet (1950) en distintos sectores de los potreros ubicados a distancias crecientes desde la aguada (100, 500 y 1000 m). Posteriormente se analizó la información de los relevamientos utilizando el análisis de Componentes Principales (PCA) del programa estadístico Infostat (datos no mostrados), y en base a ello se seleccionaron los sectores de los potreros y las

¹ La Unidad Ganadera Ovina (UGO) equivale a un capón de 40 kg de peso que consume aproximadamente 0,9 kg de MS.día⁻¹ (330 kg MS/año) (Elissalde et al., 2010).

²Para determinar la receptividad de cada potrero y parcela, se utilizó la metodología de Valor Pastoral (Elissalde et al., 2010). Los relevamientos se realizaron en el mes de enero de cada año.

parcelas en donde se ubicaron los sitios de medición de la vegetación: Clausura (parcela noreste), Pastoreo Continuo (sin apotreramiento interno; zona Sudeste), Pastoreo Rotativo (parcela suroeste) (Figura 1.1). Como consecuencia, en este último potrero la parcela en seguimiento fue ocupada en dos ocasiones durante el período experimental: (1) entre septiembre y diciembre de 2015 (pastoreo de primavera); (2) entre junio y septiembre de 2016 (pastoreo de invierno).

Tanto en el sistema de pastoreo continuo como en el rotativo se utilizó una proporción similar de ovejas, borregas, capones y borregos (43%, 13%, 23% y 21% en promedio, respectivamente) todos de raza Merino y de majada general, procurando que, tanto la proporción de pesos como de condición corporal, fuera equilibrada.

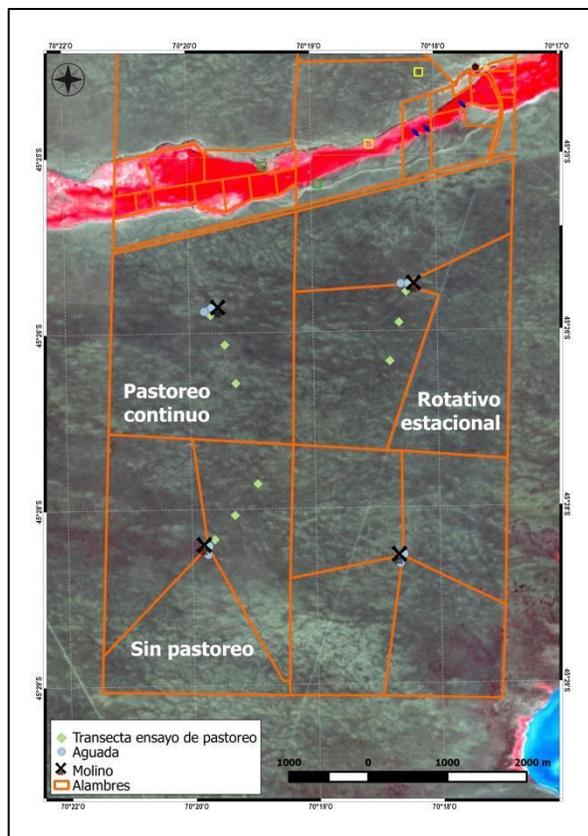


Figura 1.1. Imagen satelital de los potreros y parcelas de los distintos sistemas de pastoreo. Imagen: Landsat 8 OLI, fecha: 22/12/2014, composición de bandas: 5-4-3, nivel de procesamiento: L2, resolución espacial: 15 metros (pansharpened), EPSG: 5344. Fuente: Lic. Santiago Behr, Grupo Pastizales Naturales, EEA INTA Chubut.

CAPÍTULO II

El sistema de pastoreo como modificador la selectividad animal

INTRODUCCIÓN

Los herbívoros consumen sólo una fracción del recurso forrajero total, manteniendo a las poblaciones de gramíneas entre un extremo y otro: matas intensamente pastoreadas con baja proporción de material muerto en pie hasta situaciones de plantas sin consumo con una gran proporción de material muerto acumulado. Como consecuencia de esto, las predicciones sobre los impactos del ganado basados en una utilización “promedio” de la biomasa producida pueden ser inapropiadas, debido a que tales aproximaciones ignoran el impacto diferencial del pastoreo sobre los pastos preferidos (Paruelo et al., 2008; Easdale y Bruzzone, 2015). Al nivel de planta individual, uno de los factores que afectan la preferencia animal es la presencia de biomasa muerta mezclada con la biomasa viva. En estepas del sudoeste de la provincia del Chubut dominadas por la gramínea *Festuca pallezens* (Aguiar y Sala, 1998; Bertiller y Bisigato, 1998), especie preferida por los ovinos (Bonvisutto et al., 1983; Elissalde et al., 2010), la biomasa verde localizada en plantas con una alta proporción de biomasa muerta en pie está protegida de la defoliación debido a que las hojas muertas permanecen en pie y son rígidas y punzantes (Paruelo et al., 2008). Así, la estructura de las matas afecta la selección de un sitio de pastoreo a nivel de planta entera.

Así como la heterogeneidad de la vegetación determina en gran medida los patrones de pastoreo de los herbívoros, estos también tienen la capacidad de alterar la heterogeneidad de la vegetación (Adler et al., 2001). Sin embargo, existen pocos estudios a campo que exploren el impacto del consumo selectivo de los herbívoros domésticos sobre la heterogeneidad estructural del tamaño de plantas dentro de una misma población o entre poblaciones de diferentes especies (Fariña, 2019; Oñatibia y Aguiar, 2019). Sumado a ello, las predicciones respecto al impacto del ganado y las estrategias de manejo del mismo, son generalmente

imprecisas ya que las mismas se basan en un consumo promedio de biomasa por los herbívoros, ignorando los efectos desiguales sobre una misma especie y entre especies debidos al comportamiento de consumo selectivo de los mismos (Paruelo et al., 2008; Easdale y Bruzzone, 2015; Oñatibia y Aguiar, 2019).

La distribución espacial heterogénea de los herbívoros en los potreros no solamente está controlada por la variación espacial en la estructura de la vegetación (es decir, tipos de vegetación, cobertura, composición florística, cantidad y calidad de forraje) sino también por factores extraforrajeros como la distancia a la aguada, la topografía y las interacciones entre animales (Coughenour, 1991; Bailey et al., 1996; Adler et al., 2001; Provenza, 2003; Briske et al., 2008; Oñatibia y Aguiar, 2018). La reducción del tamaño de los potreros puede contrarrestar los efectos indeseables de la distribución desigual del pastoreo (Bailey y Brown, 2011; Oñatibia y Aguiar, 2018). En los potreros pequeños, los animales podrían estar distribuidos de forma más equilibrada y el impacto del pastoreo podría ser más homogéneo (Hart et al., 1993; Norton, 1998; Barnes et al., 2008; Laca, 2009; Brown y Kothmann, 2009, Oñatibia y Aguiar, 2018). El impacto del pastoreo sobre la vegetación no es necesariamente lineal en las áreas más exploradas por los animales, debido a la existencia de otros controles jerárquicos vinculados a la selección de la dieta (Laca, 2009; Oñatibia y Aguiar, 2018). Sin embargo, es comúnmente aceptado que la intensidad de pastoreo disminuye a medida que aumenta la distancia a la aguada (Saba et al., 1995; Todd, 2006; Cheli et al., 2016).

En los sistemas áridos y semiáridos, las condiciones climáticas también influyen en los cambios que el pastoreo genera en la vegetación (Fariña, 2019). En estos ambientes, la escasa predictibilidad y duración del período de crecimiento (Noy-Meir, 1973; Jobbágy y Sala, 2000; Jobbágy et al., 2002) determinan que las plantas tengan menor probabilidad de crecer

luego de una defoliación que en un ambiente donde la estación de crecimiento es más larga, independientemente del sistema de pastoreo aplicado (Bailey y Brown, 2011; Müller et al., 2007; Fariña, 2019). A medida que la aridez aumenta, el beneficio de los descansos es menor (Bailey y Brown, 2011) porque la productividad vegetal es explicada mayoritariamente por la carga animal y las condiciones ambientales (temperatura, humedad) durante la estación de crecimiento (Heady y Child 1994; Jobbágy y Sala 2000; Müller et al., 2007; Briske et al. 2008; Paruelo et al., 2008; Oñatibia, 2013; Fariña, 2019). En particular, en las estepas semiáridas del norte de la Patagonia el crecimiento de la vegetación, que es máximo en primavera, está limitado por la baja disponibilidad de agua en verano y por las bajas temperaturas en invierno (Soriano y Sala, 1983; Sala et. al 1989; Paruelo y Sala, 1995; Jobbágy y Sala, 2000; Paruelo et al., 2004). Este patrón estacional de disponibilidad de agua y de temperatura condiciona fuertemente el crecimiento de las plantas y, por ello, el efecto del pastoreo sobre esos pastizales está fuertemente determinado por la estación del año en que se realice el pastoreo y el posterior descanso (Fariña, 2019).

Como hemos visto, la carga animal puede generar condiciones de sobre o subpastoreo, ya sea a nivel de planta, población, comunidad y/o paisaje (Todd, 2006; Cheli et al., 2016; Oñatibia y Aguiar, 2018). Por su parte, la importancia del período en el cual el pastoreo se lleva a cabo tiene dimensiones intra e interanuales. A lo largo de la estación de crecimiento, los cambios fenológicos de las diferentes especies provocan modificaciones en la preferencia del ganado (Pelliza et al. 1997; Bottaro, 2007). Entre años, la productividad presenta también amplias variaciones en función de la disponibilidad de recursos (Jobbágy y Sala, 2000; Jobbágy et al. 2002). Por su parte, si el descanso coincide con fenofases (ver Golluscio et al., 2005) de actividad vegetativa, cuando son abundantes los meristemas activos, la

vegetación sufre menos efectos negativos (reducción de cobertura y productividad) y las plantas recuperan su vigor más rápido que si el descanso ocurre en latencia (Briske, 1991; Müller et al., 2007; Fariña, 2019).

En los pastizales naturales de las diferentes áreas ecológicas de la Patagonia, las dietas de los ovinos están compuestas por un número elevado de especies y resulta difícil obtener una muestra representativa de la ingesta (Giraudó et al., 2009 y 2012). Asimismo, la composición de la dieta varía entre épocas del año, distancias a la aguada y sistemas de pastoreo. El empleo del contenido de nitrógeno fecal, junto a otros indicadores que se utilizan en los sistemas estudiados, como la composición botánica de la dieta, puede contribuir a mejorar la interpretación del comportamiento alimentario de los ovinos y así a la satisfacción de sus requerimientos (Giraudó et al., 2009). El contenido de nitrógeno fecal (NF), ha recibido considerable atención, con resultados diversos, como estimador de la calidad de la dieta de animales que pastorean en pastizales naturales (Arnold y Dudzinski, 1963; Holechek et al., 1982; Hakkila et al., 1988; Núñez-Hernández et al., 1992; Aldezabal et al., 1993; Giraudó et al., 2009; Wang et al., 2009; Peripolli et al., 2011; Giraudó et al., 2012; Gindri et al., 2016). En ungulados silvestres se ha encontrado una alta correlación entre el contenido de nitrógeno fecal y el contenido de proteína bruta de la dieta (Leslie y Starkey, 1985; Kamler y Homolka, 2005; Escanilla, 2017).

Nuestro trabajo se llevó a cabo en la estepa del sudoeste de la provincia de Chubut. En este ambiente, es particularmente relevante el estudio de los principales controles del consumo selectivo de pastos debido a que el manejo de la vegetación natural a través del ajuste del pastoreo ha sido propuesto como la mejor alternativa de uso de la tierra en relación a otros usos (Oñatibia et al., 2015; Oñatibia y Aguiar, 2016; Oñatibia, 2017).

El objetivo específico de este capítulo es:

Determinar posibles cambios en el consumo de gramíneas preferidas y no preferidas por los ovinos entre sistemas de pastoreo continuo y rotativo, que implican distintos períodos de ocupación y descanso y distintas cargas instantáneas. Evaluar, además, si existen diferencias entre sistemas de pastoreo en cuanto a la variación del consumo de gramíneas preferidas y no preferidas en función de la distancia a la aguada. Estos cambios en el consumo se evaluarán como variaciones en el grado de utilización de gramíneas preferidas y no preferidas.

Hipótesis:

El pastoreo rotativo reduciría la selectividad de los ovinos respecto a las especies preferidas y aumentaría el grado de utilización de las especies no preferidas, independientemente de la distancia a la aguada.

Predicciones:

1. El grado de utilización de las gramíneas no preferidas será mayor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo y sin pastoreo, en todas las distancias a la aguada.
2. El grado de utilización de las gramíneas preferidas será mayor en sistemas de pastoreo continuo que en sistemas de pastoreo rotativo y sin pastoreo, especialmente cerca de la aguada.
3. La proporción de gramíneas no preferidas en las heces ovinas será mayor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo.

4. El mayor grado de utilización de especies preferidas en el sistema de pastoreo continuo generará una mejor nutrición de la majada ovina, y por ello un mayor porcentaje de nitrógeno fecal, que en sistemas de pastoreo rotativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño Experimental

Tanto en un sector del potrero correspondiente al sistema de pastoreo continuo como en la parcela seleccionada del sistema de pastoreo rotativo y en la parcela sin pastoreo (ver Materiales y Métodos en el capítulo 1 y Figura 1.1) se identificaron con una estaca de 1,5 m de altura, 3 sitios de relevamiento de la vegetación, ubicados a 100, 500 y 1000 m de la aguada. En cada estaca, y en forma perpendicular a la línea imaginaria que unía las tres estacas, se extendió una cinta métrica de 30 m. Esta cinta se utilizó, en primer lugar, para realizar las determinaciones de cobertura aérea de todas las especies presentes en el pastizal natural mediante el método de intercepción de Canfield (1941). En este método el observador avanza a lo largo de la línea o transecta, identifica las plantas interceptadas por la cinta bajando una varilla o aguja (de 1 m de altura y 4 mm de diámetro en nuestro estudio) y registra la distancia de intercepción inicial y final del individuo con respecto al origen de la transecta. La cobertura aérea total (%) se calcula sumando todas las diferencias de intercepción final menos inicial de todos los individuos, y expresando este total como una proporción de la longitud de la cinta. La cobertura de especies individuales (%) se obtiene mediante la sumatoria de datos de las diferencias de intercepción final menos inicial por especie. La composición de especies se puede estimar a partir de la representación

proporcional de cada especie. Además de la determinación de la proporción de cobertura aérea total y específica, este método permite conocer la proporción de suelo descubierto, mantillo, rocas y material muerto en pie de cada transecta analizada. Esta metodología se aplicó al inicio y al final del período experimental, y a un año de comenzado el mismo (junio de 2015, enero de 2017 y agosto de 2016, respectivamente), en todas las transectas (a los 100, 500 y 1000 m desde la aguada) y sistemas de pastoreo (continuo, rotativo y sin pastoreo).

A lo largo de la cinta métrica, también se seleccionaron en forma aleatoria individuos de 4 especies de gramíneas que estuviesen lo más cerca posible de la cinta (o por debajo de la misma): 5 de *Poa ligularis* y 5 de *Bromus pictus* (especies preferidas por los ovinos) y 5 de *Pappostipa speciosa* (especie medianamente preferida por los ovinos) y 5 de *Pappostipa humilis* (especie no preferida por los ovinos) (Elissalde et al., 2010). Debido a que la cinta métrica no se dejaba colocada en forma permanente en cada sitio de medición, para identificar las plantas seleccionadas de cada especie se pusieron chapitas metálicas y estacas junto a cada individuo, en donde se escribió el número de planta asignado. Además, se dejó registrada la distancia vertical que separaba a cada individuo de la cinta métrica de la transecta de 30 m. Todo esto permitió que se pudiesen ubicar las plantas en cada sitio en las siguientes fechas de medición. Por lo tanto, en cada sistema de pastoreo (continuo, rotativo y sin pastoreo) se seleccionaron y evaluaron 15 plantas de cada una de las cuatro especies mencionadas previamente (*Bromus pictus*, *Poa ligularis*, *Pappostipa speciosa* y *Pappostipa humilis*), debido a que en cada punto de muestreo (transectas a los 100, 500 y 1000 m desde la aguada) se eligieron 5 individuos de cada especie. Este número de plantas medidas por sistema de pastoreo, es similar a la utilizada por Oñatibia y Aguiar (2019) en un experimento

de corto plazo (dos temporadas de crecimiento de la vegetación) llevado a cabo en el Campo Experimental Río Mayo como en el área que lo circunda.

Sobre los individuos seleccionados, se registró el grado de defoliación (el cual denominaremos, de aquí en más, “grado de utilización”) (“Degree of use” en Glosario de la Society of Range Management, 1998) según la escala de Bottaro y colaboradores (Golluscio et al., 1998; Bottaro, 2007; Golluscio et al., 2015). El mismo consiste en una escala visual que toma valores entre 0 (sin utilización) y 6 (utilización al ras), y se determinó desde agosto de 2015 (a 44 días del inicio del período experimental en junio de 2015) hasta enero de 2017 durante 8 fechas consecutivas sobre las mismas plantas en seguimiento: agosto y diciembre de 2015, enero, marzo, junio, octubre y diciembre de 2016, y enero de 2017.

Desde enero de 2016 hasta el final del período experimental se registró la proporción de plantas defoliadas en cada uno de los sitios de medición (en enero, marzo, junio, octubre y diciembre de 2016, y enero de 2017). Se consignó el número de individuos presentes de *B. pictus*, *P. ligularis*, *P. speciosa* y *P. humilis* en todos los sistemas de pastoreo, distancias a la aguada y fechas de relevamiento de la vegetación. Para ello se colocaron 4 cuadrados de 2 m de lado sobre la cinta métrica de 30 m ubicada en cada distancia a la aguada, a los 0, 10, 20 y 30 m, y se anotó el número de individuos presentes de cada una de las cuatro gramíneas bajo estudio, y se calculó la proporción de plantas defoliadas sobre las totales. Debido a que comenzaron en enero de 2016, estas determinaciones abarcaron sólo el segundo período de ocupación de la parcela bajo pastoreo rotativo.

Para evaluar la preferencia respecto de las distintas especies del pastizal natural y el estado nutricional de los ovinos, en cada sistema de pastoreo se recolectaron dos muestras de heces

compuestas, obtenidas de un grupo de 15 animales al azar cada una. Las muestras se extrajeron durante los trabajos de rutina programados en el Campo Experimental Río Mayo: septiembre 2015 (esquila), febrero 2016 (destete), abril 2016 (pre-servicio), septiembre 2016 (esquila), diciembre 2016 (señalada) y enero 2017 (destete). Después de la recolección se mantuvieron refrigeradas hasta su acondicionamiento, el cual consistió en el secado en estufa a 65°C hasta alcanzar peso constante, y la posterior molienda de cada muestra. Una de las dos muestras compuestas fue enviada al Laboratorio de Microhistología de la EEA INTA Bariloche (Ing. Agr. Laura Borrelli), para su posterior análisis y determinación del porcentaje de aparición en dieta de las distintas especies (Spark y Malechek, 1968; Holechek et al., 1982; Smith et al., 1994; Pelliza et al., 1997; Pelliza et al., 2001; Villagra et al., 2013; Garnik et al., 2018; Orellana et al., 2020). La otra muestra compuesta fue enviada al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, para la determinación del contenido de nitrógeno fecal (en base a materia seca).

El análisis microhistológico del grupo de gramíneas se realizó al nivel de género (*Bromus spp.*, *Poa spp.*, y *Pappostipa spp.*) debido a la dificultad que representa la identificación microhistológica al nivel de especie (Giraudó, 2011; Villagra et al. 2013; Escanilla, 2017). Por esta razón, no fue posible discriminar entre la aparición en dieta de *Pappostipa speciosa* y *Pappostipa humilis*, *Bromus setifolius var. pictus* y *Bromus setifolius var. setifolius*, y *Poa ligularis* y *Poa lanuginosa*, aunque esta última especie se encuentra en muy baja proporción en el pastizal natural del Campo Experimental Río Mayo (información de los relevamientos de VP, INTA Chubut desde 1990 hasta la actualidad y datos de líneas de Canfield hechas para este experimento; Golluscio et al., 2005; Valenta et al., 2020).

Posteriormente, se estimó la preferencia de los animales por los tres géneros de gramíneas identificados en el análisis microhistológico de heces. Se utilizó a tal efecto el índice de electividad de Ivlev (*Ecuación 1*), que integra la participación de cada género en la dieta con su participación en la cobertura de la comunidad (Ivlev, 1961; Lechowicz, 1982; Ormaechea, 2012; Escanilla, 2017). Se obtuvo el índice de electividad de Ivlev para septiembre de 2015 y septiembre de 2016 debido a que sólo en estas fechas se contó con información simultánea de cobertura aérea específica y de análisis microhistológico de heces de la parcela en seguimiento del sistema rotativo, ya que en las otras fechas de muestreo de heces los animales se encontraban pastoreando otras parcelas de ese sistema.

Ecuación 1

$$\text{Índice de Ivlev} = \frac{\% \text{ aparición en dieta} - \% \text{ cobertura en la comunidad}}{\% \text{ aparición en dieta} + \% \text{ cobertura en la comunidad}}$$

Análisis estadístico

Para el análisis del **grado de utilización** y la **proporción de plantas defoliadas de cada especie** se trabajó con Modelos Lineales Generales y Mixtos utilizando el paquete estadístico Infostat con un alfa de 5% (Di Rienzo et al., 2017). Dada la compleja logística del ensayo, no fue posible contar con repeticiones verdaderas del factor sistema de pastoreo: sólo hubo un potrero para cada sistema. Como consecuencia, las numerosas unidades experimentales medidas dentro de cada potrero (cada planta individual para el grado de utilización y cada cuadrado de medición para la proporción de plantas defoliadas) fueron en realidad pseudorepeticiones (Hurlbert 1984). Esta limitación del diseño experimental no invalida el

ensayo sino que impide extrapolar automáticamente las diferencias entre potreros como diferencias entre sistemas de pastoreo. Tal extrapolación, sin embargo, resulta relativamente aceptable desde el punto de vista biológico, dada la marcada similaridad florística y edáfica que caracteriza a los tres potreros (Anchorena, 1980). El modelo estadístico utilizado para el análisis del grado de utilización y la proporción de plantas defoliadas de cada especie fue el siguiente:

$$y = \mu + \text{Sistema de Pastoreo} + \text{Distancia a la aguada} + \text{Fechas} + (\text{interacciones}) + \text{Error}$$

Siendo:

μ =Media poblacional

Sistema de Pastoreo=Efecto fijo con tres niveles: Clausura, Continuo y Rotativo.

Distancia a la aguada= Efecto fijo con tres niveles: 100, 500 y 1000 m.

Fecha= Efecto fijo con 8 niveles para el grado de utilización (agosto y diciembre 2015, enero, marzo, junio, octubre y diciembre 2016 y enero 2017) y 6 niveles para la proporción de plantas defoliadas (desde enero de 2016).

Interacciones= entre los Efectos fijos: Sistema de Pastoreo x Distancia a la aguada, Sistema de Pastoreo x Fecha, Distancia a la aguada x Fecha y Sistema de Pastoreo x Distancia a la aguada x Fecha.

Error= Término aleatorio bajo el supuesto de que $e \approx N(0, \sigma^2)$.

Debido a la complejidad que implicaría tanto el análisis como la interpretación de los resultados, el modelo propuesto tanto para grado de utilización como para la proporción de

plantas defoliadas no incluyó al factor Especie como fuente de variación, sino que se realizó un modelo para cada especie.

Cuando alguna de las fuentes de variación mencionadas o su interacción arrojaron efectos significativos, las medias se compararon por LSD de Fisher, y se corrigieron los valores de p por Bonferroni. Al existir una correlación temporal entre las mediciones de grado de utilización y de proporción de plantas defoliadas, y considerando que estos registros se tomaron siempre sobre las mismas plantas en seguimiento, se utilizó como Fuente de Correlación de los Errores (en la pestaña Correlación del programa Infostat) el Autorregresivo de orden 1 (corAR1). Se consignó el número de individuo como criterio de agrupamiento (o número de cuadrado en el caso de la proporción de plantas defoliadas) y a las fechas de muestreo como “variable que indica el orden de las observaciones”. En cuanto a la Heterocedasticidad, se utilizó la opción VarIdent ($g(d) = d$). Y respecto al criterio de agrupamiento, se seleccionó en cada caso la fuente de variación cuya incorporación en el modelo arrojara el menor valor del criterio de información de Akaike (AIC) (sistema, distancia o fecha). Además de estas determinaciones, se utilizó en primera instancia como Covariable al grado de utilización inicial de las especies (en junio de 2015), pero debido a que en todos los análisis la misma fue no significativa (valores de $p > 0,05$) se la descartó.

Para el análisis del **porcentaje de aparición de cada grupo funcional y especie en la dieta**, del **contenido de nitrógeno fecal**, y del **índice de electividad de Ivlev** no se incluyó la distancia a la aguada porque las muestras de heces se tomaron de animales que obviamente tenían acceso a todo el potrero. Por otra parte, tampoco se pudo considerar al animal como unidad experimental por cuanto se trabajó con 1 muestra compuesta por potrero, de 30 animales seleccionados al azar. Por esa razón no se contó con pseudorepeticiones de cada

potrero en el espacio, lo cual obligó a formular un modelo estadístico con un valor meramente exploratorio, considerando como pseudorepeticiones las dos fechas de muestreo en las cuales los ovinos se encontraban en la parcela en seguimiento del sistema de pastoreo rotativo: septiembre 2015 y septiembre 2016.

$$y = \mu + \text{Sistema de Pastoreo} + \text{Especies (o Grupos Funcionales)} + (\text{interacción}) + \text{Error}$$

Siendo:

μ =Media poblacional

Sistema de Pastoreo=Efecto fijo con dos niveles: Continuo y Rotativo.

Especies= Efecto fijo con tres niveles: *Bromus spp.*, *Poa spp.* y *Pappostipa spp.* También se realizó otro análisis en el que se utilizó el Grupo Funcional como Efecto fijo con cuatro niveles: arbustos, gramíneas, graminoides y hierbas.

Interacción= entre los Efectos fijos: Sistema de Pastoreo x Especies.

Error= Término aleatorio bajo el supuesto de que $e \approx N(0, \sigma^2)$.

Y el modelo propuesto para el **porcentaje de nitrógeno fecal** fue:

$$\% \text{Nitrógeno fecal} = \mu + \text{Sistema de Pastoreo} + \text{Error}$$

Siendo:

μ =Media poblacional

Sistema de Pastoreo=Efecto fijo con dos niveles: Continuo y Rotativo.

Error= Término aleatorio bajo el supuesto de que $e \approx N(0, \sigma^2)$.

RESULTADOS

Grado de utilización

Los análisis de varianza arrojaron interacciones triples de sistema x fecha x distancia (sólo en *P. ligularis* y *P. speciosa*) y numerosas interacciones dobles entre los 3 factores mencionados en las cuatro especies. Para facilitar la interpretación de los resultados, se analizan secuencialmente las interacciones dobles: sistema de pastoreo x distancia, sistema de pastoreo x fecha y fecha x distancia.

El grado de utilización mostró interacciones significativas entre sistema de pastoreo y distancia a la aguada, tanto para las especies preferidas *B. pictus* y *P. ligularis* como para la de preferencia intermedia *P. speciosa*. En cambio, en la especie no preferida *P. humilis* no se detectó ningún efecto significativo (Figura 2.1 a, b, c y d). En todas las distancias a la aguada las plantas de *B. pictus* mostraron su menor grado de utilización en la clausura y el mayor bajo pastoreo rotativo. En cambio, las plantas bajo pastoreo continuo mostraron grados de utilización altos, similares a las sometidas a pastoreo rotativo, a 100 y 500 m de la aguada, mientras que las localizadas a 1000 m de la aguada mostraron grados de utilización bajos, similares a las ubicadas en la clausura (Figura 2.1 a). En *P. ligularis*, las diferencias en el grado de utilización no fueron tan marcadas como en *B. pictus*, y éstas se registraron especialmente a los 100 m de distancia de la aguada, con mayor utilización de *P. ligularis* en el sistema rotativo que en el sistema continuo y la clausura (Figura 2.1 b). El grado de utilización de *Pappostipa speciosa* fue algo mayor para todas las distancias en el sistema de pastoreo rotativo, intermedio en las plantas del sistema de pastoreo continuo y menor en la clausura (Figura 2.1 c). En términos generales, los niveles de grado de utilización fueron más

altos en *B. pictus* y más bajos en *P. humilis*, con *P. ligularis* y *P. speciosa*, en ese orden, en posiciones intermedias (Figura 2.1 a, b, c y d).

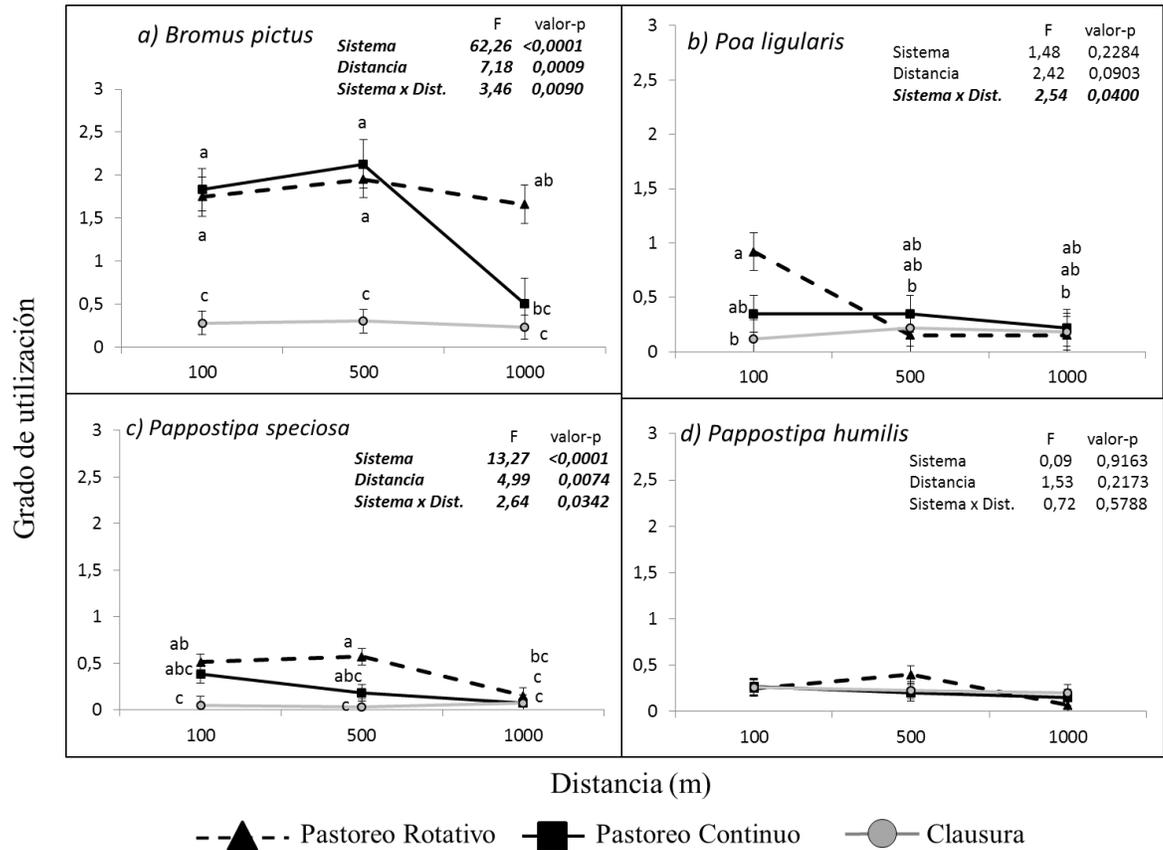


Figura 2.1. Grado de utilización de plantas pertenecientes a tres sistemas de pastoreo en función de la distancia a la aguada (m). En cada panel, la tabla superior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación Sistema de Pastoreo, Distancia a la aguada, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras distintas dentro de cada gráfico indican diferencias entre las 9 combinaciones sistema x distancia cuando la interacción entre ambos fue significativa (excepto en *P. humilis*) (Test LSD; $p < 0,05$) con valores de p corregidos por Bonferroni. Las líneas verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Fecha ni de las interacciones Fecha x Distancia, Fecha x Sistema, ni Fecha x Distancia x Sistema (ver detalles en Tabla A.2.1 del Anexo).

Tanto en *B. pictus* como en *P. ligularis* y en *P. speciosa* se registraron interacciones significativas entre la fecha de medición y los distintos sistemas de pastoreo. No ocurrió lo mismo con *P. humilis*, que sólo mostró diferencias significativas entre fechas (Figura 2.2 a, b, c y d).

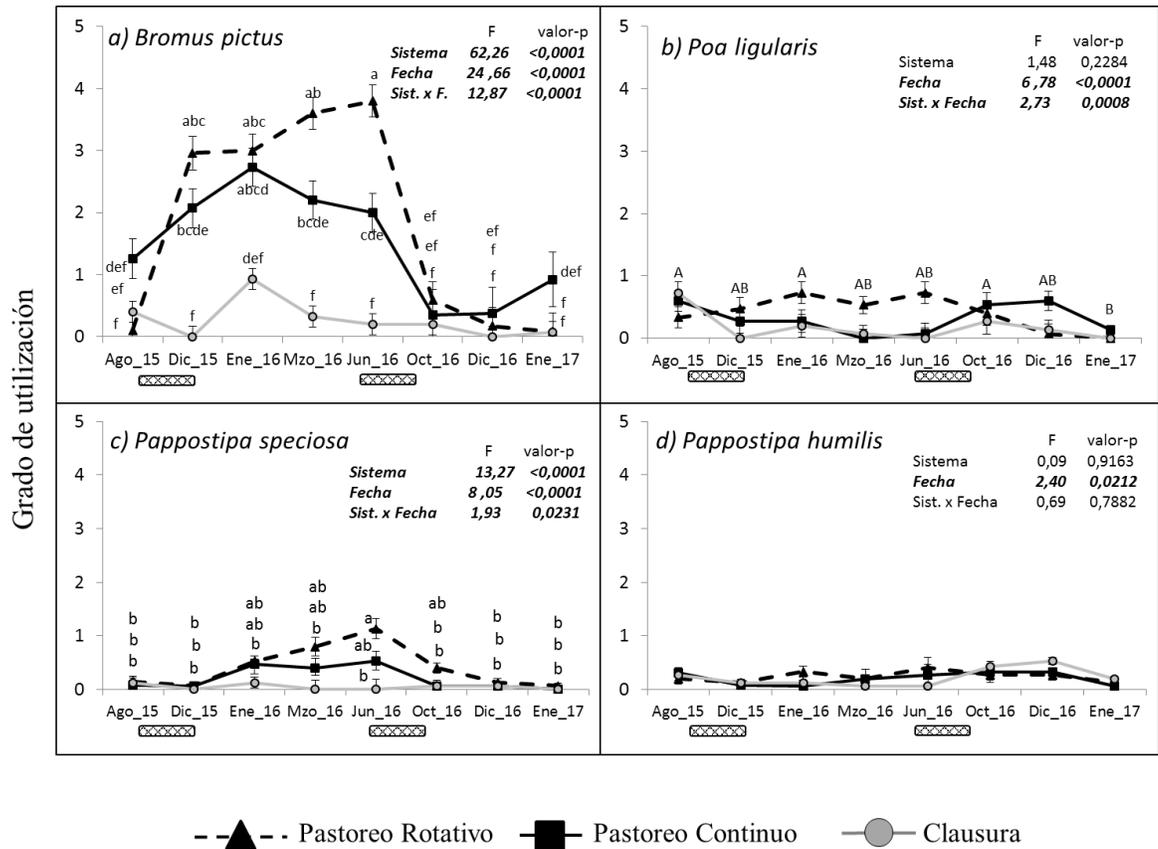


Figura 2.2. Grado de utilización de plantas pertenecientes a tres sistemas de pastoreo en función de la fecha de medición. En cada panel, la tabla superior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación sistema de pastoreo, fecha, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras minúsculas distintas dentro del gráfico en *B. pictus* y *P. speciosa* indican diferencias entre las 24 combinaciones sistema x fecha cuando la interacción entre ambos fue significativa. Letras mayúsculas distintas en *P. ligularis* indican diferencias sólo entre fechas (Test LSD; $p < 0,05$) con valores de p corregidos por Bonferroni. Las líneas verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Distancia ni de las interacciones Fecha x Distancia, Sistema x Distancia, ni Fecha x Sistema x Distancia.  : indica el período de ocupación de la parcela en seguimiento del sistema de pastoreo rotativo (ver detalles en Tabla A2.1 del Anexo).

El grado de utilización de *B. pictus* tendió a ser más alto en el sistema de pastoreo rotativo que en el sistema continuo entre diciembre de 2015 (fin del primer pastoreo) y junio de 2016 (comienzo del segundo pastoreo), aunque las diferencias entre ambos sistemas sólo fueron

significativas en junio de 2016 (Figura 2.2 a). Posteriormente, desde octubre de 2016 (el segundo pastoreo cesó en septiembre de 2016) el grado de utilización fue más bajo, y no presentó diferencias significativas entre sistemas de pastoreo hasta el final del período experimental (Figura 2.2 a). El mismo patrón temporal se registró en *P. ligularis* para el sistema de pastoreo rotativo, pero con grados de utilización sensiblemente más bajos que los observados en *B. pictus* y sin que las diferencias a favor del rotativo -entre enero y junio de 2016- llegaran a ser significativas (Figura 2.2 b). Sin embargo, a pesar de hallarse interacción significativa entre sistemas de pastoreo y fechas ($p=0,0008$), no fue posible detectar ningún patrón consistente en *P. ligularis*: la prueba LSD de Fisher con valores de p corregidos por Bonferroni no permitió detectar diferencias entre las 24 medias analizadas. Debido a ello, en la Figura 2.2 b sólo se indica el resultado de la prueba LSD para el factor fecha. En el caso de *P. speciosa*, se registraron grados de utilización similares a los observados en *P. ligularis*, con valores algo mayores en el potrero bajo pastoreo rotativo en junio de 2016, aunque las diferencias no fueron significativas (Figura 2.2 c). La misma situación se observó en *P. humilis*, ya que si bien se registraron diferencias significativas en el factor fecha ($p=0,0212$), la prueba LSD no permitió detectar diferencias entre las fechas (Figura 2.2 d). En todas las especies mencionadas, el grado de utilización en la clausura, debido a la presencia de herbívoros silvestres, siempre fue el más bajo.

Se registraron efectos significativos de la distancia a la aguada y de las fechas de medición en *B. pictus*, de la interacción entre ambos factores en *P. ligularis* y *P. speciosa*, y sólo de la fecha de medición en *P. humilis* (Figura 2.3 a, b, c y d).

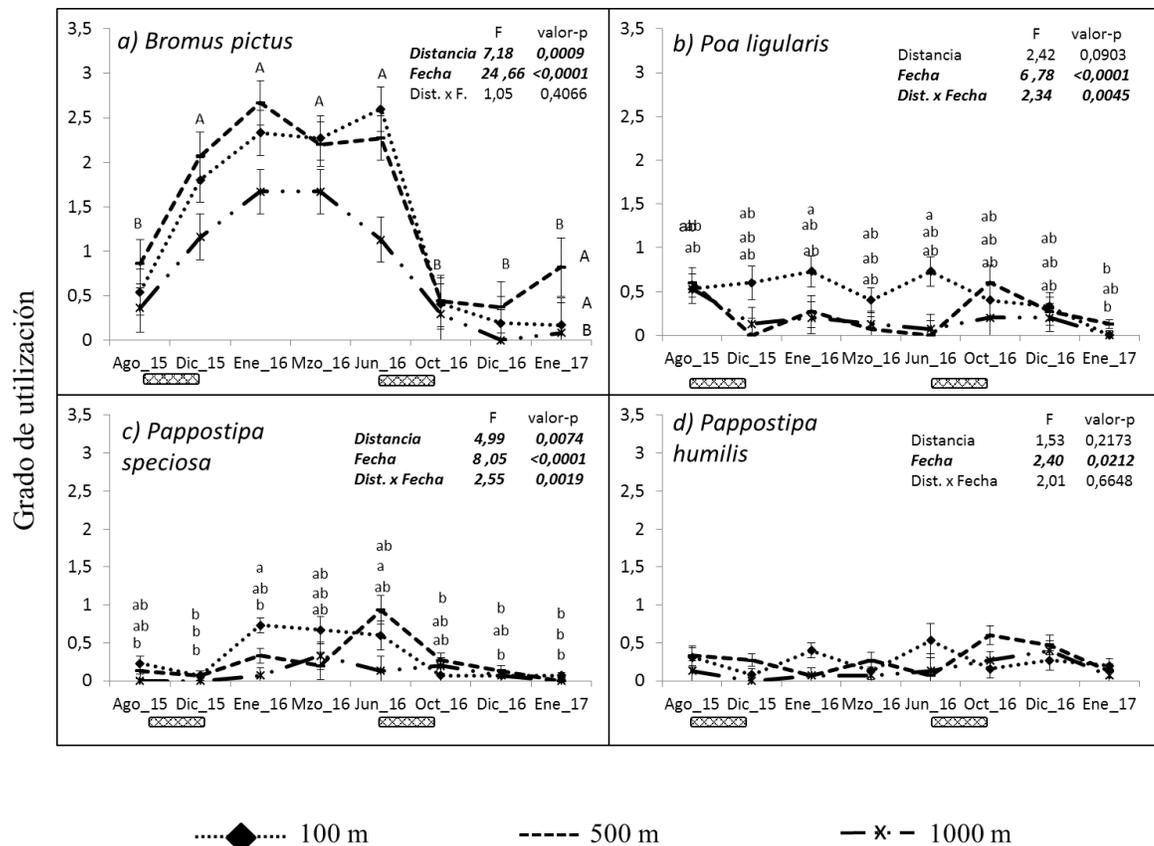


Figura 2.3. Grado de utilización de plantas en tres distancias a la aguada en función de la fecha de medición. En cada panel, la tabla superior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación distancia, fecha, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras minúsculas distintas dentro del gráfico en *P. ligularis* y *P. speciosa* indican diferencias entre las 24 combinaciones distancia x fecha cuando la interacción entre ambos fue significativa. Letras mayúsculas distintas en *B. pictus* indican diferencias sólo entre fechas (en la parte superior de las líneas) o sólo entre distancias (a la derecha y al final de las líneas) (Test LSD; $p < 0,05$) con valores de p corregidos por Bonferroni. Las líneas verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Sistemas de Pastoreo ni de las interacciones Fecha x Sistema, Sistema x Distancia, ni Fecha x Sistema x Distancia.  indica el período de ocupación de la parcela en seguimiento del sistema de pastoreo rotativo (ver detalles en Tabla A2.1 del Anexo).

El grado de utilización de *B. pictus* fue mayor a los 100 y 500 m de distancia que a los 1000 m ($1,3 \pm 0,12$ (A), $1,5 \pm 0,13$ (A) y $0,79 \pm 0,13$ (B) respectivamente), y entre diciembre 2015 y junio 2016 que en fechas previas y posteriores (Figura 2.3 a). En *P. ligularis* se observó una tendencia de mayor utilización de plantas a los 100 m de la aguada entre los meses de

diciembre 2015 y junio 2016, respecto a las plantas más alejadas, mientras que desde octubre 2016 ya no se registró esa tendencia de utilización entre distancias (Figura 2.3 b). En *P. speciosa* también se observó un mayor grado de utilización a los 100 m de la aguada, pero sólo en enero y marzo 2016, y también se observó mayor utilización a los 500 m en junio de 2016, aunque en todos los casos, las diferencias no fueron significativas (Figura 2.3 c). En las fechas previas y posteriores no se hallaron diferencias significativas entre distancias. En el caso de *P. humilis*, si bien se registraron diferencias significativas en el factor fecha ($p=0,0212$), la prueba LSD no permitió detectar diferencias entre fechas (Figura 2.3 d). La interpretación de los efectos significativos de la interacción triple entre sistema de pastoreo, distancia a la aguada y fecha detectados sólo para *P. ligularis* y *P. speciosa* ($p=0,0025$ y $p<0,0001$, respectivamente), va en línea con lo presentado en las Figuras 2.1, 2.2 y 2.3.

En síntesis, en las plantas de *B. pictus*, *P. ligularis* y *P. speciosa* se observó que el grado de utilización fue algo mayor en el sistema de pastoreo rotativo, intermedio en el sistema continuo, y más bajo en la clausura. Asimismo, respecto a las distancias a la aguada, se encontró que sólo en *B. pictus* el grado de utilización fue más “homogéneo” en el sistema de pastoreo rotativo que en el continuo, mientras que en *P. ligularis* y en *P. speciosa* se observó lo opuesto (Figura 2.1 a, b y c).

El valor máximo de utilización alcanzado de entre todas las especies se registró en *B. pictus* ($4,2\pm 0,28$ a los 100 m de distancia en sistema de pastoreo rotativo, en junio de 2016). Según la escala de Golluscio et al. 2015, estos resultados implican que no se encontraron grados de utilización más altos que el 75% del total de los macollos de las plantas en seguimiento. En las restantes especies el grado de utilización fue igual o menor que 1, lo cual implica que se registró sólo un macollo utilizado por individuo (Golluscio et al., 2015).

Proporción de gramíneas defoliadas

Se detectaron interacciones triples sistema x fecha x distancia (sólo en el caso de *P. speciosa*), y diversas interacciones dobles entre los 3 factores. Como ocurriera con el grado de utilización, para facilitar la interpretación de los resultados, se analizan secuencialmente las interacciones dobles: sistema de pastoreo x distancia, sistema de pastoreo x fecha, y fecha x distancia.

Tanto en *B. pictus* como en *P. ligularis* se hallaron diferencias significativas solamente entre sistemas de pastoreo, registrándose en ambos casos una proporción de plantas defoliadas más elevada en los sistemas pastoreados que en la clausura, sin diferencias entre el sistema rotativo y el continuo (Figura 2.4 a y b). En *P. speciosa* hubo una interacción significativa entre el sistema de pastoreo y la distancia a la aguada, hallándose mayor proporción de plantas defoliadas en los sistemas de pastoreo rotativo y continuo que en la clausura, y algo mayor a los 100 m de la aguada que a los 500 y 1000 m (Figura 2.4 c). La proporción de plantas defoliadas de las cuatro especies evaluadas fue muy baja; como ocurriera con el grado de utilización, *B. pictus* fue la especie con mayor proporción de plantas defoliadas en promedio (10%), seguida por *P. ligularis* (6%), *P. speciosa* (6%) y *P. humilis* (1,5%) (Figura 2.4 a, b, c y d).

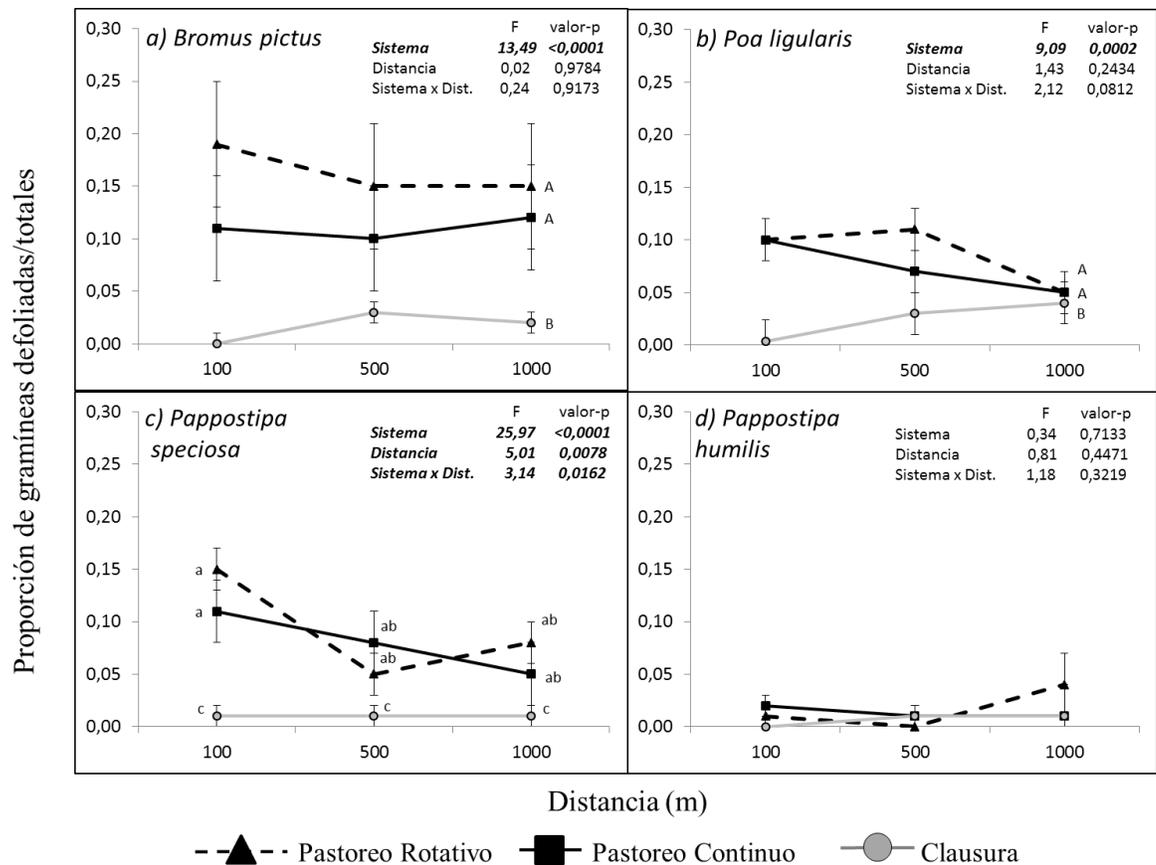


Figura 2.4. Proporción de gramíneas defoliadas sobre el total de plantas de cada especie pertenecientes a tres sistemas de pastoreo en función de la distancia a la aguada (m). En cada panel, la tabla superior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación sistema de pastoreo, distancia, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras minúsculas distintas dentro del gráfico de *P. speciosa* indican diferencias entre las 9 combinaciones sistema x distancia cuando la interacción entre ambos fue significativa. Letras mayúsculas distintas en *B. pictus* y *P. ligularis* indican diferencias sólo entre sistemas (Test LSD; $p < 0,05$) con valores de p corregidos por Bonferroni. Las barras verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Fecha ni de las interacciones Distancia x Fecha, Sistema x Fecha, ni Fecha x Sistema x Distancia (ver detalles en Tabla A2.2 del Anexo).

Tanto en *B. pictus* como en *P. speciosa* se registraron interacciones significativas entre la fecha de medición y los sistemas de pastoreo (Figura 2.5 a y c). *B. pictus* mostró mayor proporción de plantas defoliadas en marzo de 2016 en el sistema de pastoreo rotativo ($0,47 \pm 0,08$), y desde octubre de 2016 hasta el final del período experimental en el sistema de

pastoreo continuo (Figura 2.5 a). En el caso de *P. speciosa*, las mayores diferencias en la proporción de plantas defoliadas se registraron en marzo de 2016, bajo pastoreo continuo, y en junio de 2016, bajo pastoreo rotativo (Figura 2.5 c). *P. ligularis* mostró mayor proporción de plantas defoliadas bajo pastoreo, tanto continuo como rotativo, que bajo clausura ($0,07 \pm 0,01$ (A), $0,09 \pm 0,01$ (A) y $0,03 \pm 0,01$ (B), respectivamente). Asimismo, la proporción de plantas defoliadas fue máxima en octubre de 2016 ($0,2 \pm 0,04$) y mínima en enero 2017, cuando concluyó el período experimental (Figura 2.5 b). En *P. humilis* no se registraron efectos significativos del sistema de pastoreo, de la fecha ni de su interacción (Figura 2.5 d).

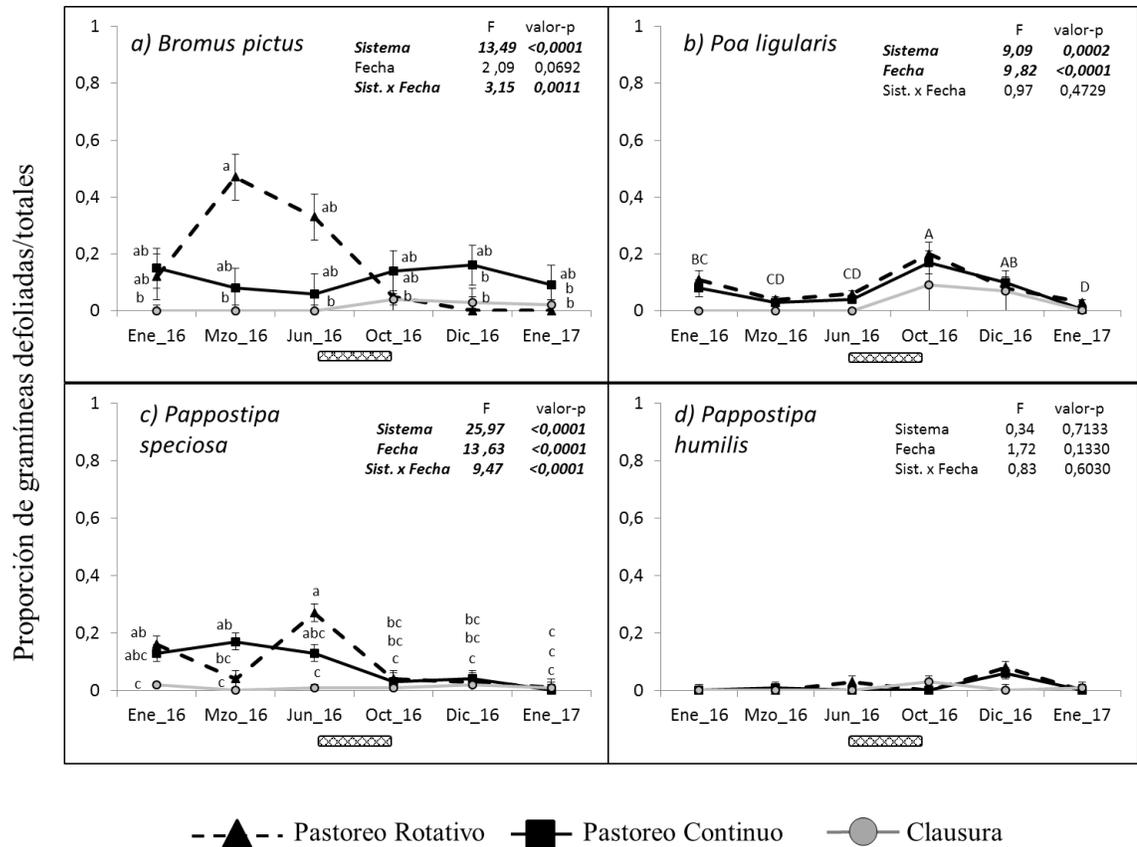


Figura 2.5. Proporción de gramíneas defoliadas sobre el total de plantas de cada especie pertenecientes a tres sistemas de pastoreo en función de la fecha de medición. En cada panel, la tabla superior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación Sistema de Pastoreo, Fechas, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras minúsculas distintas dentro del gráfico en *B. pictus* y *P. speciosa* indican diferencias entre las 18 combinaciones sistema x fecha cuando la interacción entre ambos fue significativa. Letras mayúsculas distintas en *P. ligularis* indican diferencias sólo entre fechas (Test LSD; $p < 0,05$) con valores de p corregidos por Bonferroni. Las barras verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Distancia ni de las interacciones Fecha x Distancia, Distancia x Sistema, ni Fecha x Distancia x Sistema (ver detalles en Tabla A2.2 del Anexo).  : indica el período de ocupación de la parcela en seguimiento del sistema de pastoreo rotativo.

Sólo se registraron efectos significativos de la interacción entre distancia a la aguada y fecha de medición en *P. speciosa* (Figura 2.6). La proporción de plantas defoliadas disminuyó a lo largo del período analizado, tanto a 500 como a 1000 m de la aguada. A 100 m de la aguada, se evidenció una tendencia similar, sólo alterada por un pico muy marcado en junio de 2016,

que estaría explicado por el alto porcentaje de matas de *P. speciosa* defoliadas en el potrero bajo pastoreo rotativo (Ver Fig. 2.5 c). En general hubo mínimas diferencias entre distancias, y sólo fue mayor a 100 m que a 500 o 1000m en enero y junio de 2016 (Figura 2.6). Asimismo, ésta fue la única especie en la que se registraron diferencias significativas en la interacción triple entre sistemas de pastoreo, distancias a la aguada y fechas ($p < 0,0001$), pero su interpretación va en línea con lo ya representado en las Figuras 2.4 c, 2.5 c y 2.6.

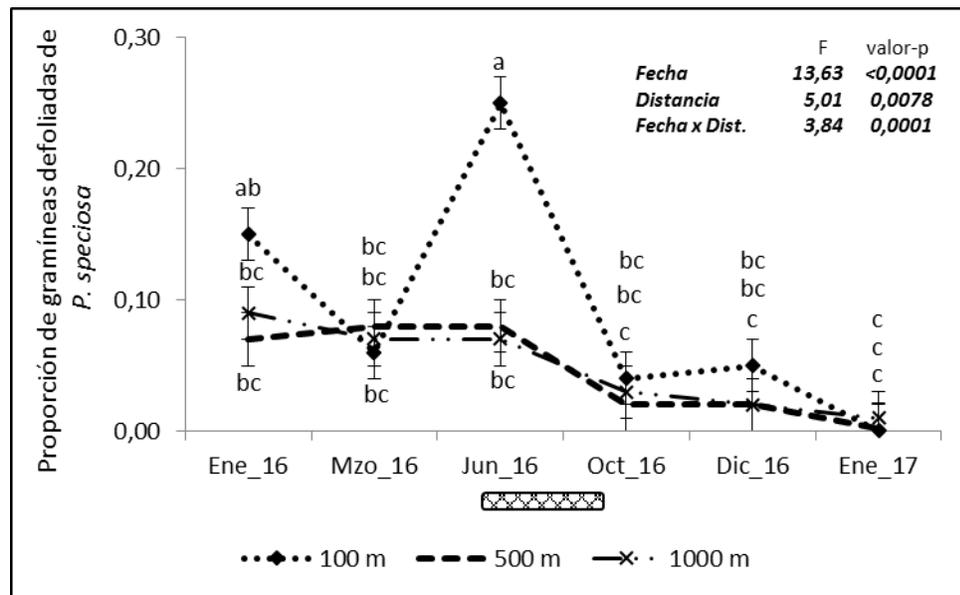


Figura 2.6. Proporción de gramíneas defoliadas sobre el total de plantas de *Pappostipa speciosa* en tres distancias desde la aguada en función de la fecha de medición. La tabla superior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación Fecha, Distancia, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras minúsculas distintas dentro del gráfico indican diferencias entre las 18 combinaciones fecha x distancia cuando la interacción entre ambos fue significativa (Test LSD; $p < 0,05$) con valores de p corregidos por Bonferroni. Las barras verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Sistema de pastoreo ni de las interacciones Sistema x Distancia, Fecha x Sistema, ni Fecha x Distancia x Sistema (ver detalles en Tabla A2.2 del Anexo). : indica el período de ocupación de la parcela en seguimiento del sistema de pastoreo rotativo.

En síntesis, la proporción de plantas defoliadas de *B. pictus*, *P. ligularis* y *P. speciosa* fue mayor en los sistemas pastoreados y menor en la clausura. Sólo en el caso de *B. pictus* en

marzo de 2016 la proporción de plantas defoliadas fue mayor en el sistema de pastoreo rotativo que en el sistema continuo (Figura 2.5 a, b y c). *B. pictus* mostró la mayor proporción de plantas defoliadas, pero la misma fue relativamente baja: 16% en el sistema rotativo, 11% en el continuo, y 2% en la clausura (Figura 2.4 a). Respecto a las distancias a la aguada, *B. pictus* y *P. ligularis* no mostraron diferencias en la proporción de plantas defoliadas, lo cual podría indicar que la utilización de esas especies en el pastizal fue más homogénea. En cambio, sí se encontraron diferencias en *P. speciosa* en las parcelas sometidas a pastoreo continuo y rotativo (Figura 2.4 c), con mayores grados de utilización cerca de la aguada (100 m) que en las distancias más alejadas. La especie no preferida *P. humilis* no presentó diferencias en cuanto a la proporción de plantas defoliadas ni entre sistemas de pastoreo ni entre distancias a la aguada (Figura 2.4 d) ni entre fechas (Figura 2.5 d).

Aparición de grupos funcionales y especies en heces

Las gramíneas mostraron la mayor proporción de aparición en las heces, seguidas por las hierbas, los arbustos y los gramínoideas (ver lista de especies presentes en cada grupo en la Tabla A2.3 del Anexo). Sólo el grupo funcional de Arbustos mostró diferencias significativas entre sistemas de pastoreo, con mayor % de aparición en heces en el sistema de pastoreo continuo (Figura 2.7), en particular de los géneros *Acantholippia spp.* (13,79% en pastoreo continuo vs. 0% en rotativo, en septiembre 2015; 12,20% en pastoreo continuo y 0% en rotativo, en septiembre 2016), y *Ephedra spp.* (8,62% en pastoreo continuo vs. 0% en rotativo, en septiembre 2015; 3,33% en pastoreo continuo y 2,45% en rotativo, en septiembre 2016).

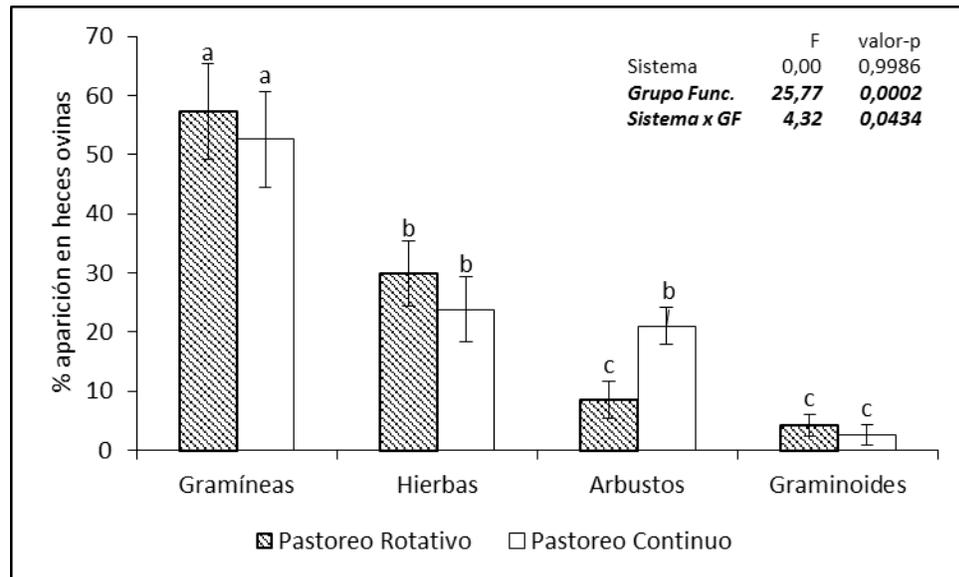


Figura 2.7. Porcentaje de aparición en dieta (heces ovinas) de grupos funcionales de plantas pertenecientes a dos sistemas de pastoreo contrastantes, promedio de dos fechas de medición (septiembre 2015 y septiembre 2016). La tabla superior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras distintas dentro del gráfico indican diferencias entre las 8 combinaciones de Sistema x Grupo Funcional (Test LSD; $p < 0,05$) con valores de p corregidos por Bonferroni. Las barras verticales indican Error Estándar.

Respecto a la proporción de aparición en las heces de los tres géneros de gramíneas bajo estudio, *Pappostipa spp.* y *Poa spp.* fueron más frecuentes en la dieta que *Bromus spp.* Sin embargo, ninguna de ellas mostró diferencias significativas entre sistemas de pastoreo (Figura 2.8).

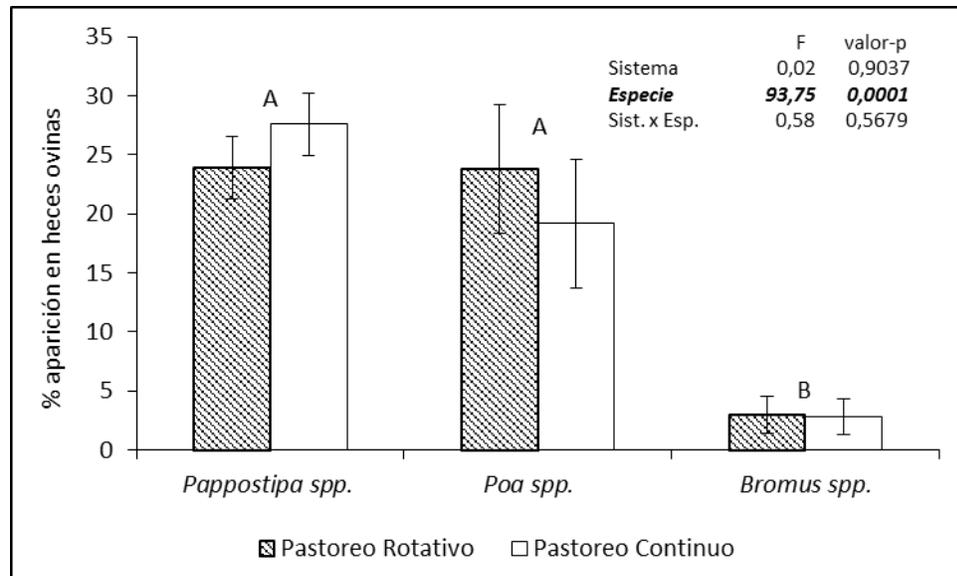


Figura 2.8. Porcentaje de aparición en dieta (heces ovinas) de los géneros *Pappostipa spp.*, *Poa spp.* y *Bromus spp.* bajo pastoreo continuo y rotativo, promedio de dos fechas de medición (septiembre 2015 y septiembre 2016). La tabla superior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos para los factores sistema de pastoreo y género ($p < 0,05$). Las líneas verticales indican Error Estándar.

El ranking de aparición de géneros en las heces guarda cierta relación con el ranking de cobertura vegetal, aunque la misma no es biunívoca. En efecto, en el caso del género *Bromus spp.*, la menor aparición en heces puede estar vinculada a su extremadamente baja presencia en el pastizal natural del Campo Experimental Río Mayo (Golluscio et al., 2005; Oñatibia y Aguiar, 2019; Valenta et al., 2020) (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Cobertura aérea relativa promedio (líneas de Canfield, %) de plantas de los géneros *Pappostipa*, *Poa* y *Bromus* en tres fechas de muestreo (julio 2015, agosto 2016 y enero 2017) y tres distancias a la aguada (100, 500 y 1000 m) por sistema de pastoreo.

	<i>Pappostipa</i>	E.E.	<i>Poa</i>	E.E.	<i>Bromus</i>	E.E.
Pastoreo Rotativo	29,1	1,76	43,9	1,68	0,8	0,51
Pastoreo Continuo	40,2	3,78	33,6	4,56	1,4	0,95

Tanto en *Pappostipa spp.* como en *Poa spp.* el Índice de Electividad de Ivlev fue negativo, lo cual indica una menor presencia del género en la dieta de los ovinos que en la comunidad vegetal. Este patrón fue más marcado en *Poa spp.* que en *Pappostipa spp.* (Figura 2.9). *Bromus spp.*, por su parte, fue el único género con mayor presencia en la dieta que en la comunidad (Índice de Electividad positivo), lo cual refleja el alto grado de preferencia de este género, especialmente en las fechas de medición relevadas. Asimismo, se observa que la preferencia de *Bromus* fue mayor en el sistema de pastoreo continuo, aunque sin diferencias estadísticamente significativas (Figura 2.9).

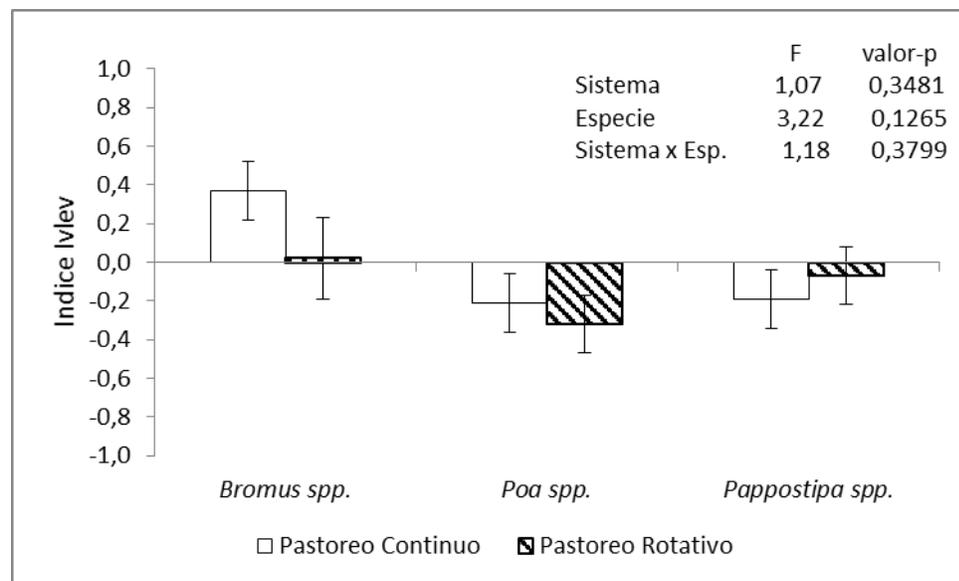


Figura 2.9. Índice de electividad de Ivlev de los géneros *Bromus*, *Poa* y *Pappostipa* bajo pastoreo continuo y rotativo promedio de dos fechas de muestreo: septiembre de 2015 y septiembre de 2016. La tabla superior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos para los factores sistema de pastoreo y especie (género) ($p < 0,05$). Las líneas verticales indican Error Estándar.

Contenido de Nitrógeno Fecal (en base Materia Seca)

No se registraron diferencias significativas en el porcentaje de Nitrógeno Fecal entre sistemas de pastoreo (Figura 2.10) aunque hubo una tendencia hacia un mayor contenido de nitrógeno fecal en el sistema de pastoreo rotativo que en el sistema de pastoreo continuo ($1,15 \pm 0,06\%$ y $1,04 \pm 0,06\%$, respectivamente). Tal diferencia fue opuesta a lo esperado.

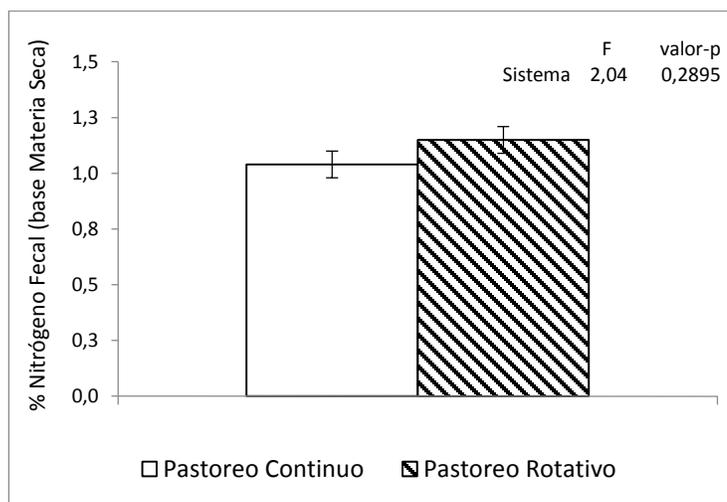


Figura 2.10. Porcentaje de nitrógeno fecal (en base a materia seca) de ovinos en pastoreo continuo y rotativo promedio de dos fechas de muestreo: septiembre de 2015 y septiembre de 2016. Las barras verticales indican Error Estándar.

DISCUSIÓN

En el caso de *P. speciosa* (de preferencia intermedia), nuestros resultados apoyaron la primera predicción, referida a que el grado de utilización de las gramíneas no preferidas será más alto en el sistema de pastoreo rotativo (caracterizado por su mayor carga instantánea), ya que mostró diferencias significativas entre sistemas de pastoreo en grado de utilización pero no en % de plantas defoliadas. En cambio, la predicción no se vio corroborada en el caso de *P. humilis* (no preferida), la cual casi no mostró signos de utilización en todos los sistemas y distancias a la aguada. Esto sugiere que las cargas animales utilizadas no fueron tan altas como para promover la defoliación de una especie tan poco preferida.

Contrariamente a nuestra segunda predicción, bajo pastoreo rotativo aumentó también la utilización (tanto el grado como el porcentaje de plantas defoliadas) de *B. pictus*, la especie más preferida, y además provocó una utilización más homogénea de la misma dentro de la parcela (teniendo en cuenta las distancias a la aguada). En cambio, el grado de utilización y la proporción de plantas defoliadas de la especie preferida clave *P. ligularis* no fueron significativamente distintos entre sistemas de pastoreo.

Tanto en el sistema de pastoreo rotativo como en el sistema continuo, la proporción de plantas defoliadas de *P. ligularis* fue notablemente menor que la observada por Oñatibia et al. (2020) en las estepas del oeste de la provincia de Chubut. En su trabajo, los autores mencionan que incluso en sitios con presiones de pastoreo menores a 0,1 ovino/ha, la cual podría compararse con la presión de pastoreo del sistema continuo de esta Tesis, la proporción de plantas defoliadas de *P. ligularis* era cercana al 100%, mientras que en nuestro experimento nunca superó el 20% en promedio en el mencionado sistema ni en el rotativo. En cambio, la proporción de plantas defoliadas promedio de *P. speciosa* hallada en esta Tesis sí fue similar

a la observada por Oñatibia et al. (2020) en presiones de pastoreo equivalentes al sistema de pastoreo continuo (proporción cercana al 8% en ambos trabajos), aunque menores en nuestro trabajo respecto a presiones de pastoreo equivalentes a las del sistema rotativo (proporción de plantas defoliadas del 8% en promedio en nuestro trabajo y casi del 30% para Oñatibia et al. (2020)). Asimismo, los autores mencionan que en su trabajo la relación entre la proporción de plantas defoliadas de esta especie y la presión de pastoreo fue débil ($R=0,0432$; $p < 0,001$), y que los ovinos defoliaron una baja proporción de plantas a pesar de la presión de pastoreo.

Bajo pastoreo rotativo, *P. ligularis* y *P. speciosa* alcanzaron menor grado de utilización que los hallados por Fariña (2019) en otra estepa patagónica del área fitogeográfica de Sierras y Mesetas Occidentales. En efecto, Fariña (2019) registró un grado de utilización promedio de 4,64 y 3,14 en *P. ligularis* y *P. speciosa*, respectivamente (en una escala de 1 a 5; Siffredi, 2012) bajo esta modalidad de pastoreo. En cambio, ambos trabajos registraron grados de utilización similares bajo pastoreo continuo (1 en promedio), similar a su vez al hallado por Golluscio y colaboradores (1998) para *P. speciosa* en otra estepa del noroeste de Chubut. Las marcadas diferencias halladas bajo pastoreos con altas cargas instantáneas probablemente estén relacionadas a que en el trabajo de Fariña (2019) las cargas ovinas instantáneas fueron notablemente mayores en el sistema de pastoreo intensivo que las de esta Tesis (20 EO/ha³ vs. 0,46 UGOs/ha en el sistema rotativo de nuestro experimento). En cambio, las cargas usadas bajo el tratamiento de carga instantánea moderada fueron similares a las usadas bajo pastoreo continuo en esta Tesis (0,3 EO/ha vs. 0,18 UGOs/ha en nuestro experimento).

³ Equivalente Oveja (EO): Corresponde a los requerimientos de una oveja de 40 kg de peso vivo al servicio, que cría y desteta, a los 100 días desde el parto, un cordero de 20 kg de peso vivo por año. Se supone un requerimiento de 468 kg MS/año, incluyendo el consumo de forraje del cordero antes del destete (Girardin et al. 2011, citado por Fariña, 2019).

No resultó posible poner a prueba la tercera predicción, referida a que la proporción de gramíneas no preferidas en las heces ovinas será mayor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo porque no se pudo diferenciar los tejidos de *P. humilis*, la especie no preferida por excelencia, de los de *P. speciosa*. Por otra parte, sólo se hallaron diferencias significativas entre sistemas de pastoreo en el grupo funcional de arbustos, cuya proporción en la dieta fue mayor en el sistema de pastoreo continuo. Una posible explicación de este resultado podría estar vinculada a que en el momento en que se tomaron las muestras de heces para la determinación de grupos funcionales y especies por microhistología (septiembre de 2015 y septiembre 2016) los ovinos del sistema rotativo se encontraban en la parcela en seguimiento (suroeste del cuadro) y los ovinos del sistema continuo pastoreaban por todo el cuadro asignado. Si bien no se registraron diferencias entre sistemas ni en las coberturas determinadas por líneas de Canfield de *Acantholippia spp.* ni en las de *Ephedra spp.*, que fueron los arbustos con mayor proporción hallada en las heces, ni tampoco en las coberturas determinadas por Valor Pastoral (Elissalde et al., 2010; datos no mostrados), sí se pudo observar en los sitios que los arbustos de *Acantholippia spp.* se encontraban en mayor proporción en el norte del cuadro en pastoreo continuo y en la parcela norte del sistema rotativo (observación personal). Probablemente el hecho de que los ovinos del sistema rotativo no se encontrasen en la parcela norte sino en la parcela sudoeste tenga relación estrecha con los resultados obtenidos.

Respecto al grupo funcional de gramíneas, en ambos sistemas de pastoreo se encontró una mayor frecuencia de tejidos del género *Pappostipa* ($21,5 \pm 1,53$ %) que de *Poa* ($15,7 \pm 2,08$ %), aunque sin diferencias estadísticamente significativas, y muy baja aparición de *Bromus* ($2,2 \pm 0,47$ %), lo cual estaría vinculado a la proporción de estas especies en el pastizal. Estos

hallazgos van en línea con lo observado por Villagra y colaboradores (2013) en la estepa del centro-sur de la provincia de Río Negro en establecimientos ganaderos sin mallines, en donde registraron que las gramíneas perennes contribuyeron en más del 76% de la dieta de los herbívoros domésticos (ovinos, caprinos, equinos y bovinos), siendo el género *Pappostipa* spp. el de mayor proporción. Asimismo, Pelliza y colaboradores (1997) refieren que, para el Distrito Fisonómico Florístico dentro del cual se encuentra emplazado el Campo Experimental Río Mayo (DFF 5), la dieta de los ovinos estuvo constituida, en el invierno principalmente, por gramíneas perennes acompañadas de plantas leñosas. Los géneros mayormente hallados fueron *Festuca* spp. (20-30%) y *Pappostipa* spp. (20-30%), proporción similar esta última a la encontrada en nuestro estudio. Otros géneros observados fueron *Poa* spp. y *Azorella* spp. (específicamente *Azorella prolifera*, ex -*Mulinum spinosum*; no *Azorella monantha*, “leña piedra”), pero no se indica su proporción. En primavera, dentro del mismo DFF, las autoras refieren un incremento en la proporción de gramínoides hallados en la dieta, y en el verano un incremento en la proporción de arbustos (especialmente de *Azorella* spp., ex *Mulinum* spp.), contando además con una proporción de gramíneas perennes de entre 20 y 30%, sin especificar géneros.

Según sus índices de calidad específica, las plantas del género *Pappostipa* tienen menor calidad que las de los géneros *Poa* y *Bromus* (Bonvisutto et al., 1983; Somlo et al., 1985; Elissalde et al., 2010). Por esa razón llama la atención que *Poa* sp., generalmente aceptada como la especie forrajera clave de la comunidad (Golluscio et al. 2015; Oñatibia et al. 2020), contara con menor presencia en las heces que en la vegetación, especialmente en la segunda estación de crecimiento, aunque sin diferencias estadísticamente significativas respecto a *Pappostipa* spp. Es probable que la proporción de tejido muerto de las plantas de *P. ligularis*

sea un determinante del bajo grado de utilización de esta especie. En este sentido, Oñatibia y Aguiar (2016) mencionan que en cuadros con historia de pastoreo leve (baja carga), las plantas de *Poa* suelen tener, en promedio, mayor proporción de tejido muerto que las especies del género *Pappostipa*. Algunos aspectos relacionados con la proporción de tejido muerto de las especies bajo estudio son discutidos en el capítulo 3 de esta Tesis.

Nuestros resultados refutaron la cuarta predicción, referida a que el mayor grado de utilización de especies preferidas en el sistema de pastoreo continuo generará una mejor nutrición en esa majada ovina, y por ello un mayor porcentaje de nitrógeno fecal (%NF) que en sistemas de pastoreo rotativo. De hecho, se registró mayor %NF bajo pastoreo rotativo que bajo pastoreo continuo, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, estos resultados fueron coherentes con el hecho de que en las parcelas bajo pastoreo rotativo se registró mayor grado de utilización de las especies preferidas, contradiciendo nuestra segunda predicción.

Los niveles de %NF hallados en nuestro experimento van en línea con los registrados por Giraud y colaboradores (2012) en establecimientos ganaderos del área ecológica Sierras y Mesetas Occidentales de la provincia de Río Negro (1,03 a 2,34 % NF en la esquila preparto). Estos rangos serían equivalentes a los niveles de %NF obtenidos en nuestro experimento en los meses de septiembre 2015 y 2016 (preparto) cuyo valor fue de $1,1 \pm 0,06\%$ como promedio de los dos sistemas de pastoreo. Esta información sugiere que la época del año en que los animales tienen mejor nutrición probablemente sea el fin de la primavera, cuando las plantas encuentran temperatura creciente y disponibilidad de agua aceptable. Un valor de referencia es el de de 1,2% de NF en la Materia Orgánica (MO) fecal, considerado como límite para obtener una dieta que cumpla con los requerimientos de PB para el mantenimiento

de bovinos (Hakkila et al., 1988). Considerando, además, que la mayoría de las ecuaciones disponibles en la bibliografía están expresadas en MO (Núñez Hernández et al., 1992; Wang et al., 2009; Peripolli et al., 2011) y que los resultados de este trabajo lo están en % MS, los valores obtenidos de % NF podrían ser aún mayores (Giraud et al., 2012). Asumiendo un contenido de cenizas en la materia seca del orden del 20-25% (ver por ejemplo Windham et al., 1991: rango entre 12 y 33% de cenizas en la materia seca de heces; Hassanpour et al., 2011: 22,75% de cenizas en base a la materia seca de heces), los valores de %NF registrados en nuestro ensayo superarían holgadamente el umbral de 1.2% de la materia orgánica en heces.

Otro aspecto a destacar es la variación temporal observada, tanto en el grado de utilización como en la proporción de gramíneas defoliadas, en el índice de electividad de Ivlev y en el porcentaje de nitrógeno fecal. En el caso de *B. pictus*, el grado de utilización posterior al primer período de ocupación de la parcela en pastoreo rotativo (septiembre a diciembre de 2015) fue notablemente más alto que el observado al finalizar el segundo período de ocupación (junio a septiembre de 2016). Asimismo, llama la atención la mayor proporción de plantas defoliadas hallada en marzo de 2016, ya que en ese período la parcela en pastoreo rotativo se encontraba sin ovinos. Esto pudo deberse a la defoliación realizada por herbívoros silvestres o bien a que dadas las condiciones de sequía imperantes desde que la parcela fue desocupada, el material verde nuevo fue insuficiente como para ocultar los signos de defoliación remanentes. Todos estos patrones temporales no fueron observados en las otras especies bajo estudio.

En síntesis, se pudo corroborar la primera predicción que proponía que el grado de utilización de las gramíneas no preferidas será mayor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas

de pastoreo continuo, para *P. speciosa*. No ocurrió lo mismo con la especie menos preferida de todas, *P. humilis*, probablemente debido a que la carga animal fue insuficiente. La segunda predicción referida a que el grado de utilización de las gramíneas preferidas será mayor en sistemas de pastoreo continuo que en sistemas de pastoreo rotativo, no se corroboró ni en *P. ligularis* ni en *B. pictus*. Las predicciones referidas a que la proporción de gramíneas no preferidas en las heces ovinas será mayor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo (tercera predicción), y a que el mayor grado de utilización de especies preferidas en el sistema de pastoreo continuo generará una mejor nutrición de la majada ovina, y por ello un mayor porcentaje de nitrógeno fecal, que en sistemas de pastoreo rotativo (cuarta predicción), tampoco se vieron corroboradas. Sin embargo, nuestros resultados mostraron que en los sistemas de pastoreo en los que se promovió la utilización de las especies preferidas, que contrariamente a lo esperado fueron aquellos bajo pastoreo rotativo y no aquéllos bajo pastoreo continuo, se detectó una tendencia al aumento en el %NF muy probablemente asociado a una mejora de la calidad de la dieta.

CAPÍTULO III

El sistema de pastoreo como modificador del vigor de pastos preferidos y no preferidos

INTRODUCCIÓN

Independientemente del sistema de pastoreo empleado, las cargas animales muy altas disminuyen la producción animal y vegetal y, a menudo, no son sustentables en cuanto a la composición de especies de la comunidad, la estabilidad de los suelos y sus funciones hidrológicas (Thurow, 1991; Milton et al., 1994; Briske et al., 2008). Como contrapartida, en algunos ambientes, los herbívoros salvajes o domésticos manejados con cargas moderadas pueden promover la productividad e incluso vigorizar a las especies preferidas, aún en comparación con situaciones sin pastoreo (Cingolani et al., 2005; Oñatibia y Aguiar, 2016). Así, la evaluación de los efectos de diferentes intensidades de pastoreo puede ayudar a refinar las prácticas de manejo, a fin de promover la producción de biomasa sin cambios indeseables en la composición de especies (Laca, 2009; Oñatibia y Aguiar, 2016).

En la estepa Patagónica del sudoeste de la provincia de Chubut se han realizado distintos experimentos a fin de evaluar la respuesta de la vegetación bajo distintas presiones de pastoreo, en términos de producción de biomasa de los grupos funcionales más representativos del pastizal natural (pastos y arbustos forrajeros y no forrajeros) (Oñatibia y Aguiar, 2016) y de cambios en variables morfométricas de la vegetación (diámetros, altura, % de mata viva) (Oñatibia y Aguiar, 2019). En el primer caso, se consideraron sitios con diferentes cargas históricas ovinas, de al menos 10 años, evaluando sitios bajo pastoreos intensos, moderados y sin pastoreo (Oñatibia y Aguiar, 2016). En el segundo caso, se observaron los cambios en el pastizal al aplicar descansos selectivos durante distintas estaciones del año (Oñatibia y Aguiar, 2019). Estos antecedentes contribuyen al entendimiento de la dinámica de la vegetación en la mencionada estepa y muestran que, en determinadas condiciones, son posibles los efectos positivos del pastoreo sobre la biomasa

de las plantas, y que la exclusión del pastoreo no necesariamente generaría un aumento en esa biomasa (Oñatibia y Aguiar, 2016). Asimismo, tanto esta variable como las características morfométricas de la vegetación estarían fuertemente vinculadas al distinto grado de preferencia animal por las especies del pastizal natural, y a su disponibilidad como forraje verde y de calidad a lo largo del año (Oñatibia y Aguiar, 2019).

El sistema “Holístico” de manejo ganadero es un tipo de pastoreo rotativo que consiste en generar pulsos de pastoreo intenso y de corta duración a través de la concentración de los animales en regímenes de rotación flexibles, que permiten largos períodos de descanso (Savory y Parson, 1980; Savory, 1983; Borrelli et al., 2013). Se ha propuesto este manejo como una forma de regenerar y recuperar los pastizales y la productividad secundaria de los establecimientos ganaderos de la Patagonia (Borrelli et al., 2013). Sin embargo, hasta el momento existe muy poca información empírica sobre éste y otros sistemas de pastoreo en la región Patagónica (Golluscio et al., 1999; Buono et al., 2011a; Oliva et al. 2012; Oñatibia y Aguiar, 2016, 2019; Oliva et al., 2021). En consecuencia, esta Tesis pretende aportar a la discusión actual sobre el tema (Briske et al., 2008; Briske et al., 2011; Briske et al., 2013; Briske et al., 2014; Cibils et al., 2014; Teague, 2014; McDonald et al., 2019) y generar información de utilidad para la toma de decisiones de manejo acertadas que conserven el recurso forrajero y mejoren el desempeño animal.

En el capítulo 2 encontramos que el grado de utilización de *P. speciosa* (gramínea no preferida por los ovinos) fue mayor en el sistema de pastoreo rotativo que en el sistema de pastoreo continuo, y que no ocurrió lo mismo con la especie menos preferida de todas, *P. humilis*, probablemente debido a que la carga animal fue insuficiente. Además, nuestros resultados mostraron que, contrariamente a lo esperado, el grado de utilización de las

gramíneas preferidas *P. ligularis* y *B. pictus* fue menor en el sistema de pastoreo continuo que en el sistema rotativo. Tampoco se registró lo esperado en cuanto a la proporción de gramíneas no preferidas halladas en las heces ovinas ni en el porcentaje de nitrógeno fecal, ya que no se encontraron diferencias significativas entre sistemas de pastoreo. Sin embargo, nuestros resultados mostraron que en los sistemas de pastoreo en los que se promovió la utilización de las especies preferidas, que contrariamente a lo esperado fueron aquellos bajo pastoreo rotativo y no aquéllos bajo pastoreo continuo, se detectó una tendencia al aumento en el %NF muy probablemente asociado a una mejora de la calidad de la dieta. Todos estos hallazgos relativamente inesperados obligan a investigar sus consecuencias sobre el vigor de las gramíneas en los sistemas de pastoreo analizados.

El objetivo específico de este capítulo es:

Determinar si los cambios en la selectividad de los ovinos asociados a distintos sistemas de pastoreo se traducen en modificaciones en el vigor de las gramíneas preferidas y no preferidas.

Hipótesis:

El pastoreo rotativo reduciría la selectividad de los ovinos respecto a las especies preferidas y aumentaría el grado de utilización de las especies no preferidas, independientemente de la distancia a la aguada. Este cambio en la selectividad podría aumentar el vigor de las gramíneas preferidas por el ganado y reducir el de las no preferidas.

Predicciones:

- a) El vigor de las gramíneas preferidas será mayor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo y sin pastoreo.
- b) El vigor de las gramíneas no preferidas será menor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo y sin pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño Experimental

Tanto área de estudio como el sector de cada potrero correspondiente a los distintos sistemas de pastoreo evaluados, y la descripción de la metodología para la selección y ubicación de las plantas en seguimiento de *P. ligularis*, *B. pictus*, *P. speciosa* y *P. humilis* se encuentran detalladas en la sección “Materiales y Métodos” de los capítulos 1 y 2 de esta Tesis (ver Figura 1.1).

El **vigor** de las gramíneas preferidas y no preferidas por los ovinos en los distintos sistemas de pastoreo se determinó en cada planta (15 individuos por especie por sistema de pastoreo, ver Materiales y Métodos, capítulo 2) a través de la estimación de la proporción de mata viva (determinación visual con intervalos de 5%), la medición de dos diámetros perpendiculares (diámetro promedio en cm) y altura modal (cm) (dado que cada planta tiene infinitos diámetros y alturas) y el conteo de la cantidad de varas florales (N°) en cada una de las plantas seleccionadas (Siffredi et al., 1992; Kim et al., 2016, Oñatibia y Aguiar, 2019). Las mediciones tuvieron lugar desde junio de 2015 hasta enero de 2017, comprendiendo dos estaciones de crecimiento (octubre-enero) de la vegetación.

Se analizaron dos estimadores de vigor: (1) la cantidad de varas florales producidas en el año (contadas en diciembre) y (2) el volumen verde ($\text{cm}^3 \cdot \text{planta}^{-1}$), un indicador que sintetiza el resto de las variables propuestas, ya que considera tanto el diámetro promedio como la altura modal y el porcentaje de mata viva de las gramíneas estudiadas. Para su cálculo se asumió que las gramíneas tienen forma cilíndrica:

$$\text{Volumen verde (cm}^3\text{)} = (\pi * (\text{diámetro}^2) / 4) (\text{cm}^2) \times \text{altura (cm)} \times \text{proporción de mata viva}$$

Donde:

- Diámetro: promedio del diámetro máximo en la base de la planta y el perpendicular al mismo que pase por su centro.
- Altura: altura modal de la mata (altura de la mayor parte de las hojas desplegadas de la planta)
- Proporción de mata viva: porcentaje verde de la mata /100 (valores entre 0 y 1, con una escala de intervalos de 0.05).

En cada sitio identificado con una estaca se realizaron mediciones de la vegetación repetidas en el tiempo. En junio de 2015 se tomaron las mediciones iniciales de altura, diámetro y porcentaje de mata viva de cada una de las plantas seleccionadas para construir el volumen verde inicial (cm^3). Las mismas variables se midieron durante 8 fechas subsiguientes, siempre sobre las mismas plantas marcadas (ver Materiales y Métodos, capítulo 2). Las mediciones se realizaron de forma bimestral a excepción de los momentos donde los animales eran reunidos para las tareas propias del campo (esquila, señalada, servicios), donde se realizaron con mayor frecuencia. El *período de ocupación* de la parcela suroeste del potrero

bajo pastoreo rotativo estuvo comprendido entre septiembre y diciembre de 2015 (primavera) y entre junio y septiembre de 2016 (invierno) (Figura 3.1).

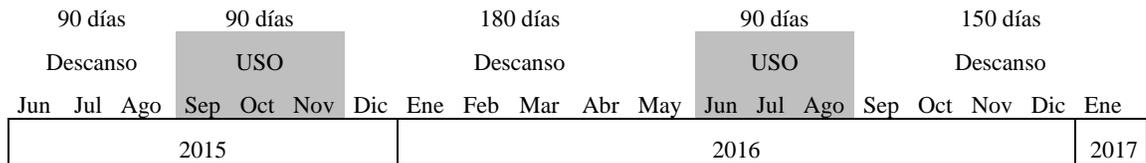


Figura 3.1. Cronograma de descansos y períodos de ocupación (USO) de la parcela en pastoreo rotativo desde el inicio hasta el final del período experimental.

Debido a limitaciones de infraestructura y presupuestarias, el ensayo no contó con repeticiones verdaderas de cada sistema de pastoreo. Sin embargo, dada la semejanza inicial de todos los sitios (Oñatibia y Aguiar 2016, 2018 y 2019) se consideró a las 5 plantas de cada especie como repeticiones de cada combinación sistema de pastoreo x distancia a la aguada (ver Materiales y Métodos, capítulo 2).

Análisis estadístico

El modelo estadístico propuesto para el análisis de cada una de las cuatro especies fue el mismo, ya sea para (1) el **número de varas florales** o (2) el **volumen verde** (y):

$$y = \mu + \text{Sistema de Pastoreo} + \text{Distancia a la aguada} + \text{Fecha} + (\text{interacciones}) + \text{Covariable} + \text{Error}$$

Siendo:

μ = Media poblacional.

Sistema de Pastoreo = Efecto fijo con tres niveles: Clausura, Continuo y Rotativo.

Distancia a la aguada = Efecto fijo con tres niveles: 100, 500 y 1000 m.

Fecha = Efecto fijo con 8 niveles: agosto 2015, diciembre de 2015, enero 2016, marzo 2016, junio 2016, octubre 2016, diciembre 2016 y enero 2017 en el caso del volumen verde y sólo dos en el caso del número de varas florales (diciembre de 2015 y diciembre de 2016).

Interacciones = entre los Efectos fijos: Sistema de Pastoreo x Distancia a la aguada, Sistema de Pastoreo x Fecha, Distancia a la aguada x Fecha y Sistema de Pastoreo x Distancia a la aguada x Fecha.

Covariable = Volumen Verde inicial, medido en junio 2015.

Error = Término aleatorio bajo el supuesto de que $e \approx N(0, \sigma^2)$.

Para el análisis del modelo se trabajó con Modelos Lineales Generales y Mixtos utilizando el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2017). Para este modelo, el Volumen Verde se analizó considerando como pseudorepeticiones a cada una de las plantas.

Cuando alguna de las fuentes de variación mencionadas o su interacción arrojaron efectos significativos, las medias se compararon por LSD de Fisher, y se corrigieron los valores de p por la prueba de Bonferroni. Al existir una correlación temporal entre las mediciones de Volumen Verde, y considerando que estos registros se tomaron siempre sobre las mismas plantas en seguimiento, se utilizó como Fuente de Correlación de los Errores (en la pestaña Correlación del programa Infostat) el Autorregresivo de orden 1 (corAR1). Se consignó el número de individuo como criterio de agrupamiento y a las fechas de muestreo como “variable que indica el orden de las observaciones”. En cuanto a la Heterocedasticidad, se

utilizó la opción VarIdent ($g(d) = d$). Por último, respecto al criterio de agrupamiento, se seleccionó en cada caso la fuente de variación cuya incorporación en el modelo arrojara el menor valor del criterio de información de Akaike (AIC) (sistema, distancia o fecha).

RESULTADOS

Volumen verde

Tanto en el caso de la especie preferida *Bromus pictus* como en el de la no preferida *Pappostipa humilis*, las plantas de la clausura presentaron el mayor volumen verde, las sometidas a pastoreo continuo un volumen intermedio, y las del sistema rotativo presentaron el menor volumen verde, sin diferencias entre distancias a la aguada (Figura 3.2 a y d). En *Poa ligularis* y *Pappostipa speciosa* se registraron efectos significativos de la interacción entre sistemas de pastoreo y distancias a la aguada (Figura 3.2 b y c). En ambos casos, las plantas de la clausura tendieron a mostrar los mayores volúmenes verdes, pero la relación entre los volúmenes de las plantas sometidas a los dos sistemas de pastoreo no fue tan clara como en las dos primeras especies. En efecto, las plantas de *P. ligularis* tuvieron su mayor volumen verde en la clausura, y su menor volumen verde en el sistema de pastoreo continuo a distancias más cercanas de la aguada (Figura 3.2 b). Por su parte, en *P. speciosa*, el volumen verde alcanzó su menor valor bajo pastoreo rotativo y a la distancia intermedia (500 m) y su valor más alto en la clausura, a esa misma distancia (Figura 3.2 c).

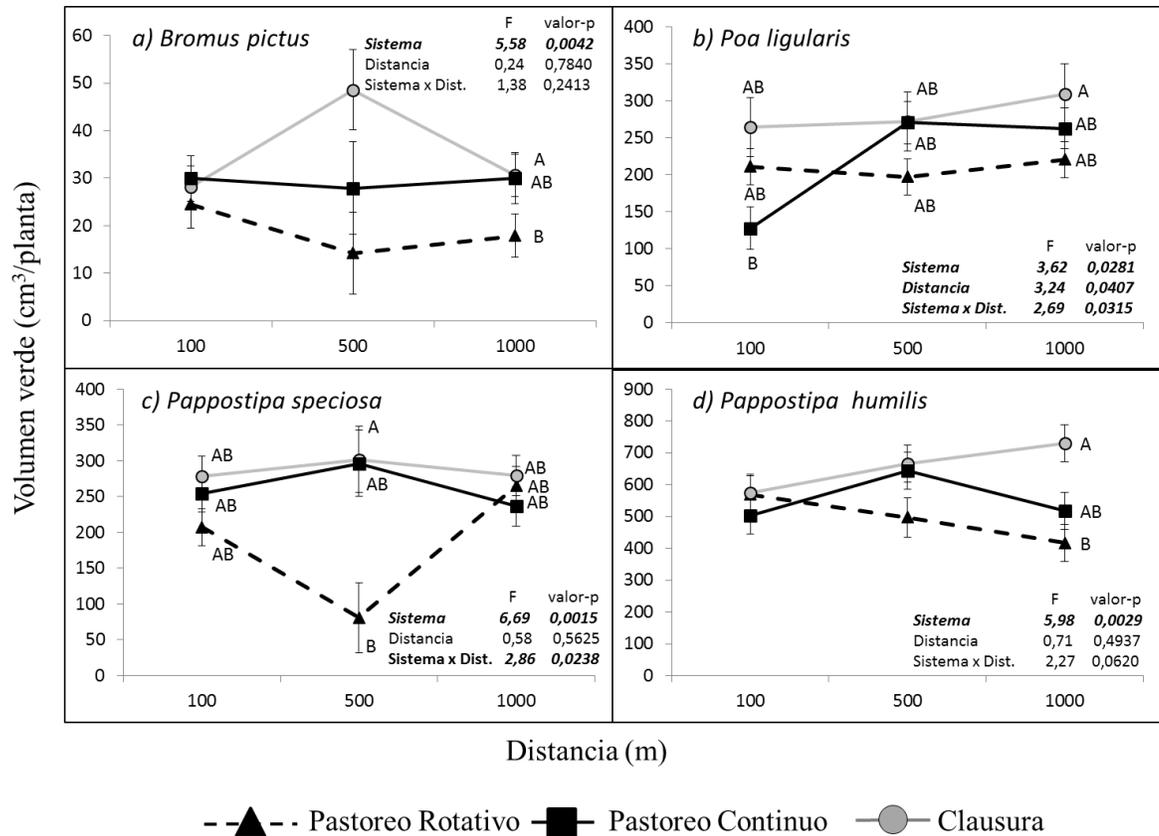


Figura 3.2. Volumen verde ($\text{cm}^3 \cdot \text{planta}^{-1}$) de plantas pertenecientes a tres sistemas de pastoreo en función de la distancia a la aguada (m). En cada panel, la tabla de la derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación Sistema de Pastoreo, Distancia a la aguada, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras distintas dentro de cada gráfico indican diferencias entre sistemas de pastoreo (*B. pictus* y *P. humilis*) o diferencias entre las 9 combinaciones sistema x distancia cuando la interacción entre ambos fue significativa (*P. ligularis* y *P. speciosa*) (Test LSD; $p < 0,05$) con valores de p corregidos por Bonferroni. Nótese las distintas escalas usadas para cada especie. Las líneas verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura no se colocaron los valores de F ni de p del factor Fecha ni de las interacciones Fecha x Distancia, Fecha x Sistema, ni Fecha x Distancia x Sistema (Ver Tabla A3.1 en Anexo).

Se registraron efectos del factor fecha en las cuatro especies bajo estudio, tanto en las más preferidas como en las menos preferidas por los ovinos, y se advirtió que estos efectos fueron en el mismo sentido durante la mayor parte del período experimental. De hecho, los volúmenes verdes registrados en las distintas fechas estuvieron significativamente

correlacionados ($p < 0,05$) en el caso de *P. humilis* respecto a las otras tres especies y entre *P. speciosa* y *P. ligularis*. En cambio, la correlación fue sólo marginalmente significativa entre *B. pictus* y *P. speciosa* ($p = 0,06$) y no significativa entre las dos especies más preferidas, *B. pictus* y *P. ligularis* (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Coeficientes de Correlación de Pearson del Volumen Verde (corregido de acuerdo a la covariable volumen verde inicial) de las cuatro especies de gramíneas bajo estudio considerando todas las fechas de medición. Por debajo de la diagonal principal se encuentran los coeficientes de correlación; por encima de la diagonal principal se encuentra la probabilidad asociada a la prueba de hipótesis de correlación nula entre especies. En negrita se destacan las correlaciones significativas ($p < 0,05$).

	<i>Bromus pictus</i>	<i>Poa ligularis</i>	<i>Pappostipa speciosa</i>	<i>Pappostipa humilis</i>
<i>Bromus pictus</i>	1	0,26	0,06	0,03
<i>Poa ligularis</i>	0,45	1	0,01	0,01
<i>Pappostipa speciosa</i>	0,68	0,84	1	0,01
<i>Pappostipa humilis</i>	0,75	0,83	0,86	1

En cuanto a la variación en los volúmenes de las cuatro especies en el tiempo, en general se observó que los volúmenes verdes de todas ellas registraron un incremento entre agosto y diciembre de 2015, un mínimo en marzo de 2016 (junio 2016 en el caso de *B. pictus*) y otro incremento entre junio y octubre de 2016 (Figura 3.3). Luego del pico de octubre de 2016, en las cuatro especies se registró una disminución en los volúmenes entre octubre y diciembre de 2016 (Figura 3.3).

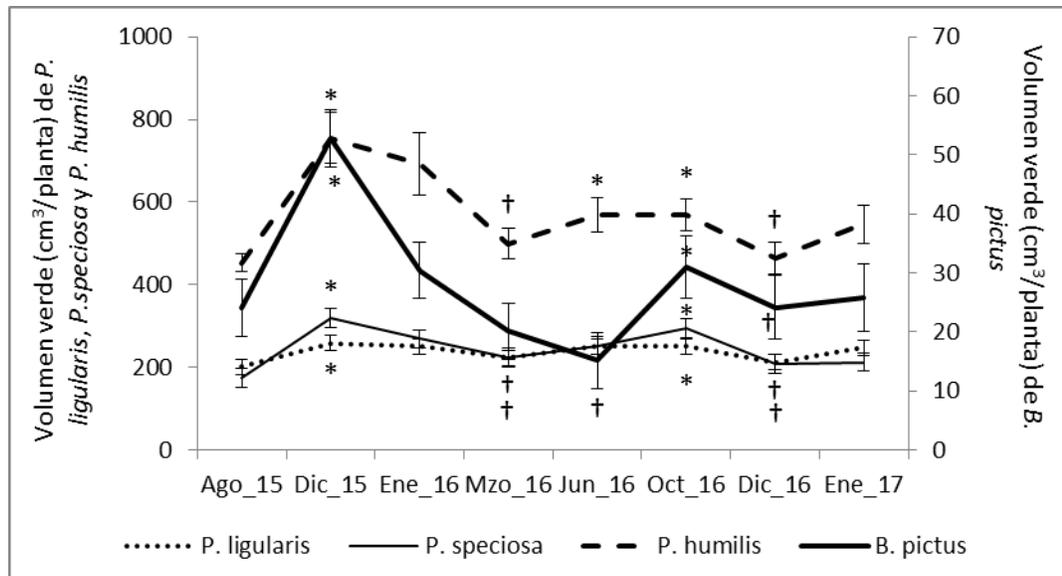


Figura 3.3. Volumen verde ($\text{cm}^3 \cdot \text{planta}^{-1}$) de plantas de *Poa ligularis*, *Pappostipa speciosa* y *Pappostipa humilis* (eje principal) y de *Bromus pictus* (eje secundario). Para cada especie, se presentan los volúmenes verdes que promedian todos los sistemas de pastoreo (rotativo, continuo y clausura) en cada fecha, desde agosto de 2015 hasta enero de 2017. Las líneas verticales indican Error Estándar. Los * en cada especie indican fechas de máximo volumen verde y las † indican las fechas de mínimo volumen verde.

Poa ligularis fue la única especie que mostró efectos significativos de las interacciones entre sistemas de pastoreo y fechas ($F = 2,05$, $p = 0,0146$) y entre distancias y fechas ($F = 1,83$, $p = 0,0343$), aunque sin un patrón definido en ninguno de los casos. En ninguna de las especies hubo efectos significativos en la interacción triple entre sistema de pastoreo, distancia a la aguada y fecha ($p > 0,05$ en todos los casos). Asimismo, la covariable utilizada para las cuatro especies (Volumen Verde Inicial ($\text{cm}^3 \cdot \text{planta}^{-1}$)) fue significativa en todos los casos ($p < 0,0001$) (Ver Tabla A3.1 en Anexo).

Número de varas florales

Bromus pictus fue la única especie en la que se registraron diferencias significativas en el número de varas florales respecto a la interacción entre sistemas de pastoreo y fechas (Tabla 3.2). En diciembre del año 2015 las plantas de *B. pictus* del potrero bajo pastoreo rotativo

tuvieron menor número de varas florales que las del sistema continuo y de la clausura, lo cual no ocurrió en diciembre de 2016, momento en el que no se registraron diferencias significativas entre sistemas (Figura 3.4).

Tabla 3.2. Resultados del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) del número de varas florales. En color gris claro se indican diferencias significativas (valores de $p < 0,05$).

F.V.	<i>Bromus pictus</i>		<i>Poa ligularis</i>		<i>Pappostipa speciosa</i>		<i>Pappostipa humilis</i>	
	F	valor-p	F	valor-p	F	valor-p	F	valor-p
Sistema	4,02	0,0235	1,39	0,2568	0,01	0,9948	0,68	0,5101
Distancia	1,15	0,3243	0,57	0,5704	0,07	0,9309	0,09	0,9143
Fecha	16,07	0,0002	32,95	<0,0001	6,11	0,0167	0,04	0,8473
Sistema*Distancia	0,40	0,8066	0,65	0,6264	1,08	0,3764	0,85	0,5027
Sistema*Fecha	10,17	0,0002	2,20	0,121	2,95	0,0607	0,67	0,5161
Distancia*Fecha	0,50	0,6117	0,25	0,7782	1,54	0,2232	3,65	0,0327
Sistema*Distancia*Fecha	0,50	0,7344	0,78	0,5434	0,79	0,537	3,37	0,0155

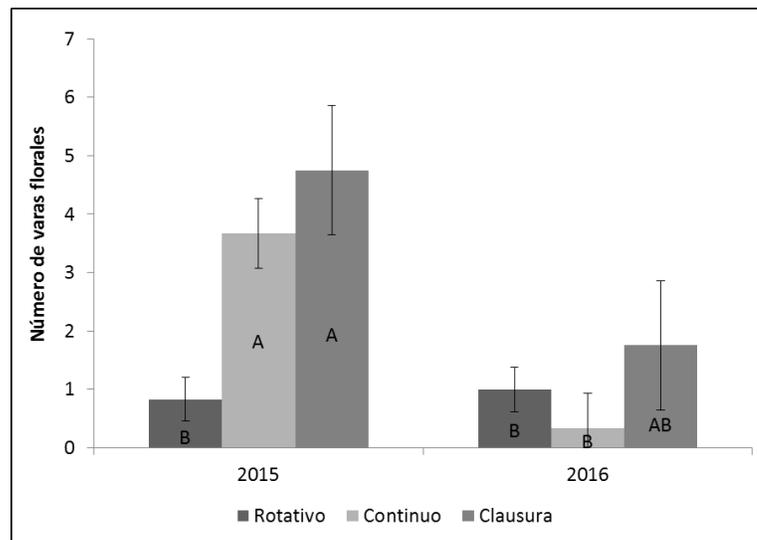


Figura 3.4. Número de varas florales de plantas de *Bromus pictus* pertenecientes a tres sistemas de pastoreo. Letras distintas dentro del gráfico indican diferencias entre las 6 combinaciones sistema x fecha cuando la interacción entre ambos fue significativa ($p < 0,05$) con valores de p corregidos por Bonferroni. Líneas verticales indican Error Estándar.

En el caso de *Poa ligularis* y de *Pappostipa speciosa* sólo se obtuvieron diferencias significativas entre años (Tabla 3.2). En ambos casos se registraron más varas florales en 2015 que en 2016, y las diferencias fueron más marcadas para *P. ligularis* ($9,6 \pm 1,34$ (A) vs. $1,5 \pm 0,44$ (B), respectivamente) que para *P. speciosa* ($3,7 \pm 1,02$ (A) vs. $2,8 \pm 1,02$ (B), en 2015 y 2016, respectivamente).

Finalmente, sólo en el número de varas florales de *Pappostipa humilis* se registraron efectos significativos de la interacción triple entre sistemas de pastoreo, distancias a la aguada y años (Tabla 3.2). Sin embargo, no fue posible detectar ningún patrón consistente: la prueba LSD de Fisher con valores de p corregidos por Bonferroni no permitió detectar diferencias entre las 3x3x2 medias analizadas.

DISCUSIÓN

Este capítulo muestra cómo el pastoreo ovino, aplicado con distintas cargas instantáneas y en distintas estaciones del año, afecta diferencialmente el vigor de las gramíneas con distinto grado de preferencia por los animales. Nuestros resultados apoyaron sólo parcialmente nuestra hipótesis, que proponía que el pastoreo rotativo reduciría la selectividad por las especies preferidas y aumentaría el grado de utilización de las especies no preferidas, independientemente de la distancia a la aguada, y que este cambio en la selectividad podría aumentar el vigor de las gramíneas preferidas por el ganado y reducir el de las no preferidas. El sistema de pastoreo rotativo (con mayor carga instantánea que el continuo, pero igual carga promedio anual) no aumentó el vigor de las especies preferidas pero sí redujo el de las no preferidas. Este patrón, si bien no aporta evidencias a favor de la hipótesis en el corto

plazo debido a que no aumenta el vigor de las plantas de las especies preferidas, puede indicar un cambio en el balance de interacciones debido a la reducción del vigor de las plantas de especies no preferidas. Como consecuencia de este cambio en las interacciones, el vigor de las especies preferidas podría aumentar en el mediano/largo plazo (Oñatibia y Aguiar, 2019).

Nuestros resultados refutaron la primera predicción planteada (El vigor de las gramíneas preferidas será mayor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo y sin pastoreo), ya que el vigor de las gramíneas preferidas, vinculado tanto al volumen verde como al número de varas florales, no fue mayor bajo pastoreo rotativo que bajo pastoreo continuo. De hecho el vigor de *Poa ligularis* se vio muy poco afectado por el sistema de pastoreo y el de *Bromus pictus* fue directamente menor en el potrero bajo pastoreo rotativo que en el potrero sin pastoreo o en el potrero bajo pastoreo continuo (Figuras 3.2 b y a, respectivamente). En cambio sí se corroboró nuestra segunda predicción (El vigor de las gramíneas no preferidas será menor en sistemas de pastoreo rotativo que en sistemas de pastoreo continuo y sin pastoreo), ya que tanto *Pappostipa speciosa* como *Pappostipa humilis* perdieron vigor bajo el sistema de pastoreo rotativo, tanto en volumen verde en ambas especies como en número de varas florales en *P. humilis* (Figuras 3.2 y Tabla 3.2).

Tampoco se detectó, en ninguna de las especies analizadas, el esperado aumento de vigor a medida que aumentó la distancia a la aguada. *Poa ligularis*, especie clave de esta estepa y de alta preferencia animal, fue la única que tendió a ser más vigorosa (por su mayor volumen verde) a distancias alejadas de la aguada. Sin embargo, estas diferencias no fueron significativas, excepto por el hecho de que el mayor volumen verde se encontró a 1000 m (clausura) y el menor a 100 m (pastoreo continuo) (Figura 3.2 b). Asimismo, se encontraron diferencias en el vigor de *P. speciosa* relacionadas con la distancia a la aguada, aunque sólo

en las plantas sometidas a pastoreo rotativo (Figura 3.2 c). Sin embargo, esto estuvo vinculado a volúmenes verdes y número de varas florales notablemente más bajos a una distancia intermedia (500 m) y no en la distancia más cercana a la aguada, que no se repitieron en los otros sistemas de pastoreo. Si bien la carencia de repeticiones verdaderas no permite dilucidar la causa del patrón detectado, en esa área alrededor de los 500 metros de distancia a la aguada pudo haber algún atributo de la vegetación o topográfico que los ovinos hayan seleccionado, independientemente de la aguada (Bertiller y Ares 2008; Ormaechea y Peri, 2015). Por ejemplo, en el sitio de estudio, algunas áreas muy seleccionadas donde se observa un alto impacto de las ovejas sobre las plantas lejos de las aguadas, son aquellas que tienen arbustos grandes donde las ovejas se refugian. Los sitios que ofrecen mejor confort térmico son particularmente seleccionados en este sitio (Oñatibia, comunicación personal, y observaciones personales).

Las precipitaciones de los años en los que se llevó adelante el experimento (2015 y 2016) fueron menores al promedio histórico y se distribuyeron de manera diferente a lo largo del año (Figura 3.5). En 2015 cayeron 148 mm y en 2016 119 mm, que representan un 6,4% y 24,7% menos que el promedio histórico (158 mm), respectivamente (Figura 3.5).

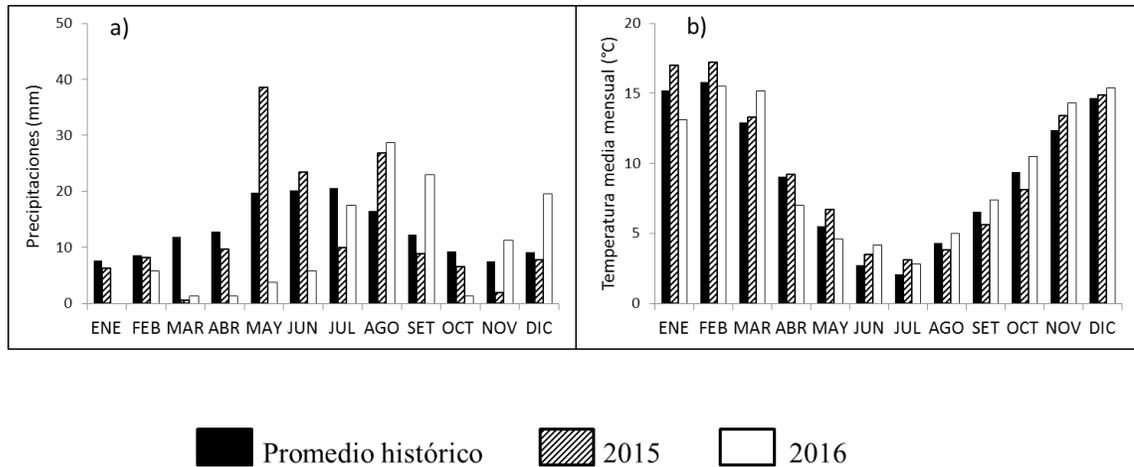


Figura 3.5. Precipitaciones mensuales acumuladas (mm) (a) y Temperaturas medias mensuales (°C) (b) para los años 2015 y 2016, y promedio histórico del período 1955-2016 para Precipitaciones, y del período 1982-2016 para Temperaturas medias. Fuente: Área de Agrometeorología, INTA EEA Chubut y SIPAS (www.sipas.inta.gob.ar).

Los volúmenes verdes de *las cuatro especies* registraron un incremento entre agosto y diciembre de 2015, coincidente con el avance de una estación de crecimiento del pastizal relativamente favorable. Esto estaría vinculado con las precipitaciones y temperaturas de otoño e invierno de 2015, que fueron mayores que el promedio histórico, especialmente las precipitaciones en los meses de mayo y agosto de ese año (Figura 3.5 a y b). En cambio, en 2016, los valores más altos se alcanzaron entre julio y septiembre, para luego descender entre octubre y volver a subir en diciembre. En efecto, las precipitaciones mensuales del año 2016 fueron menores al promedio histórico durante los primeros meses del año y parte del invierno. Probablemente, las posteriores lluvias y temperaturas superiores al promedio histórico ocurridas en agosto y septiembre de 2016 hayan encontrado a la vegetación con valores ínfimos de área foliar y densidad de raíces activas, lo cual le impidió aumentar rápidamente su volumen verde (Figuras 3.3 y 3.5 a y b).

Teniendo en cuenta el efecto de las precipitaciones del año y la duración del período de descanso sin pastoreo sobre distintos atributos de la vegetación, Oñatibia y Aguiar (2019) hallaron que en esta misma estepa, durante años secos, sólo las plantas de *P. ligularis*, y solamente bajo pastoreo moderado, mostraron algún aumento en la cantidad de hojas acumuladas y en el número de macollos nuevos por planta, en comparación con las plantas sometidas a pastoreo continuo. En cambio, en nuestro trabajo, las plantas de *P. ligularis* durante el año seco (2016) mostraron una lógica reducción significativa en el número de varas florales respecto al año previo, pero sin diferencias entre sistemas de pastoreo. Las cargas ovinas instantáneas de ambos trabajos fueron muy similares: 0,2 ovinos/ha/año vs. 0,18 UGO/ha/año bajo pastoreo moderado y 0,4 ovinos/ha/año vs. 0,46 UGO/ha bajo pastoreo intenso o rotativo (3 meses), en Oñatibia y Aguiar (2019) y esta tesis, respectivamente. Cabe remarcar que las precipitaciones registradas durante el año seco mencionado por los autores fueron de 122 mm, similares a las precipitaciones del año 2016 en nuestro trabajo (119 mm). Esto último refuerza la objetividad en la comparación.

Respecto al número de varas florales, el otro indicador del vigor de las gramíneas evaluado, nuestros resultados indican que en todas las especies, este número fue mayor en la primera estación de crecimiento (2015), la cual también fue más húmeda, que en la segunda estación (2016), más seca y calurosa (Figura 3.5). La ausencia de diferencias entre sistemas de pastoreo en *P. ligularis*, se contrapone con los resultados obtenidos por Siffredi y otros (1992) en esta misma estepa patagónica, quienes observaron que luego de 10 años de pastoreo con distintas cargas ovinas (baja, media y alta) la reducción del vigor (número de cañas florales/planta y longitud de hoja) con cargas medias y altas se debió principalmente a la alta preferencia ovina por esta especie (Bonvissuto et al. 1983, Siffredi et al., 1992, Elissalde et

al., 2010). Probablemente, la diferencia con nuestros resultados pueda deberse a la duración de ambos trabajos (10 años vs. 2 años en nuestro caso). En la misma línea con lo hallado por Siffredi y otros (1992), Fariña (2019) encontró que el pastoreo intensivo de primavera redujo en gran magnitud la fructificación de *P. ligularis*, mientras que en *P. speciosa* los efectos fueron menores. Por su parte, el pastoreo intensivo de invierno también redujo la fructificación, pero en menor magnitud y con mayor variabilidad que el pastoreo de primavera (Fariña, 2019). Nuestros resultados tampoco van en línea con estos hallazgos, pero sí con los obtenidos por Oñatibia y Aguiar (2019), quienes no evidenciaron diferencias significativas en el número de varas florales de *P. ligularis* ni de *P. speciosa* durante el año seco.

Al igual que en otros experimentos, tampoco se demostró que en las áreas clausuradas el vigor de las gramíneas evaluadas haya sido considerablemente mayor en todos los casos (Lunt et al., 2006; Oñatibia y Aguiar, 2016, 2019; Souther et al., 2019; Fariña, 2019). Sólo en la especie preferida y muy poco abundante (ver sección “Resultados” en capítulo 2 de esta Tesis y Valenta et al., 2020), *B. pictus*, se registró un mayor volumen verde y número de varas florales en el área clausurada que en los sistemas pastoreados, diferencia que probablemente haya sido exacerbada por las condiciones ambientales relativamente favorables del primer año de evaluación (Figuras 3.4 y 3.5). Asimismo, en las condiciones del presente ensayo, *P. ligularis*, la especie clave de este pastizal, registró cambios menores a los esperados, con pocas diferencias en el vigor de las plantas entre sistemas de pastoreo. Su respuesta ha sido semejante a la de las dos especies menos preferidas, *P. speciosa* y *P. humilis*: algo más de vigor (volumen verde) en las áreas clausuradas y ninguna diferencia en el número de varas florales.

Tal como se ha registrado en muchos trabajos que comparan sistemas de pastoreo en zonas áridas y semiáridas, los efectos de los mismos sobre las gramíneas preferidas y no preferidas, no han sido contundentes en favor de un sistema u otro, sino que estuvieron fuertemente modulados por las condiciones climáticas del año (Briske et al., 2008; Teague et al., 2009b; Briske et al., 2011; Bailey y Brown, 2011; Derner, 2009; Fynn, 2012; O'Reagain et al., 2014; Oñatibia y Aguiar, 2019; Souther et al., 2019). El estrés provocado por las bajas precipitaciones y las temperaturas extremas restringe el crecimiento de la vegetación (Heitschmidt et al., 2005; Gillen y Sims, 2006), en consecuencia, en tales condiciones los descansos al pastoreo no redundarían en mejoras en el vigor de las plantas (Müller et al., 2007; Bailey y Brown, 2011; Fynn, 2012; McDonald et al., 2019; Oñatibia y Aguiar, 2019; Souther et al., 2019).

En síntesis, los resultados obtenidos en el presente capítulo están estrechamente vinculados con los hallazgos del capítulo 2 de esta Tesis. En el mismo encontramos que el grado de utilización de *P. speciosa* fue mayor en el sistema de pastoreo rotativo que en el sistema de pastoreo continuo, y que no ocurrió lo mismo con la especie menos preferida de todas, *P. humilis*. En *P. speciosa*, el hecho de haber registrado menores volúmenes verdes en el sistema rotativo, especialmente a los 500 m de la aguada, pudo estar vinculado con el mayor grado de utilización de esa especie a esa distancia, registrado tanto en las plantas individuales en seguimiento como en la proporción de plantas defoliadas. Además, nuestros resultados mostraron que, contrariamente a lo esperado, el grado de utilización de las gramíneas preferidas *P. ligularis* y *B. pictus* fue menor en el sistema de pastoreo continuo que en el sistema rotativo, lo cual se evidencia también en el menor volumen verde de *P. ligularis* registrado en este último sistema comparado con el sistema continuo.

CAPÍTULO IV

El sistema de pastoreo como modificador de la producción secundaria

INTRODUCCIÓN

Los indicadores del estado nutricional de los ovinos más utilizados son el peso corporal (PC) y la condición corporal (CC), los cuales están asociados al funcionamiento reproductivo de las majadas (Cueto et. al., 2015; Castillo, 2019). Por lo tanto, conocer la dinámica de estas variables en distintas categorías ovinas y en diferentes momentos del ciclo productivo nos provee de valiosa información descriptiva acerca de cómo se comporta cada sistema de producción (Castillo, 2019). El PC se encuentra asociado también a otras importantes variables siendo, en algunos casos, afectado por éstas (por ejemplo: la producción de forraje, su estacionalidad y el porcentaje de mallines) o afectándolas (por ejemplo: el porcentaje de señalada, la producción de lana por oveja, y la tasa de crecimiento de los corderos) (Villagra, 2005; Oldham et al., 2011; Castillo, 2019). La nutrición es además el factor más importante que modifica el ritmo de crecimiento de la lana, aunque también influyen en ese crecimiento las horas de luz (fotoperíodo) y el estado fisiológico del animal (Polanco, 2008). Asimismo, la calidad de la lana depende de una combinación de factores, tales como el ambiente, la genética, el estado fisiológico y sanitario del animal, como así también lo vinculado al manejo predial (Ormaechea et al., 2014; González, 2019).

La producción de lana en la región patagónica tiene un valor estratégico, geopolítico y social muy grande, ya que es prácticamente el único producto agropecuario obtenido sobre el pastizal natural, dejando de lado los valles y zonas irrigadas. Es el motor económico de la gran mayoría de las comunidades pequeñas de toda la región y de la ocupación territorial patagónica (Elvira, 2008). En términos cuantitativos, la Patagonia produce más del 70% de la lana de la Argentina (42 millones de kilos) (FLA, 2020). Es claramente la región donde perdura una “tradición en la ganadería ovina”, con mayor adopción de tecnología en el

mejoramiento genético y en los métodos para la cosecha de lana que otras zonas del país (Elvira, 2008).

Una de las principales características de la producción ovina en la Patagonia es que la producción de lana es menos variable que la de carne y aun frente a condiciones ambientales extremas brinda una fuente más estable de ingresos al productor (Villagra, 2005; Easdale y Rosso, 2010; González, 2019). Los animales son esquilados una vez al año, en general al parto, debido principalmente a los beneficios en términos de mayor sobrevivencia y peso de los corderos y a las mejoras que produce en la calidad de la lana (Mueller, 2015; González, 2019). Las lanas Merino Patagónicas abarcan un rango de finura de 17 a 23 micrones (μ) (Villagra, 2005; Mueller et al., 2005; Mueller et al., 2010; Sacchero et al., 2011; Mueller et al., 2016; González, 2019), caracterizándose por su buen color y baja contaminación con vegetales (Mueller et al., 2005).

Tradicionalmente, la esquila postparto ha sido la utilizada por la totalidad de los establecimientos patagónicos. Sin embargo, a partir de la década del '80 se comenzó a difundir la esquila parto, hoy adoptada por un gran número de productores como una técnica innovadora con claras ventajas productivas (Borrelli, 2001; Ormaechea, 2012). No obstante, se debe contemplar que, con esquila parto, los requerimientos energéticos medios diarios de las ovejas se incrementan durante el último tercio de la gestación, comparados con la esquila postparto, ya que se ven más obligadas a combatir el frío. Esto determina que en la mayoría de los establecimientos que la aplican este aumento de los requerimientos energéticos del animal deba ser cubierto por los pastizales naturales (Ormaechea, 2012). Sin embargo, la escasa calidad y digestibilidad que presentan los pastizales en el invierno y en la primavera temprana puede resultar en una excesiva pérdida

de peso de los animales y disminución en los porcentajes de señalada (Anchorena et al., 2001; Ormaechea, 2012).

En cuanto al peso de vellón individual, se indican valores de entre 3,5 y 5,3 kg para diferentes años y diferentes condiciones de pastoreo (continuo y rotativo) en establecimientos de la Estepa Magallánica Fueguina (Anchorena et al., 2001). Asimismo, Buono y colaboradores (2011) hallaron que, en el área de Sierras y Mesetas Occidentales del sudoeste de Chubut, el peso de vellón promedio de capones en un experimento de cargas ovinas contrastantes (sin sobrepastoreo, sobrepastoreo leve y sobrepastoreo) fue un 10% menor en condiciones de sobrepastoreo (3,35 kg) en comparación al sobrepastoreo leve (3,44 kg) y a la condición sin sobrepastoreo (3,78 kg), aunque sin diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,13$; $n=41$).

Existen distintos parámetros que definen la calidad de la lana, así como su valor textil y comercial, los cuales se utilizan tanto a nivel nacional como internacional. Las propiedades más importantes de las lanas sucias son evaluadas mediante métodos de ensayo estandarizados por la Federación Lanera Internacional (International Wool Textile Organization), conocidos como método IWTO-XX y regulaciones asociadas (Elvira, 2004). Los principales ensayos caracterizan la materia prima desde un punto de vista comercial y definen su uso industrial, infiriendo resultados probables en el proceso (Elvira, 2004). Éstos están identificados como “análisis de ensayo tradicional” (o Core Test), y “análisis de mediciones adicionales” (Elvira, 2004; Aguirre y Fernández, 2010). El análisis tradicional permite conocer el diámetro medio de las fibras (o finura), el rinde al lavado, rinde al peine y contenido de material vegetal, en tanto que el análisis de mediciones adicionales permite

conocer el largo de mecha, resistencia a la tracción y el punto de rotura (Elvira, 2004; Elvira, 2008; Aguirre y Fernández, 2010).

El diámetro medio es el promedio de los diámetros de las fibras limpias de lana y resulta la característica comercial más importante ya que define su posible uso industrial (Elvira, 2004). Se mide en micrones o micras (la milésima parte del mm). Cuanto menor diámetro posean las fibras de lana, mayor será su valor comercial, ya que con ellas se podrán fabricar prendas de vestir, que en algunos casos serán de excelente calidad y elevados precios (Mueller, 2001; Aguirre y Fernández, 2010).

El rendimiento al lavado (%) expresa el peso de la lana limpia (es decir libre de suarda, vegetales, tierra, etc.) que es posible obtener de determinada cantidad de lana sucia, por lo que expresa la cantidad total de fibras disponibles (Aguirre y Fernández, 2010). Asimismo, el rendimiento al peinado Shlumberger seco (%), es el valor de rendimiento más importante desde el punto de vista comercial ya que se relaciona con el procesamiento industrial en una peinaduría (Elvira, 2004).

El contenido de material vegetal (%) representa la masa seca de fracciones de núcleos duros, ramitas, semillas y hojas que se encuentra adherida a la lana dependiendo del tipo de vegetación presente en el ambiente (Sacchero, 2005; González, 2019). Éste tiene poca importancia comercial en las lanas patagónicas ya que, en general, las mismas pocas veces superan el 1% (Elvira, 2004).

Respecto al análisis de mediciones adicionales, uno de los parámetros más importantes es la resistencia a la tracción, debido a que las fibras de lana deberán resistir el estiramiento en el tratamiento industrial, lo cual es un proceso agresivo (Aguirre y Fernández, 2010).

Finalmente, en cuanto al largo de mecha, que se expresa en mm, se advierte que desde el punto de vista industrial incide fuertemente en el largo medio de fibras en la lana peinada (Altura media del Top) (Mueller, 2001; Elvira, 2004). Este parámetro tipifica la materia prima para la hilandería y junto con el diámetro de las fibras define el precio final de las lanas peinadas (Elvira, 2004).

Nuevos sistemas de pastoreo

En cuanto a los distintos sistemas de pastoreo, algunos autores argumentan que un manejo diferente, con animales agrupados que rotan entre potreros generando períodos de pastoreo intensos, reduciría la selectividad y haría un mejor uso de los recursos (Teague et al., 2008; Oliva et al., 2021). Estudios de pastoreo rotativo en todo el mundo revisados por Holechek et al. (2000) y Briske et al. (2008) y algunos estudios de pastoreo en la Patagonia (Paruelo et al., 1992; Anchorena et al., 2001; Borrelli, 2001a; Fariña et al., 2018) han mostrado poca evidencia del supuesto aumento de producción de estos sistemas en comparación con el pastoreo continuo (Oliva et al., 2021). Teague y col. (2008) señalaron, sin embargo, que estas revisiones abarcan principalmente sistemas de rotación fijos en parcelas pequeñas que son rígidas en relación con las operaciones a escala de estancia. Asimismo, estos autores encontraron que a escala de establecimiento, el pastoreo rotativo mejora la condición del recurso forrajero, y con ella mejora la producción animal. Similares hallazgos se reportaron en otro trabajo llevado a cabo por Jacobo y col. (2006) en un área de la Pampa Inundable, en donde se compararon 3 establecimientos con pastoreo controlado, apareados a otros tres con pastoreo continuo.

Por su parte, Oliva y col. (2012, 2016 y 2021) evaluaron tanto aspectos de la vegetación como de la producción animal, en un establecimiento del sur de la provincia de Santa Cruz, en el cual la familia propietaria decidió dedicar una parte del predio para realizar el Manejo Holístico del pastoreo (Savory y Parson, 1980; Savory, 1991; Savory y Butterfield, 1999; Savory, 2018), manteniendo el manejo adaptativo en el resto del establecimiento. Este último consistió en un esquema basado en el pastoreo continuo con una carga animal variable (tracking) que se ajustaba anualmente en base a las evaluaciones de biomasa forrajera, manejo que se mantuvo por más de 20 años (Oliva et al., 2012) . Luego de los 3 años en los que el establecimiento realizó tanto el Manejo Holístico como el manejo adaptativo del pastoreo, Oliva y col. (2021) hallaron que la producción animal fue menor en el primero que en el segundo (en peso y condición corporal, y en corderos señalados), y que los cambios positivos en la vegetación en ambos sistemas de manejo podrían deberse al efecto residual del ajuste de cargas llevado a cabo desde hace tres décadas, mostrando que una mejora es posible al utilizar cargas moderadas.

En los capítulos anteriores, hemos visto cómo el pastoreo ovino, aplicado con distintas cargas instantáneas y en distintas estaciones del año, afecta diferencialmente el vigor de las gramíneas con distinto grado de preferencia por los animales (capítulo 3) y, además, observamos que el grado de utilización de las especies preferidas y no preferidas por los animales difería entre sistemas de pastoreo (capítulo 2). En este sentido, también encontramos diferencias en la proporción de la aparición en dieta de los principales grupos funcionales de plantas y en el contenido de nitrógeno fecal en las heces ovinas (capítulo 2). Por lo tanto, el objetivo específico de este capítulo es determinar si los cambios en la selectividad de los ovinos se traducen en variaciones en la producción animal como lo son el

peso y la condición corporal, el peso de vellón limpio, y el diámetro y largo promedio de las fibras de lana.

Hipótesis:

En el corto plazo, y en función de los cambios en la selectividad entre especies preferidas y no preferidas, el sistema de pastoreo rotativo empeoraría la calidad de la dieta consumida por los animales, lo que produciría un cambio negativo en el estado nutricional de los ovinos y, consecuentemente, en su respuesta productiva.

Predicciones:

- a) En el corto plazo, los animales manejados en sistemas de pastoreo rotativo tendrán menor peso vivo y menor condición corporal que aquéllos manejados en sistemas de pastoreo sin rotación.
- b) En el corto plazo, el peso de vellón limpio y la calidad de la lana de los animales que fueron manejados en sistemas de pastoreo rotativo será menor que la de aquéllos manejados en sistemas sin rotación. La menor calidad de la lana implica que el tanto diámetro promedio de las fibras como el largo de las mismas sean considerablemente menores en dicho sistema de pastoreo que en el sistema continuo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño Experimental

Tanto área de estudio como la ubicación de los potreros correspondientes a los distintos sistemas de pastoreo evaluados se encuentran detallados en la sección “Materiales y Métodos” del capítulo 1 de esta Tesis (ver Figura 1.1).

En los dos sistemas de pastoreo evaluados (rotativo y continuo) se utilizó una proporción similar de ovejas, borregas, capones y borregos (43%, 13%, 23% y 21% en promedio, respectivamente) de raza Merino y de majada general, procurando que tanto la proporción de pesos como de condición corporal fuera equilibrada (Tabla 4.1). Se consideró como “borregas” a las hembras de primer servicio de aproximadamente un año y medio de edad (2 dientes). Por su parte, en la categoría “ovejas” se consideró a las hembras de entre 4 dientes (2 años o más de edad) y boca llena (5 años o más), incluyendo también la categoría “medio diente” (por edad avanzada o por tener los dientes gastados en forma prematura). En la categoría “borregos” se incluyeron a los machos de hasta un año y medio de edad (2 dientes) y en la categoría “capones” se incluyó a todos los machos restantes siguiendo el mismo criterio que se utilizó para las “ovejas” (Tabla 4.1).

Tanto la majada de animales del sistema de pastoreo rotativo como la majada del sistema de pastoreo continuo contaron con proporciones similares de borregas en relación a las ovejas (0,3 borregas/oveja en ambos sistemas), y de borregos en relación a los capones (0,9 borregos/capón en ambos sistemas). Es importante remarcar que, si bien en cada sistema se utilizó la estructura de majada descrita previamente (y que se muestra en la tabla 4.1), a fin de contar con información comparable entre años y sistemas de pastoreo, se decidió excluir

de los análisis a las categorías “borregos” y “borregas”. Por lo tanto, en los resultados se presentarán los análisis realizados para las dos categorías de animales adultos (capones y ovejas) que fueron las estrictamente comparables.

Tabla 4.1. Número de animales, Peso Corporal (PC) inicial y Condición Corporal (CC) inicial (julio 2015) de ovinos en cada sistema de pastoreo y categoría. EE: error estándar.

Sistema de Pastoreo	Categoría	Nº	PC inicial (kg)	E.E.	CC inicial	E.E.
Rotativo	Ovejas	60	44,9	0,73	2,1	0,06
	Borregas	18	38,4	1,34	2,0	0,10
	Capones	30	48,2	0,75	2,1	0,10
	Borregos	28	40,9	0,86	2,1	0,10
	<i>Total</i>	<i>136</i>				
Continuo	Ovejas	51	44,8	1,32	2,0	0,06
	Borregas	15	38,7	0,71	2,0	0,11
	Capones	30	49,3	0,90	2,1	0,09
	Borregos	27	40,7	0,82	2,2	0,10
	<i>Total</i>	<i>123</i>				

La receptividad de cada potrero de pastoreo se calculó en el mes de enero de 2015 mediante la metodología de Valor Pastoral (Elissalde et al., 2010). La disponibilidad forrajera inicial fue de $217,9 \pm 88,7$ kgMS/ha.año en el potrero del sistema rotativo y de $297,9 \pm 30,0$ kgMS/ha.año en el potrero sometido a pastoreo continuo. Asimismo, la carga inicial en el primero de los sistemas mencionados fue de 0,22 UGO/ha y de 0,28 UGO/ha en el segundo.

Previo al comienzo del período experimental, a mediados del mes de mayo de 2015, se dio servicio a campo a las hembras en otro potrero del establecimiento durante 45 días. A comienzos del mes de julio de 2015, se realizó la selección de ovinos de distintas categorías a fin de conformar las majadas para cada sistema de pastoreo a evaluar, es decir, una majada

para el sistema de pastoreo continuo y otra para el sistema rotativo. Los animales ingresaron a los potreros la primera semana de julio y se mantuvieron en los respectivos sistemas de pastoreo hasta el final del experimento (enero de 2017) salvo casos de ajuste de cargas y/o mortandad. Asimismo, tanto al inicio del período experimental como luego de las esquilas y el destete los animales se marcaron en la grupa con pintura de distinto color para facilitar la identificación de las dos majadas.

En febrero de 2016 se realizó un ajuste de cargas en coincidencia con el destete y refugo, luego de la segunda evaluación de pastizales llevada a cabo en diciembre de 2015. En el sistema rotativo la disponibilidad forrajera fue en promedio de 246,61 KgMS/ha, y la receptividad calculada en la mencionada fecha fue de 0,243 UGOs/ ha, por lo cual se recomendó la incorporación de 76 UGOs (o 70 ovinos entre ovejas, borregas/os y capones). A pesar de ello, ante la falta de animales para reposición sólo se incorporaron a la majada 33 borregas, las cuales representaron 33 UGOs más. Por lo tanto, la carga resultante para el cuadro bajo el sistema rotativo fue de 0,2 UGOs/ha (Tabla 4.2). En el sistema de pastoreo continuo la disponibilidad forrajera fue en promedio de 184,30 KgMS/ha, y la receptividad calculada fue de 0,18 UGOs/ha. La recomendación de cargas fue en sentido inverso a la del sistema de pastoreo rotativo, por lo que se propuso el refugo de 14 ovinos que representaron 15 UGOs menos, resultando en una carga de 0,2 UGOs/ha (Tabla 4.2). Además de lo expresado en cuanto a las receptividades y cargas, en la Tabla 4.2 se puede observar que a pesar de tener diferencias en ambas variables los sistemas fueron muy similares en cuanto al forraje asignado por UGO. Respecto a la mortalidad de animales adultos de cada sistema de pastoreo, la misma representó el 7% del total de ovinos en el rotativo, y el 3% en el sistema continuo.

Tabla 4.2. Disponibilidad forrajera (DF), receptividad (Rec.) y cargas efectivas (CE) en sistemas de pastoreo rotativo y continuo, calculados en tres momentos durante el período experimental. UGO: unidad ganadera ovina. Ton: toneladas. MS: materia seca. Dif.: diferencia. Var.: variación.

Sistema de Pastoreo	Fecha	DF (Kg MS/ha.año)	Rec. (UGO/ha)	CE (UGO) (UGO/ha)		Dif. Rec.-CE (%)	Var. CE (%)	Asignación kgMS/UGO
Continuo (C)	ene-15	297,90	0,30	133	0,22	35,25		1347,15
	dic-15	184,30	0,18	118	0,20	-5,69	-11,28	1233,07
	ene-17	281,39	0,28	155	0,26	9,62	31,36	1102,10
Rotativo (R)	ene-15	217,90	0,22	148	0,16	34,46		1355,11
	dic-15	246,61	0,25	183	0,20	23,07	23,65	944,94
	ene-17	255,35	0,25	212	0,23	10,00	15,85	1098,32

A lo largo del período experimental, se registró el peso corporal (PC) y la condición corporal (CC) de todos los animales en los momentos clave del manejo productivo (Tabla 4.3).

Tabla 4.3. Cronograma y detalle de actividades realizadas sobre los ovinos de los sistemas de pastoreo continuo y rotativo. Abreviaturas de actividades: I: inicio del experimento, E: esquila, P: parición. SD: señalada y destete, F: fin del experimento. PC: pesaje. CC: estimación de condición corporal. PVS: pesaje de vellón sucio. EML: extracción de muestras de lana. N°Cord.: conteo de corderos. PC Cord.: pesaje de corderos.

Actividad	2015						2016										2017			
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	
Actividad	I		E	P		SD														F
PC (kg)	X					X	X		X					X				X		X
CC (1-5)	X		X			X	X		X					X				X		X
PVS (kg)			X											X						
EML			X											X						
N° Cord.						X	X													
PC Cord.(kg)						X														

Para la determinación del PC se realizó la juntada de los animales el día previo o el mismo día de la medición y se utilizó una balanza de barrales (con precisión de 0,1 kg). Asimismo, la condición corporal se determinó siguiendo la metodología propuesta por Jefferies (1964), la cual consiste en asignar a los animales un número dentro de una escala de cinco puntos (1 -5, o seis si se toma en cuenta el cero), correspondiendo el 1 a la menor y el 5 a la mayor condición (mayor grado de gordura) de la escala (Jefferies, 1964; Russel et al., 1969;

Buratovich, 2000; Giraud, 2009). Para su aplicación, el primer paso consiste en la determinación de la prominencia o agudeza de la apófisis espinosa de la vértebra lumbar (la punta que asoma hacia arriba en el espinazo). En segundo lugar se palpa la prominencia y el grado de cobertura de grasa de las apófisis transversas de las vértebras lumbares (son las puntas que se palpan en posición horizontal a ambos lados del espinazo) (Buratovich, 2000). Tercero, se determina la cantidad de tejido muscular y grasa por debajo de las apófisis trasversas por la facilidad o dificultad con que los dedos de ambas manos pasan por debajo de estos huesos. Por último, se determina el área de músculo y su grado de cobertura de grasa, en el ángulo formado por las apófisis trasversas y la apófisis espinosa (Buratovich, 2000).

Durante la señalada y el destete (diciembre de 2015), se registró el número de corderos y su PC. Posteriormente, estos corderos se llevaron para su recría a la zona de mallín del campo (Cañadón “El Tacho”). Por lo tanto, estos animales no continuaron dentro del experimento. La secuencia y simultaneidad de actividades puede observarse en la Tabla 4.3. Debido a los bajos PC y CC detectados en las ovejas madre y las borregas en la época de pre-servicio (mayo 2016), se decidió no dar servicio a las mismas en la segunda temporada. Por esta razón es que el calendario de actividades del año 2016 no incluye las mediciones en épocas de parición, señalada y destete (Tabla 4.3).

Las esquilas preparto (septiembre 2015 y 2016) se realizaron bajo las normas del Programa Nacional PROLANA y, además, se implementó la metodología de Esquila Desmaneada Secuencial (La Torraca et al., 2004). Durante las mismas, se evaluó el peso de vellón sucio (PVS) de cada animal inmediatamente después de ser esquilado, y luego, en la mesa de acondicionamiento, se tomaron muestras de puño de la zona del costillar de cada vellón (aproximadamente 100 gr; Mueller et al., 2005) para la determinación de diversos

indicadores de calidad de lana de todos los animales: diámetro promedio de las fibras (finura, en μ), rinde al lavado (%) y largo de mecha (mm). Estas muestras se identificaron con tarjetas en las que se indicó el número de caravana de cada animal y el PVS, y se colocaron en bolsas individuales y luego en bolsas grandes rotuladas por sistema de pastoreo. Estas últimas se llevaron al Laboratorio de Lanass Rawson (Convenio INTA-Pcia. de Chubut) en donde se realizaron los análisis arriba mencionados. Para la determinación del diámetro promedio de la fibra y del largo de mecha, se utilizó como instrumental el OFDA 2000 (“Optical Fibre Diameter Analyser” en inglés; Elvira, 2014).

Es importante remarcar que, debido a que la esquila se realizó bajo las normas del programa PROLANA, el PVS contempla solamente la lana denominada comercialmente como “vellón”, la cual representó un 80,1% del total de la lana esquilada en el Campo Experimental Río Mayo, como promedio de las esquilas de septiembre 2015 y septiembre 2016. El 19,9% restante correspondió a la lana denominada “no vellón”. Desde el punto de vista biológico, se entiende por vellón a toda la producción de fibras de un ovino durante un año de crecimiento, con agregados del medio externo, como vegetales y tierra, entre otros (Aguirre y Fernández, 2010). Sin embargo, desde el punto de vista comercial, se considera lana “vellón” al vellón biológico menos la lana de la barriga, garras, frente, quijada y copetes. Por lo tanto, se considera lana “no vellón” a todas estas últimas regiones del animal que no componen el vellón comercial, ya sea por tener un alto contenido de pelos o fibras meduladas o contaminación con heces y orina, entre otros factores (Aguirre y Fernández, 2010).

Dada la necesidad de realizar comparaciones más objetivas en cuanto a la producción de lana en los sistemas de pastoreo evaluados, se decidió utilizar como variable el peso de vellón limpio (kg) (González et al., 1988; Mueller, 2015; González, 2019). Para ello, calculamos

este peso afectando el peso de vellón sucio (kg) obtenido en la esquila por el rinde al lavado (%) medido en el laboratorio.

En cuanto al estado sanitario de los ovinos, se realizaron las mismas tareas de rutina que se llevan a cabo habitualmente en el Campo Experimental Río Mayo. El Plan Sanitario Anual consistió en: aplicación de Ivermectina LA contra melófagos y aplicación de vacuna contra mancha, gangrena y enterotoxemia en el mes de febrero. Entre 21 y 30 días después se aplicó la 2° dosis de la vacuna mencionada. En el mes de agosto, se realizó la primera extracción de muestras de heces para la determinación de saguaypé (*Fasciola hepatica*) y otra vacunación contra mancha, gangrena y enterotoxemia. Luego, en función del informe de laboratorio respecto a la presencia o no de huevos de *Fasciola hepatica* en heces, se realizó la aplicación de saguaypicida, cuyo principio activo debe alternarse entre años. En el caso de nuestro experimento, el mismo fue Nitroxinil (Daniel Granado, Encargado del Campo Experimental Río Mayo, comunicación personal).

Análisis estadístico

El modelo estadístico utilizado para el análisis del **peso corporal (PC)**, fue el siguiente:

$$y = \mu + \text{Sistema de Pastoreo} + \text{Categoría} + \text{Fechas} + (\text{interacciones}) + \text{Covariable} + \text{Error}$$

Siendo:

μ = Media poblacional

Sistema de Pastoreo = Efecto fijo con dos niveles: Continuo y Rotativo.

Fecha = Efecto fijo con 6 niveles para PC (diciembre 2015, febrero, abril, septiembre y diciembre 2016, y enero 2017).

Categoría = Efecto fijo con 2 niveles (ovejas y capones).

Interacciones = entre los Efectos fijos: Sistema de Pastoreo x Categoría, Sistema de Pastoreo x Fecha, Categoría x Fecha y Sistema de Pastoreo x Categoría x Fecha.

Covariable = Peso corporal inicial, medido en julio 2015.

Error = Término aleatorio bajo el supuesto de que $e \approx N(0, \sigma^2)$.

Para el análisis de **condición corporal (CC)**, **peso de vellón limpio (PVL)** y las **características de la lana** (finura y largo de mecha), el modelo utilizado no incluyó ninguna covariable:

$$y = \mu + \text{Sistema de Pastoreo} + \text{Categoría} + \text{Fechas} + (\text{interacciones}) + \text{Error}$$

Siendo:

μ = Media poblacional

Sistema de Pastoreo = Efecto fijo con dos niveles: Continuo y Rotativo.

Fecha = Efecto fijo con 8 niveles para CC (julio, septiembre y diciembre 2015, febrero, abril, septiembre y diciembre 2016, y enero 2017) y 2 niveles para PVL y características de la lana (septiembre 2015 y septiembre 2016).

Categoría = Efecto fijo con 2 niveles (ovejas y capones).

Interacciones = entre los Efectos fijos: Sistema de Pastoreo x Categoría, Sistema de Pastoreo x Fecha, Categoría x Fecha y Sistema de Pastoreo x Categoría x Fecha.

Error = Término aleatorio bajo el supuesto de que $e \approx N(0, \sigma^2)$.

Para el análisis del modelo de cada variable de respuesta se trabajó con Modelos Lineales Generales y Mixtos utilizando el paquete estadístico Infostat con un alfa de 5% (Di Rienzo et al., 2017). En este modelo, todas las variables se analizaron considerando como pseudorepeticiones a cada animal.

Cuando alguna de las fuentes de variación mencionadas o su interacción arrojaron efectos significativos, las medias se compararon por LSD de Fisher. Al existir una correlación temporal entre las mediciones de PC y de CC, y considerando que estos registros se tomaron siempre sobre los mismos animales en seguimiento, se utilizó como Fuente de Correlación de los Errores (en la pestaña Correlación del programa Infostat) el Autorregresivo Continuo de orden 1 (corCAR1). Se consignó el número de individuo como criterio de agrupamiento y a las fechas de muestreo como “variable que indica el orden de las observaciones”. En cuanto a la Heterocedasticidad, se utilizó la opción VarIdent ($g(d) = d$). Respecto al criterio de agrupamiento, se seleccionó en cada caso la fuente de variación cuya incorporación en el modelo arrojara el menor valor del criterio de información de Akaike (AIC) (sistema, categoría o fecha).

En una primera instancia, en el análisis de PC y CC se utilizó como *Covariable* al PC y la CC inicial (de julio 2015) de los animales, respectivamente. Sin embargo, como en los análisis de CC la *Covariable* no fue significativa (valores de $p > 0,05$), sólo se la incluyó en el modelo para el PC, donde sí fue significativa, con $p < 0,0001$.

RESULTADOS

Peso corporal

Los análisis de varianza arrojaron interacciones dobles estadísticamente significativas, pero no así la interacción triple entre los factores evaluados (sistema de pastoreo x categoría x fecha) ($F = 1,09$; $p = 0,3637$). Para facilitar la interpretación de los resultados, se analizan secuencialmente las interacciones dobles: sistema de pastoreo x categoría, sistema de pastoreo x fecha y categoría x fecha.

Las dos categorías analizadas (caperos y ovejas) presentaron mayor peso corporal bajo pastoreo continuo que bajo pastoreo rotativo. Sin embargo, las diferencias entre ambos sistemas fueron mayores para las hembras (9,2 % o 3,6 kg a favor del continuo) que para los capones (3,7% o 1,8 kg a favor del continuo), y además estos últimos tuvieron mayor PC que las hembras en ambos sistemas de pastoreo (Figura 4.1).

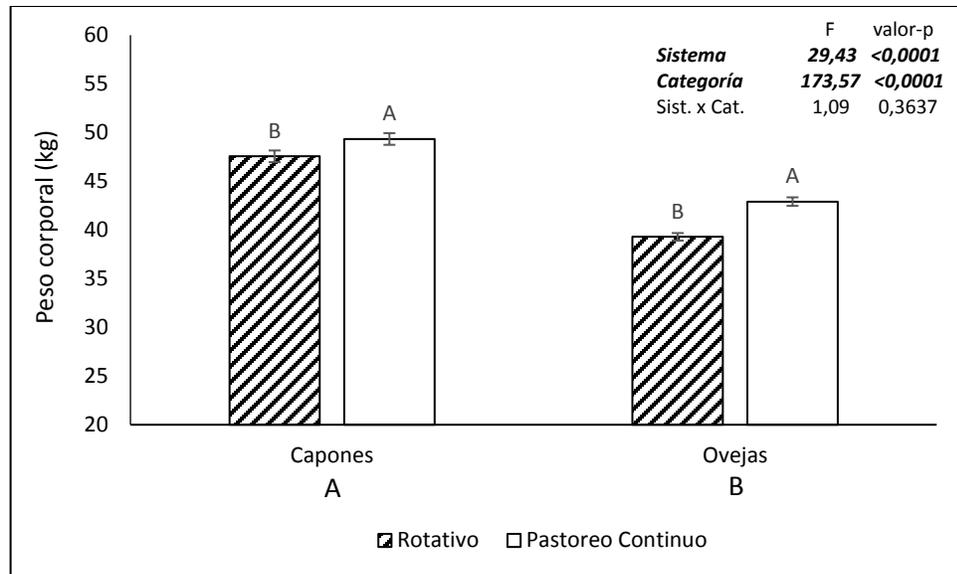


Figura 4.1. Peso corporal de ovinos pertenecientes a dos sistemas de pastoreo en función de la categoría (kg). La tabla superior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación Sistema de Pastoreo, Categoría, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras distintas dentro del gráfico indican diferencias entre sistemas de pastoreo, y letras distintas debajo del eje de abscisas indican diferencias entre categorías (Test LSD; $p < 0,05$). Las líneas verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Fecha ni de las interacciones Fecha x Categoría, Fecha x Sistema, ni Fecha x Categoría x Sistema (ver detalles en Tabla A4.1 del Anexo).

Si bien la interacción entre sistemas de pastoreo y fechas fue significativa, el peso corporal de los ovinos del sistema de pastoreo continuo fue casi siempre mayor que el del sistema rotativo, excepto al finalizar el período experimental, momento en el que se igualaron (Figura 4.2). Además, en ambos sistemas los valores más bajos tuvieron lugar en la esquila de 2016 (septiembre). Los valores más altos de peso corporal se registraron en febrero de 2016 y diciembre de 2016 en el sistema de pastoreo continuo. Al finalizar el experimento, en enero de 2017, los ovinos de ambos sistemas contaron con los máximos pesos corporales de todo el período evaluado (Figura 4.2). Para una mejor interpretación de los resultados, se incluyó en la Figura 4.2 el peso inicial promedio (y errores experimentales) de los ovinos del sistema

de pastoreo continuo y los del rotativo (ver también Tabla 4.1). Cabe remarcar que en septiembre de 2015 no fue posible realizar la determinación de peso corporal.

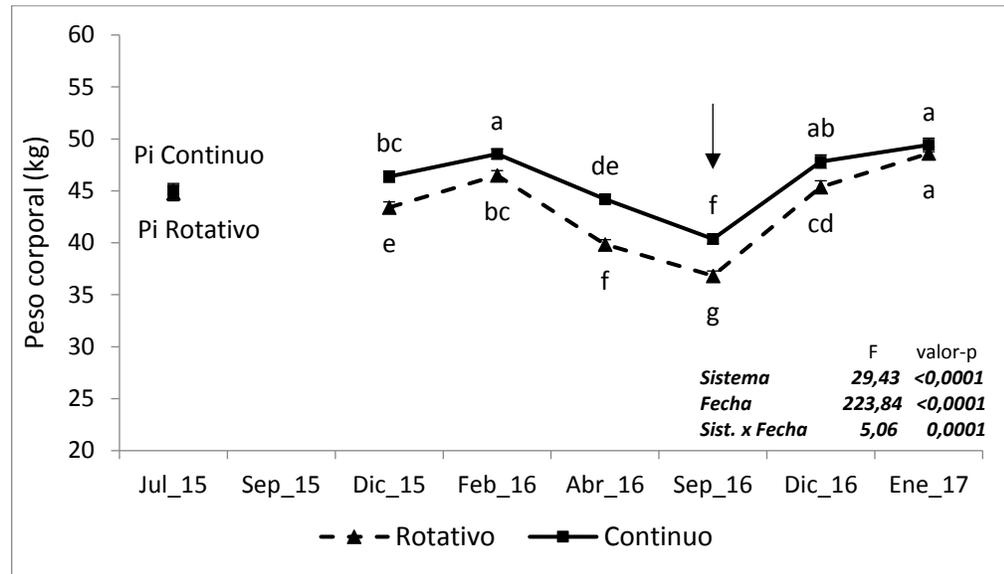


Figura 4.2. Peso corporal promedio (kg) de dos categorías de ovinos pertenecientes a dos sistemas de pastoreo en función de la fecha. La tabla inferior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación Sistema de Pastoreo, Fecha, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras distintas dentro del gráfico indican diferencias entre las 12 combinaciones sistema x fecha (Test LSD; $p < 0,05$). Las líneas verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Categoría ni de las interacciones Fecha x Categoría, Categoría x Sistema, ni Fecha x Categoría x Sistema (ver detalles en Tabla A4.1 del Anexo). La flecha dentro del gráfico indica el momento de esquila. Pi indica Peso Corporal inicial.

En todas las fechas de medición, los capones fueron más pesados que las ovejas (Figura 4.3).

Sin embargo, las diferencias entre estos y las hembras fueron más importantes en diciembre de 2015 (32,6% o 12,6 kg), disminuyendo hacia el final del período experimental, fundamentalmente porque las hembras aumentaron su PC con respecto a las primeras mediciones y los capones no (Figura 4.3). Ambas categorías alcanzaron sus PC más bajos en la esquila de 2016, mientras que sus máximos PC se registraron en febrero de 2016 en los

capones y al final del período experimental en las ovejas (Figura 4.3). Para una mejor interpretación de los resultados, se incluyó en la Figura 4.3 el peso inicial (y errores experimentales) de los capones y las ovejas promedio de los dos sistemas de pastoreo (ver también Tabla 4.1).

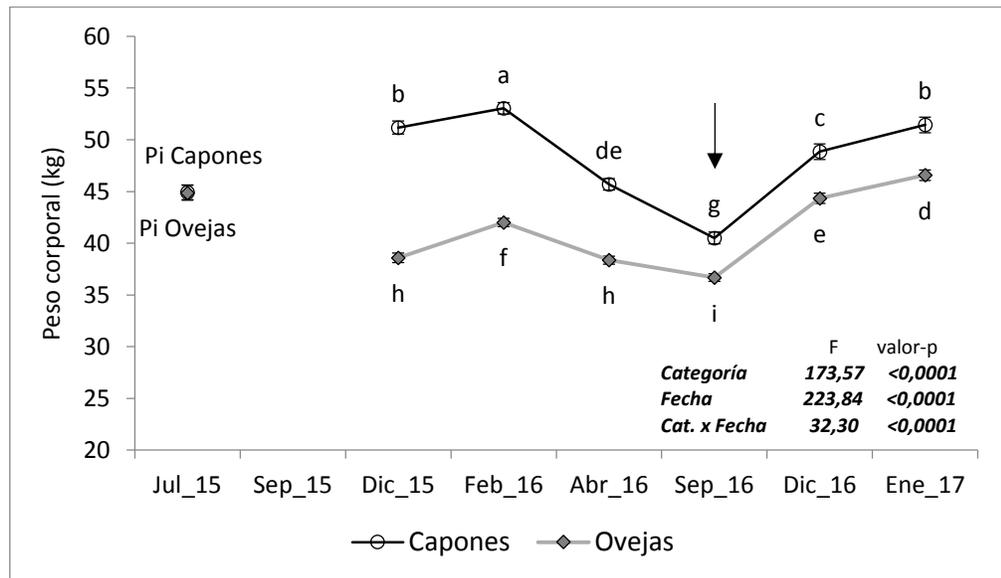


Figura 4.3. Peso corporal promedio (kg) de ovinos de dos sistemas de pastoreo pertenecientes a dos categorías en función de la fecha. La tabla inferior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación Categoría, Fecha, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras distintas dentro del gráfico indican diferencias entre las 12 combinaciones Categoría x Fecha (Test LSD; $p < 0,05$). Las líneas verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Sistema ni de las interacciones Sistema x Categoría, Sistema x Fecha, ni Fecha x Categoría x Sistema (ver detalles en Tabla A4.1 del Anexo). La flecha dentro del gráfico indica el momento de esquila. Pi indica Peso Corporal inicial.

Condición corporal

Al igual que en el caso del peso corporal, los análisis de varianza de la condición corporal arrojaron algunas interacciones dobles estadísticamente significativas, pero no así la interacción triple entre los factores evaluados ($F = 1,28$; $p = 0,2588$). Nuevamente, para facilitar la interpretación de los resultados, se analizan en forma secuencial las interacciones dobles: sistema de pastoreo x categoría, sistema de pastoreo x fecha y categoría x fecha.

La condición corporal fue mayor en los capones que en las ovejas, y en todos los casos mayor en el sistema de pastoreo continuo que en el rotativo. No hubo interacción entre sistemas de pastoreo y categorías (Figura 4.4).

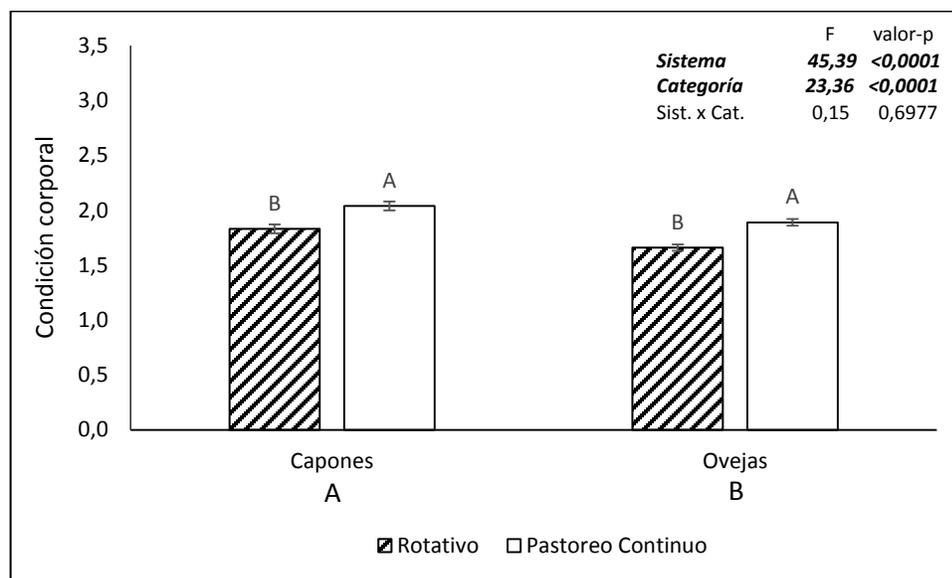


Figura 4.4. Condición corporal de ovinos pertenecientes a dos sistemas de pastoreo en función de la categoría. La tabla superior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación Sistema de Pastoreo, Categoría, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras distintas dentro del gráfico indican diferencias entre sistemas de pastoreo, y en la parte inferior del eje de abscisas indican diferencias entre categorías (Test LSD; $p < 0,05$). Las líneas verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Fecha ni de las interacciones Fecha x Categoría, Fecha x Sistema, ni Fecha x Categoría x Sistema (ver detalles en Tabla A4.1 del Anexo).

Se observó que la interacción entre sistemas de pastoreo y fechas fue significativa, y que las mayores diferencias en condición corporal se registraron en diciembre de 2015, momento en el que los ovinos del sistema de pastoreo rotativo evidenciaron una menor condición corporal que los del sistema de pastoreo continuo (diferencia del 36% o 0,7 puntos a favor del sistema continuo) (Figura 4.5). Asimismo, se advirtió que la condición corporal más baja tuvo lugar en la esquila del año 2016 (septiembre), menor aún que la del año previo (septiembre 2015). Las condiciones corporales promedio tanto en el mes de diciembre de 2015 como en febrero de 2016 fueron las más altas respecto a todas las fechas, y en ambos casos mayores en el sistema de pastoreo continuo que en el rotativo (Figuras 4.5).

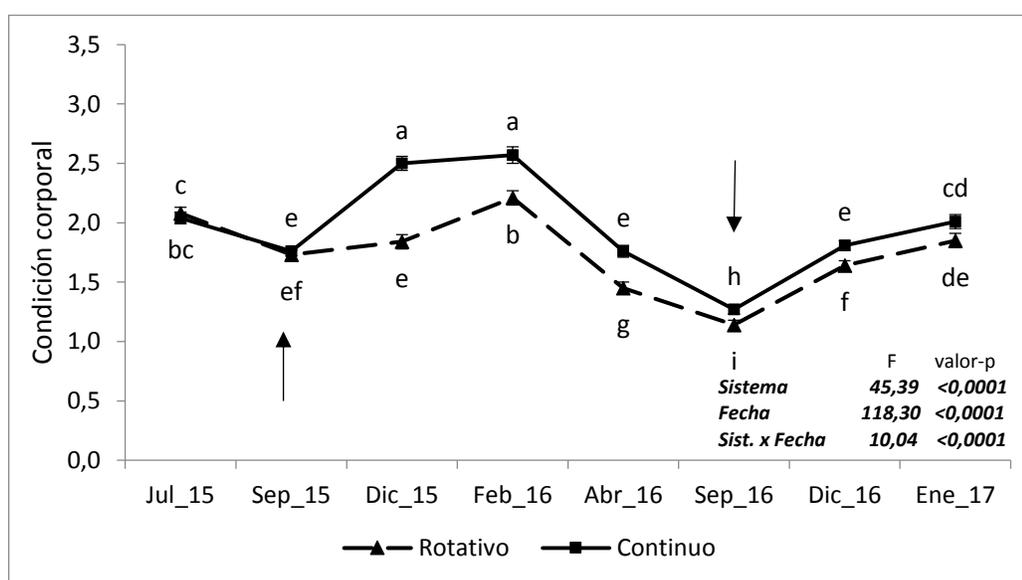


Figura 4.5. Condición corporal de ovinos pertenecientes a dos sistemas de pastoreo en función de la fecha. La tabla inferior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación Sistema de Pastoreo, Fecha, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras distintas dentro del gráfico indican diferencias entre las 16 combinaciones sistema x fecha (Test LSD; $p < 0,05$). Las líneas verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Categoría ni de las interacciones Sistema x Fecha, Categoría x Fecha, ni Fecha x Categoría x Sistema (ver detalles en Tabla A4.1 del Anexo). Las flechas dentro del gráfico indican el momento de esquila.

Las mayores diferencias de CC entre categorías se registraron en diciembre de 2015 y en febrero de 2016 (Figura 4.6). En ambas fechas, la condición corporal de los capones fue notablemente mayor que la de las ovejas (diferencia de 36% o 0,7 puntos en diciembre de 2015, y de 43% o 0,8 puntos en febrero de 2016). Por otra parte, ambas categorías alcanzaron la menor CC en la esquila de 2016, luego se incrementó la condición y se equipararon en diciembre de 2016. Al finalizar el período experimental, fueron las ovejas las que tuvieron mejor condición corporal que los capones (diferencia de 18% o 0,3 puntos) (Figura 4.6).

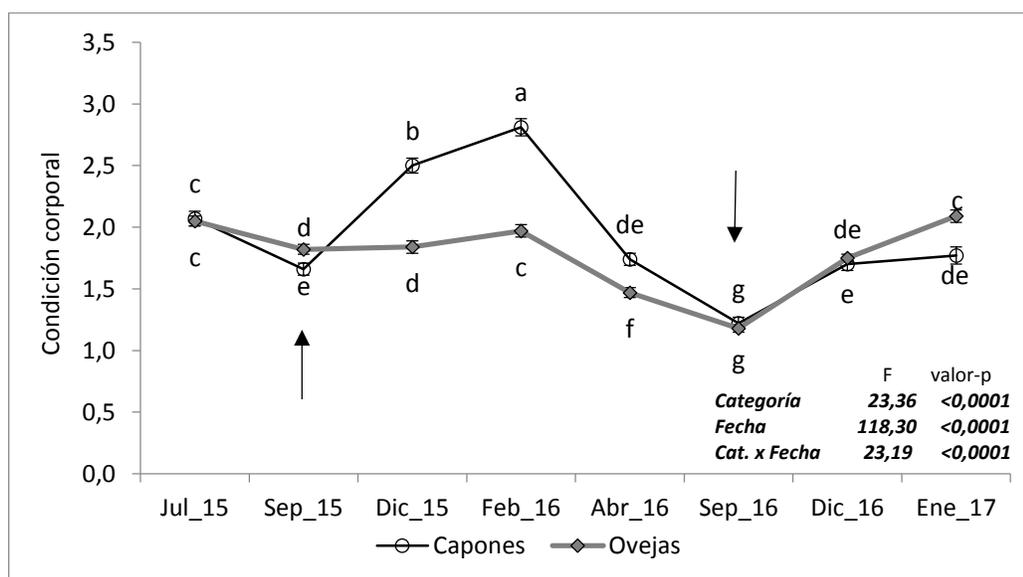


Figura 4.6. Condición corporal de ovinos pertenecientes a dos categorías en función de la fecha. La tabla inferior derecha contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos sólo para las fuentes de variación Categoría, Fecha, y la interacción entre ambas, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras distintas dentro del gráfico indican diferencias entre las 16 combinaciones categoría x fecha (Test LSD; $p < 0,05$). Las líneas verticales indican Error Estándar. Para una mejor interpretación de los resultados en la Figura, no se colocaron los valores de F ni de p del factor Sistema ni de las interacciones Sistema x Fecha, Sistema x Categoría, ni Fecha x Categoría x Sistema (ver detalles en Tabla A4.1 del Anexo). Las flechas dentro del gráfico indican el momento de esquila.

Por lo tanto, se advierte que, tanto para el peso como para la condición corporal de los ovinos, se encontraron diferencias a favor del sistema de pastoreo continuo, y que ambas variables se vieron afectadas por las condiciones ambientales restrictivas del año 2016 (ver Figura 3.5, capítulo 3 y Figuras 4.1 a 4.6). Por otro lado, como era de esperarse, los capones presentaron los mayores valores de peso y condición corporal y las ovejas los menores (con la excepción de la CC de estas últimas en enero de 2017), debido a que las mismas tuvieron mayores requerimientos nutricionales por la gestación y la lactancia durante la primera temporada del período experimental (invierno y primavera de 2015). Asimismo, se observó que, en las dos categorías evaluadas y en ambos sistemas de pastoreo, el peso y la condición corporal presentaron patrones “cíclicos”, con aumentos en primavera-verano y disminuciones en otoño-invierno, con mínimos a la esquila, estrechamente vinculados con las condiciones climáticas (i.e. precipitaciones y temperaturas) y con la calidad y cantidad de forraje consumible (ver Figuras 2.2 y 2.5 en capítulo 2, y Figura 3.3 en capítulo 3).

Peso de vellón limpio

En cuanto al peso de vellón limpio (PVL), no resultó significativa la interacción entre sistemas de pastoreo y categorías, pero sí se registraron diferencias entre sistemas de pastoreo, a favor del sistema continuo (de 10% o 0,200 kg), y también entre categorías, contando los capones con un PVL 10% mayor (0,200 kg) que las ovejas (Figura 4.7 a).

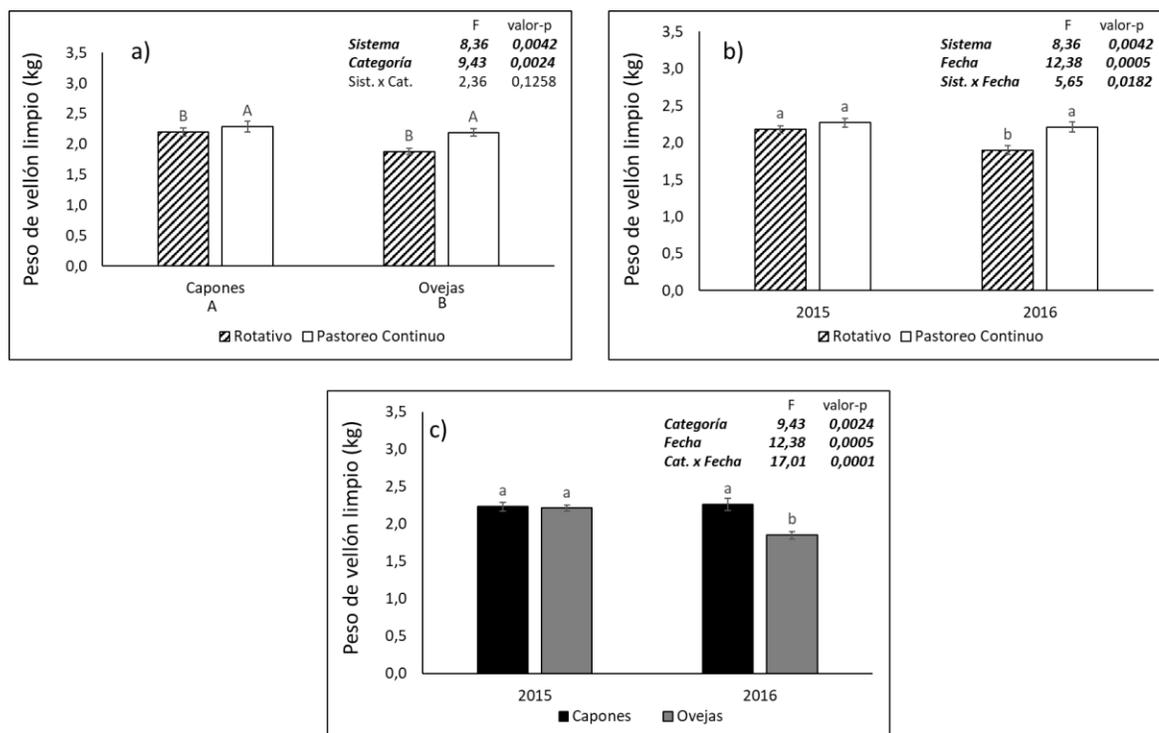


Figura 4.7. Peso de vellón limpio (kg) de ovinos pertenecientes a: a) los dos sistemas de pastoreo en función de la categoría, b) los dos sistemas de pastoreo en función del año de esquila, y c) las dos categorías en función del año de esquila. La tabla superior derecha de cada panel contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras mayúsculas distintas dentro del panel a) indican diferencias entre sistemas de pastoreo, y letras debajo del eje de abscisas indican diferencias entre categorías. Letras distintas dentro de los paneles b) y c) indican diferencias entre las 4 combinaciones de sistemas de pastoreo y fecha, y de categoría x fecha, respectivamente (Test LSD; $p < 0,05$). Las líneas verticales indican Error Estándar.

Se observó también que, tanto la interacción entre sistemas de pastoreo y fecha de esquila como la interacción entre categorías y fechas de esquila, fueron significativas (Figura 4.7 b y c, respectivamente). En el primer caso, se advirtió que los ovinos del sistema de pastoreo continuo tuvieron PVL similares en las esquilas de 2015 y 2016, mientras que los ovinos del sistema rotativo tuvieron PVL 14,7% (0,280 kg) más liviano en 2016 que en el año previo (Figura 4.7 b). En cuanto a las diferencias entre categorías, se puede apreciar que en 2015 los capones y las ovejas alcanzaron similar PVL (Figura 4.7 c), pero en 2016 los capones

tuvieron PVL similar (o algo mayor) que en el año previo, mientras que las ovejas alcanzaron, en promedio, pesos de vellón limpio 19,5% (0,360 kg) menores a los de 2015 (Figura 4.7 c). A partir de estos resultados se puede inferir que el menor PVL lo alcanzaron las ovejas del sistema de pastoreo rotativo en la esquila de 2016 (Figuras 4.7 a, b y c). Cabe remarcar que la interacción triple entre sistemas de pastoreo, categorías y fechas no resultó significativa ($F = 0,40$; $p = 0,5287$).

Características de la lana: finura

El diámetro promedio de las fibras (μ) fue menor en el sistema de pastoreo rotativo que en el continuo, y menor en las ovejas que en los capones, aunque la interacción entre ambos factores no resultó significativa (Figura 4.8 a). En 2015 el diámetro de fibra no difirió entre los animales provenientes de los potreros bajo ambos sistemas de pastoreo. En cambio, en 2016 el diámetro se mantuvo en los animales del sistema de pastoreo continuo pero se redujo significativamente en los del potrero bajo pastoreo rotativo (diferencia de 3,5% o 0,6 μ) (Figura 4.8 b). Asimismo, en cuanto a las categorías, en 2015 el diámetro de fibra fue similar en capones y ovejas, pero significativamente menor en estas últimas en la esquila de 2016 (diferencia de 6,5% o 1,1 μ a favor de los capones) (Figura 4.8 c).

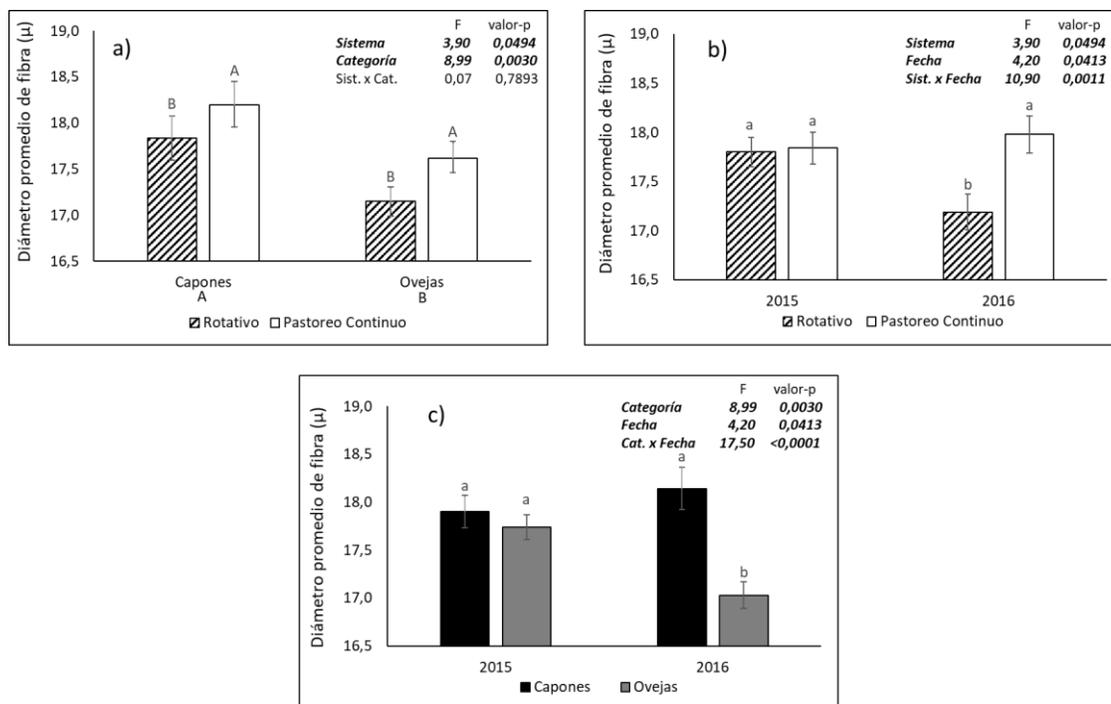


Figura 4.8. Diámetro promedio de fibra (μ) de ovinos pertenecientes a: a) los dos sistemas de pastoreo en función de la categoría, b) los dos sistemas de pastoreo en función del año de esquila, y c) las dos categorías en función del año de esquila. La tabla superior derecha de cada panel contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras mayúsculas distintas dentro del panel a) indican diferencias entre sistemas de pastoreo, y debajo del eje de abscisas indican diferencias entre categorías. Letras distintas dentro del panel b) indican diferencias entre las 4 combinaciones de sistemas x fecha. Letras distintas dentro del panel c) indican diferencias entre las 4 combinaciones de categoría x fecha (Test LSD; $p < 0,05$). Las líneas verticales indican Error Estándar.

En consecuencia, estos resultados permiten inferir que el menor diámetro promedio de fibra se registró en las ovejas del sistema rotativo en la esquila de 2016. Y respecto a la interacción triple entre sistemas de pastoreo, fechas y categorías, la misma no resultó significativa ($F = 0,25$; $p = 0,6173$).

Características de la lana: largo de mecha

En cuanto al largo de mecha (mm), se observó que la interacción triple entre sistemas de pastoreo, categorías y fechas no fue significativa ($F = 1,07$; $p = 0,3018$) y tampoco resultó significativa la interacción entre sistemas de pastoreo y categorías (Figura 4.9 a). La lana de los ovinos de ambos sistemas de pastoreo fue más corta en 2016 que en 2015 (Figura 4.9 b). Asimismo, en 2016, la lana de las ovejas fue, en promedio, 9% (6,6 mm) más corta que la de los capones (Figura 4.9 c).

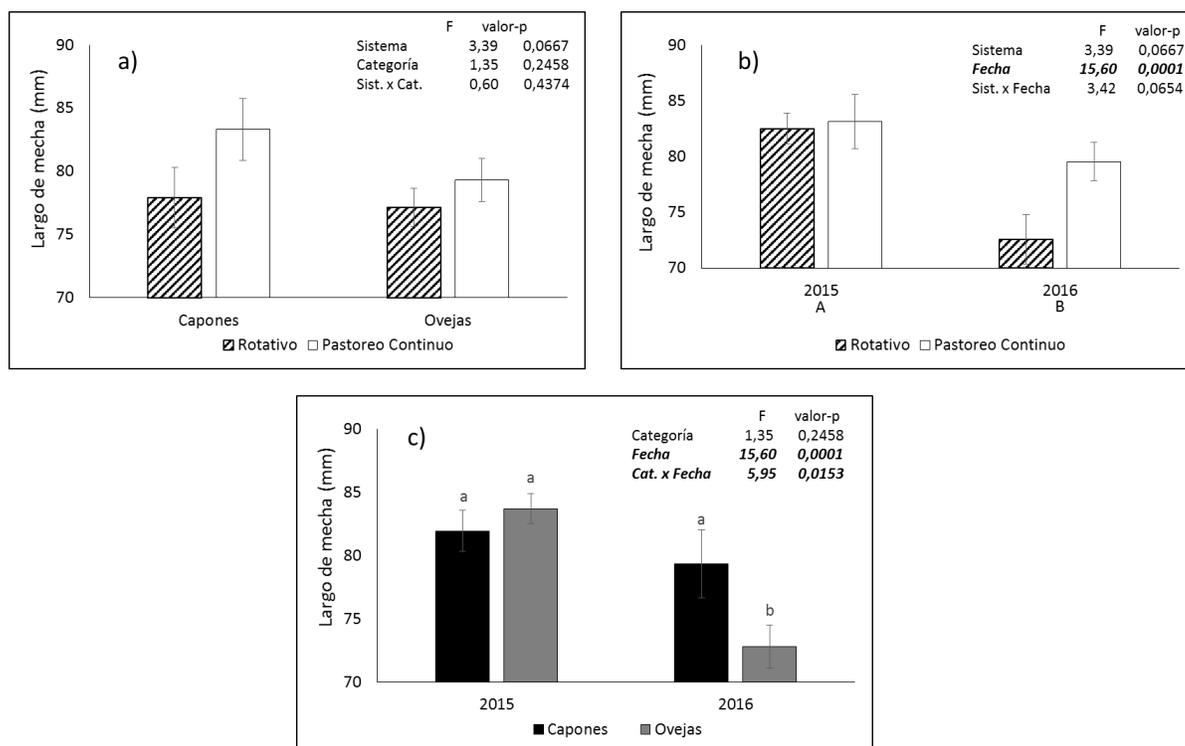


Figura 4.9. Largo de mecha (mm) de lana de ovinos pertenecientes a: a) los dos sistemas de pastoreo en función de la categoría, b) los dos sistemas de pastoreo en función del año de esquila y c) las dos categorías en función del año de esquila. La tabla superior derecha de cada panel contiene los valores de F y p resultantes de análisis de Modelos Lineales Generales y Mixtos, resaltados en negrita y cursiva cuando mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$). Letras mayúsculas distintas debajo del eje de abscisas del panel b) indican diferencias entre fechas. Letras distintas dentro del panel c) indican diferencias entre las 4 combinaciones de categoría x fecha (Test LSD; $p < 0,05$). Las líneas verticales indican Error Estándar.

En resumen, los resultados hallados, tanto para el PVL como para las principales características que definen el valor comercial de la lana (diámetro promedio de fibras y largo de mecha), indican que se registraron diferencias estadísticamente significativas entre sistemas de pastoreo. Tanto en el caso del PVL como en el del diámetro promedio de fibras, las diferencias fueron a favor del sistema de pastoreo continuo (Figuras 4.7 y 4.8). Asimismo, se evidenció que las condiciones ambientales menos favorables durante el año 2016 impactaron negativamente en todas las características evaluadas, respecto a los resultados obtenidos en la esquila del año 2015, y que además, en cuanto a las categorías, los capones tuvieron mayor PVL, diámetro promedio de fibra y largo de mecha que las ovejas en la esquila de 2016. Cabe destacar que no se observaron diferencias entre categorías en los mencionados parámetros en la esquila del año previo (2015) (Figuras 4.7 a 4.9).

DISCUSIÓN

Nuestros resultados corroboraron las dos predicciones planteadas en este capítulo ya que, en primer lugar, en el corto plazo, los animales del sistema de pastoreo rotativo tuvieron menor peso vivo y menor condición corporal que aquéllos del sistema de pastoreo continuo. Además, dos de las características más importantes que hacen a la calidad de la lana (el diámetro promedio de fibras y el peso de vellón limpio) fueron menores en el sistema de pastoreo rotativo que en el sistema continuo. Sin embargo, no se registraron diferencias entre sistemas de pastoreo en el largo de mecha, característica que también influye en la calidad de la lana.

Estos hallazgos van en línea con lo registrado por Oliva y colaboradores (2021) en un experimento llevado a cabo al sur de la provincia de Santa Cruz, quienes observaron que los ovinos asignados a potreros bajo sistema de manejo holístico, manejo que podría ser comparable con el sistema de pastoreo rotativo presentado en esta tesis, fueron significativamente más livianos (diferencia promedio de 4,1% o 7,8 kg vs. 6,2% o 2,7 kg en nuestro experimento) que los ovinos pertenecientes a los cuadros bajo pastoreo continuo. Además, la condición corporal de los animales en el sistema de manejo holístico fue menor que la de los ovinos del sistema de pastoreo continuo (en 40,6% o 0,65 puntos vs. 12,6% o 0,22 puntos en nuestro experimento). Cabe remarcar que en el establecimiento en el que se llevó a cabo el mencionado experimento se produce carne y lana, por lo cual un alto porcentaje de la majada es de la raza Corriedale (Oliva et al., 2012; Oliva et al., 2021), a diferencia de nuestro trabajo en el que se utilizó la raza Merino.

Nuestros resultados también pueden ir en línea con lo hallado por Siffredi y colaboradores (1992) y por Buono y colaboradores (2011b) en experimentos llevados a cabo en el Campo Experimental Río Mayo, en potreros con tres cargas ovinas contrastantes (cargas alta, media y baja). Las cargas utilizadas implicaban factores de uso tendientes a generar condiciones de sobrepastoreo intenso, sobrepastoreo leve, y ausencia de sobrepastoreo (Factores de Uso del 50%, 40% y 30%, respectivamente). Al igual que en nuestro experimento, en el primer trabajo, se encontró que, tanto el peso vivo como la condición corporal de los ovinos en la última fecha de medición, fueron similares en los tres tratamientos (Siffredi et al., 1992). Asimismo, en el segundo trabajo, la evolución del peso y de la condición corporal fueron similares a los registrados en nuestro experimento: los más altos en el mes de febrero en todos los tratamientos, y los mínimos en el mes de septiembre (Buono et al., 2011b).

Diversos autores afirman que, tanto las variaciones en el peso como en la condición corporal, se encuentran estrechamente vinculadas con las condiciones climáticas del año en curso y con las de años previos, especialmente en cuanto a las precipitaciones y la temperatura. Esto se debe tanto a un efecto directo sobre la fisiología de los animales (Coronato, 1999; Sun et al., 2015; Castillo, 2019) como a un efecto indirecto sobre la vegetación, al afectar la PPNA (productividad primaria neta aérea) y la disponibilidad de forraje (Jobbágy et al., 2002; Gaitán et al., 2014; Dickhoefer et al., 2016; Castillo, 2019) y, por ende, al estado corporal de las madres (Castillo, 2019). En el caso de nuestro experimento, se observó que en el primer año (2015) las precipitaciones del mes de mayo y junio fueron mayores que el promedio histórico para esos meses, y las temperaturas medias mensuales también algo mayores en ese período que los valores medios (Figura 4.10). En cambio, durante el segundo año (2016), las precipitaciones totales acumuladas fueron menores al promedio histórico y, además, presentaron una distribución diferente, ya que se concentraron a fines de invierno y disminuyeron abruptamente a partir de principios de la primavera. Además, las temperaturas medias mensuales en la primavera de 2016 fueron algo mayores al promedio histórico (Figura 4.10). Estas circunstancias probablemente generaron condiciones desfavorables para el crecimiento de la vegetación a comienzos de la primavera, lo que podría explicar el bajo peso y condición corporal de los ovinos en la esquila de septiembre de 2016, especialmente en los animales asignados al sistema rotativo.

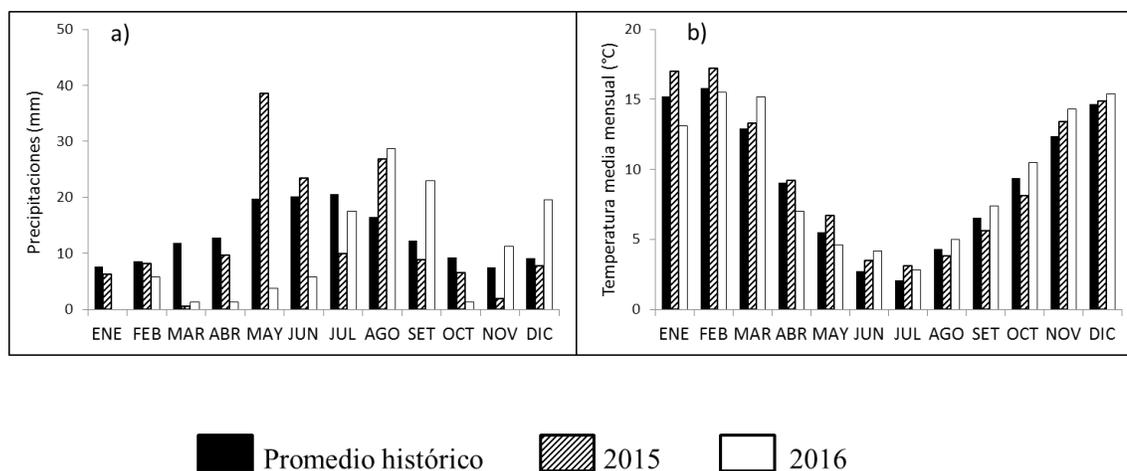


Figura 4.10. Precipitaciones mensuales acumuladas (mm) (a) y Temperaturas medias mensuales (°C) (b) para los años 2015 y 2016, y promedio histórico del período 1955-2016 para Precipitaciones, y del período 1982-2016 para Temperaturas medias. Fuente: Área de Agrometeorología, INTA EEA Chubut y SIPAS (www.sipas.inta.gob.ar).

Al igual que lo comentado para el peso y la condición corporal, la producción de lana que se desarrolla sobre pastizales áridos y semiáridos está fuertemente afectada por la variabilidad del ambiente debido a su dependencia de la producción forrajera (Hall y Paruelo, 2006; Texeira y Paruelo, 2006; Easdale y Aguiar, 2012; Easdale et al., 2014, citados por González et al., 2020) y consecuentemente con el estado nutricional de los ovinos (Adams y Briegel, 1998; Robertson et al., 2000, citados por González et al., 2020). El crecimiento de la lana cambia en relación a la disponibilidad de nutrientes a nivel folicular, lo cual depende del balance energético del ovino para cumplir las funciones de mantenimiento, producción y reproducción (Thompson et al., 1994; Hyder et al., 2002; Cottle et al., 2010, citados por González et al., 2020). A su vez, algunos autores indican que existe una estrecha relación entre el peso corporal y el peso de vellón sucio y limpio (Thompson et al., 1994; Larrosa et al., 1997; La Torraca, 2015), documentada incluso en experimentos realizados en el área ecológica de Sierras y Mesetas Occidentales (Mueller et al., 2005; Mueller y Carlino, 2010).

Por estas razones es que podríamos inferir que el menor PVL hallado en las ovejas del sistema de pastoreo rotativo podría estar explicado, al menos en parte, por el menor peso corporal registrado en esa categoría durante todo el período previo a la esquila de 2016.

Estos resultados van en línea con lo hallado por Siffredi y colaboradores (1992) y por Buono y colaboradores (2011b) en los experimentos llevados a cabo en el Campo Experimental Río Mayo mencionados anteriormente. En el primer caso, luego de un período de 10 años, encontraron que el PVL promedio fue significativamente mayor en los potreros con carga baja y media, que en el potrero de carga alta (Siffredi et al., 1992). En el segundo caso, se advirtió que el PVL promedio de los ovinos en los tratamientos de sobrepastoreo (en kg/cabeza), fue al menos un 10% menor que el PVL de los animales que pastoreaban en potreros con cargas ajustadas a la receptividad (Buono et al., 2011b). Si bien en ese trabajo no se registraron diferencias significativas, se destaca que en condiciones reales de producción, con majadas compuestas por un gran número de animales (mayor a 1000), estas diferencias en el PVL podrían representar una importante pérdida en los ingresos económicos del establecimiento (Buono et al., 2011b). Sin embargo, otros autores no encontraron diferencias en el PVL entre sistemas de pastoreo. Por ejemplo, en un experimento de corto plazo (250 días) en el que se comparó el desempeño de ovinos de raza Merino en sistemas de pastoreo rotativo y de carga ajustada, los autores hallaron que el PVL fue similar entre ambos sistemas (Norman et al., 2010) y mencionan que las pequeñas diferencias halladas no justificarían económicamente la mayor cantidad de mano de obra y los costos de infraestructura que fueron necesarias para instalar el sistema de pastoreo rotativo.

Bajo situaciones de estrés causadas por condiciones climáticas adversas, el diámetro de las fibras puede disminuir significativamente, con consecuentes reducciones en la resistencia a

la tracción y en incrementos potenciales de puntos de quiebre, influyendo de forma negativa en la calidad de la lana, en su procesamiento industrial y en el precio final (Adams y Briegel, 1998; Sacchero et al., 2011; González et al., 2020). Por lo tanto, los resultados hallados en los parámetros que hacen al valor comercial de la lana permiten suponer que el mismo hubiese sido mayor en 2015 que en 2016. Esto no pudo comprobarse empíricamente ya que la lana de los ovinos pertenecientes a nuestro experimento se comercializó en forma conjunta con el lote de lanas de todo el establecimiento, tanto en 2015 como en 2016, y además no se podría estimar el valor de venta final ya que no contamos con la información de otro de los parámetros importantes que hacen al precio, como lo es la resistencia a la tracción (Elvira, 2004; Aguirre y Fernández, 2010; Sacchero y Elvira, 2015; McGregor et al., 2016; González et al., 2020).

La mayor parte de los valores de diámetro promedio de fibra hallados en nuestro experimento son menores a 19μ y, por lo tanto, se consideran lanas “superfinas” (Mueller et al., 2005; La Torraca, 2015; Sacchero y Elvira, 2015), y además fueron similares al promedio zonal y provincial ($20,10 \mu$ y $19,83 \mu$ respectivamente; Taraborrelli, 2019). Asimismo, a diferencia de los otros trabajos realizados en el Campo Experimental Río Mayo (Siffredi et al., 1992; Buono et al., 2011b), nosotros sí registramos diferencias significativas en el diámetro promedio de fibras, el cual fue menor en el sistema de pastoreo rotativo en la esquila de 2016 y, a su vez, menor en las ovejas que en los capones. Esta situación registrada en las ovejas en la segunda esquila podría deberse a la denominada “finura de hambre”, la cual se expresa en las fibras de lana cuando la alimentación es deficiente o cuando los animales presentan alguna enfermedad. Debido a ello, puede generarse un afinamiento en las fibras que en algunos casos llega al estrangulamiento de las mismas, tornando a las lanas débiles o quebradizas (Aguirre

y Fernández, 2010). Como se mencionara anteriormente, esto no se pudo comprobar empíricamente ya que no se pudo realizar el análisis de resistencia a la tracción luego de la esquila de 2016, pero sí se podrían relacionar estos resultados en el diámetro promedio de fibras de las ovejas con su peso, condición corporal y peso de vellón limpio, variables que en nuestro experimento fueron menores en esta categoría animal que en los capones.

Respecto al largo de mecha, nuestros resultados van en línea con los obtenidos en otros trabajos realizados en el Campo Experimental Río Mayo, debido a que los autores no hallaron diferencias significativas en este parámetro entre tratamientos con baja, media y alta carga animal (Siffredi et al., 1992; Buono et al., 2011b), y tampoco se observaron diferencias entre sistemas de pastoreo rotativo y continuo en otro trabajo llevado a cabo sobre pastizales en una zona semiárida del sudoeste de Australia (Norman et al., 2010), ni en otro experimento llevado a cabo en el Campo Experimental Pilcaniyeu (INTA Bariloche), en el cual se contrastaron tres niveles nutricionales (alto, medio y bajo) (Mueller et al., 2005). El largo de mecha obtenido en nuestro trabajo es compatible con el esperable para la raza Merino (Elvira y Jacob, 2004; Aguirre y Fernández, 2010). El rango de longitud que hallado estuvo entre 70 y 90 mm por lo que, dentro de los valores de referencia de la raza, se observa que fue “regular” (menor a 75 mm) en algunos casos, pero en gran medida fue “bueno” (75 a 80 mm) y “muy bueno” (80 a 85 mm) (Elvira y Jacob, 2004).

Si bien no fue posible realizar en el laboratorio la determinación de resistencia a la tracción de la lana correspondiente a la esquila de 2016, sí se pudo apreciar que la “firmeza” de las mechas de lana evaluada “in situ” (determinación subjetiva: Aguirre y Fernández, 2010) durante el acondicionamiento de lanas en esa esquila fue notoriamente menor que la del año previo (observación personal). Sin embargo, al no contar con las mediciones objetivas de

laboratorio, no podemos aseverar que la lana fue “más quebradiza” sólo por el efecto del año, o si esto tuvo relación con los sistemas de pastoreo evaluados en nuestro experimento.

También es importante remarcar que los resultados mostrados en este capítulo están estrechamente vinculados con lo presentado en los capítulos 2 y 3 de esa tesis, en relación al menor vigor en las gramíneas más y menos preferidas por los ovinos hallado en el sistema rotativo, especialmente en la segunda temporada de medición (capítulo 3), además de un mayor grado de utilización de las especies preferidas y no preferidas en el mismo sistema (aunque en términos absolutos el grado de utilización fue bajo) y un nivel nutricional levemente mejor (en cuanto al nitrógeno fecal) (capítulo 2), que no se tradujeron en mejoras ni en el peso y la condición corporal de los ovinos ni en la calidad de la lana. Se advierte entonces que, a bajos niveles de alimentación, el ovino priorizaría el mantenimiento frente a la producción de lana (Mueller y Carlino, 2010).

En síntesis, se pudo corroborar la primera predicción referida a que, en el corto plazo, los animales manejados en sistemas de pastoreo rotativo tendrán menor peso vivo y menor condición corporal que aquéllos manejados en sistemas de pastoreo continuo. Además, se pudo corroborar parte de la segunda predicción que postulaba que, también en el corto plazo, el peso de vellón limpio y la calidad de la lana de los animales que fueron manejados en sistemas rotativos serían menores que la de aquéllos manejados en sistemas sin rotación. Estos resultados productivos relacionados con la lana tuvieron un marcado efecto del año, que pudo haberse sumado al efecto propio de los tratamientos de pastoreo. En este sentido, podemos inferir que ante condiciones climáticas adversas, el sistema de pastoreo continuo con cargas ajustadas a la disponibilidad forrajera, sería más beneficioso para los animales que el sistema de pastoreo rotativo. Los vellones de los ovinos del sistema rotativo fueron

más livianos y más finos (especialmente en las ovejas) que los provenientes de los ovinos del sistema de pastoreo continuo. Todo esto determinaría un menor valor comercial de la lana producida en el sistema rotativo y, si además se considera el mayor costo de infraestructura y de horas de trabajo requeridas para realizar las juntadas y las rotaciones, se puede observar que sería muy difícil que en el Campo Experimental Río Mayo, y quizás en otros establecimientos semejantes, este tipo de manejo sea sustentable y viable en el tiempo, al menos en condiciones similares a las imperantes en el momento en que se llevó a cabo este experimento.

CAPÍTULO V

Discusión general

Este trabajo surge de la necesidad de contar con información empírica sobre sistemas de pastoreo ovino extensivo alternativos al manejo tradicional de la estepa del sudoeste de Chubut, con el propósito de intentar comprender el funcionamiento de los sistemas, y de tener herramientas y fundamentos para realizar recomendaciones de manejo del pastoreo a productoras y productores interesados en aplicar esta tecnología.

Para ello se llevaron a cabo experimentos tendientes a entender si se generan cambios en las interacciones entre las plantas y los animales ante distintas alternativas de manejo del pastoreo, y a cuál es el impacto que esto conlleva en la producción secundaria. Por un lado se intentó determinar si los cambios en la selectividad de los ovinos asociados a distintos sistemas de pastoreo se traducían en modificaciones en el vigor de las gramíneas preferidas y no preferidas (capítulo 3). Además, se evaluó si el grado de utilización de gramíneas preferidas y no preferidas por los ovinos variaba (a) entre sistemas de pastoreo, que implicaban una misma carga animal global pero distribuida en distintos períodos de ocupación y descanso y con distintas cargas instantáneas, y (b) con la distancia a la aguada, independientemente del sistema de pastoreo empleado (capítulo 2). Y también se focalizó en intentar determinar si los cambios en la selectividad de los ovinos se traducían en variaciones en la producción animal (capítulo 4).

Hipótesis y resultados principales

En virtud de la literatura científica generada desde hace décadas respecto al debate entre las ventajas y limitantes de los sistemas de manejo del pastoreo continuo y rotativo en zonas áridas y semiáridas (Savory y Parson, 1980; Savory, 1983; Briske et al., 2008; Bailey y Brown, 2011; Briske et al., 2011; Fynn, 2012; Briske et al., 2013; Borrelli et al., 2013; Briske et al., 2014; Cibils et al., 2014; Teague, 2014; McDonald et al., 2019) y también

específicamente en la región Patagónica (Oliva et al. 2012; Fariña, 2019; Oliva et al., 2021), y de las percepciones y experiencias de quienes producen y de quienes brindan asesoramiento tanto público como privado en la Provincia de Chubut, es que formulamos nuestras principales hipótesis de trabajo. La primera de ellas giró en torno a que en los sistemas de pastoreo más intensivos (en cuanto al período de ocupación, superficie y carga instantánea) que el manejo tradicional de cargas fijas de animales durante todo el año en los mismos cuadros, se reduciría la selectividad y aumentaría el grado de utilización del pastizal natural por parte de los ovinos, independientemente de las distancias a la aguada. Este cambio en la selectividad, podría aumentar el vigor de las gramíneas preferidas por el ganado y reducir el de las no preferidas. Asimismo, nuestra segunda hipótesis postulaba que en el corto plazo y en función de los cambios en la selectividad entre especies preferidas y no preferidas, el pastoreo con altas cargas instantáneas y tiempos de ocupación cortos disminuiría la calidad de la dieta consumida por los animales, lo que produciría un cambio negativo en el estado nutricional de los ovinos y, consecuentemente, en su respuesta productiva.

Estudios previos realizados en la estepa del sudoeste de Chubut (Golluscio et al., 1982; Siffredi et al., 1992; Elissalde et al., 2010; Oñatibia y Aguiar, 2016) y también en otros sitios ubicados dentro del mismo Distrito Fisonómico Florístico al cual pertenece el Campo Experimental Río Mayo (Bonvissuto et al., 1983; Somlo et al., 1985; Siffredi et al., 2013; Fariña, 2019; Oñatibia et al., 2020) , mencionan que *Poa ligularis* y *Bromus pictus* se encuentran entre las gramíneas más preferidas por los ovinos, y que *Pappostipa speciosa* es de preferencia intermedia, y *Pappostipa humilis* es no preferida. Si bien *P. ligularis* y *B. pictus* son las dos gramíneas de mayor preferencia en esta estepa, ambas se diferencian en la distinta proporción en la que se encuentran en el pastizal (Golluscio et al., 2005; Oñatibia y

Aguiar, 2019; Valenta et al., 2020 y capítulo 2 de esta Tesis). En nuestro trabajo, esta proporción la expresamos como % de cobertura aérea relativa a la cobertura total, y fue de $11,33 \pm 1,62\%$ para *P. ligularis* y de $0,34 \pm 0,09\%$ para *B. pictus*, como promedio de los dos sistemas de pastoreo y del área clausurada.

En cuanto a la primera de nuestras hipótesis, nuestros resultados la apoyaron sólo parcialmente, ya que el sistema de pastoreo rotativo (con mayor carga instantánea que el continuo, pero igual carga promedio anual) no aumentó el vigor (estimado a través del volumen verde y del número de varas florales) de las especies preferidas, pero sí redujo el de las no preferidas, comparado con el sistema de pastoreo continuo y con un área clausurada al pastoreo ovino. De hecho, el vigor de *P. ligularis* se vio muy poco afectado por el sistema de pastoreo y el de *B. pictus* fue directamente menor en el potrero bajo pastoreo rotativo que en el potrero sin pastoreo o en el potrero bajo pastoreo continuo. En cambio, sí se observó que tanto *P. speciosa* como *P. humilis* perdieron vigor bajo el sistema de pastoreo rotativo, tanto en volumen verde en ambas especies como en número de varas florales en *P. humilis*.

Tampoco se detectó, en ninguna de las especies analizadas, el esperado aumento de vigor a medida que aumentó la distancia a la aguada. *P. ligularis* fue la única gramínea que tendió a ser más vigorosa (por su mayor volumen verde) a distancias alejadas de la aguada, aunque estas diferencias no fueron significativas. También se encontraron diferencias en el vigor de *P. speciosa* relacionadas con la distancia a la aguada, aunque sólo en las plantas sometidas al pastoreo rotativo.

Tal como se ha registrado en muchos trabajos que comparan sistemas de pastoreo en zonas áridas y semiáridas, los efectos de los mismos sobre las gramíneas preferidas y no preferidas

no han sido contundentes en favor de un sistema u otro, sino que estuvieron fuertemente modulados por las condiciones climáticas del año (Briske et al., 2008; Teague et al., 2009b; Briske et al., 2011; Bailey y Brown, 2011; Derner, 2009; Fynn, 2012; O'Reagain et al., 2014; Oñatibia y Aguiar, 2019; Souther et al., 2019). El estrés provocado por las bajas precipitaciones y las temperaturas extremas restringe el crecimiento de la vegetación (Heitschmidt et al., 2005; Gillen y Sims, 2006), y en consecuencia, en tales condiciones los descansos al pastoreo no redundarían en mejoras en el vigor de las plantas (Müller et al., 2007; Bailey y Brown, 2011; Fynn, 2012; Mc Donald et al., 2019; Oñatibia y Aguiar, 2019; Souther et al., 2019).

Respecto al grado de utilización de las gramíneas evaluadas, observamos que bajo pastoreo rotativo aumentó la utilización (tanto el grado como el porcentaje de plantas defoliadas) de *B. pictus*, y además se registró una utilización más homogénea de la misma dentro de la parcela (teniendo en cuenta las distancias a la aguada). En cambio, el grado de utilización y la proporción de plantas defoliadas de la especie preferida clave *P. ligularis* no fueron significativamente distintos entre sistemas de pastoreo. En el caso de *P. speciosa*, se observó un mayor grado de utilización en el sistema de pastoreo rotativo, aunque sin diferencias en la proporción de plantas defoliadas entre sistemas. Asimismo, *P. humilis* casi no mostró signos de utilización en todos los sistemas y distancias a la aguada. Esto sugiere que las cargas animales utilizadas no fueron tan altas como para promover la defoliación de una especie tan poco preferida.

Los resultados obtenidos tanto del vigor de las gramíneas evaluadas como del grado y proporción de defoliación de las mismas, nos permiten inferir que hubo una estrecha relación entre esas variables pero inversa a la prevista. Se esperaba que bajo pastoreo rotativo hubiera

menor grado de defoliación de las gramíneas porque tenían menor volumen verde que bajo el sistema continuo, pero en cambio se encontró que tenían menor volumen verde justamente porque eran más utilizadas.

En un estudio reciente de larga duración a escala de establecimiento agropecuario en el que se compararon sistemas de pastoreo continuo y rotativo, con descansos cortos y largos, los autores observaron que la carga animal fue por lejos más importante en la intensidad y frecuencia de defoliación que el movimiento espacio-temporal de los animales entre los potreros (Porensky et al., 2021). Además, explicaron que en tanto en el sistema rotativo como en el continuo, la tasa de pastoreo de macollos por segunda vez fue baja, de entre 5 y 15% (Porensky et al., 2021). Los autores también mencionan como punto relevante que la capacidad de rebrote de la gramínea clave del pastizal estaba limitada por las condiciones climáticas altamente variables, sumadas al hecho de que, al igual que en nuestro experimento, los descansos al pastoreo podían ocurrir durante períodos de bajas precipitaciones o en momentos en donde las especies no estaban fisiológicamente activas (Briske et al., 2008; Porensky et al., 2021). También se puntualiza que, bajo cargas moderadas y a pesar del sistema de pastoreo (rotativo o continuo, con descansos cortos o largos entre parcelas), aproximadamente dos tercios de los macollos de la especie clave experimentaron "descanso estacional" ya que no fueron consumidos (Porensky et al., 2021), y que además la dinámica de la capacidad de rebrote de las gramíneas varía en función de la identidad de la especie (Broadbent et al., 2018). Todos estos hallazgos también nos ayudan a comprender en parte los resultados de nuestro experimento, vinculados al poco efecto que observamos de los sistemas de pastoreo sobre el vigor de las gramíneas evaluadas.

Nuestro trabajo también nos permitió indagar acerca de los efectos que los animales generaron sobre las principales gramíneas del pastizal natural, y cómo esos efectos variaron en función del tiempo en que los cuadros y las parcelas fueron utilizados, y qué sucedió en el período de descanso de la vegetación. En nuestro experimento, la parcela en seguimiento del sistema de pastoreo rotativo fue utilizada en dos períodos de 90 días cada uno, siendo el primero de ellos en la primavera de 2015 (septiembre a diciembre) y el segundo en el invierno de 2016 (junio a septiembre). Estos períodos de ocupación fueron seguidos por períodos de descanso de 180 días. En función de los resultados obtenidos en cuanto al vigor de las gramíneas y del grado y proporción en el que las mismas fueron defoliadas, es probable que las condiciones ambientales desfavorables durante el segundo año del período experimental hayan tenido un efecto negativo sobre la vegetación, y ello pudo haber limitado el rebrote de las gramíneas durante los períodos de descanso del pastizal. Asimismo, debido a que el período experimental finalizó en enero de 2017, nos quedó pendiente evaluar sobre la vegetación y sobre los animales el efecto que pudo haber tenido el uso de la parcela del sistema rotativo en el otoño de 2017 y el posterior descanso en invierno y primavera de ese mismo año. Por lo tanto, nuestros resultados no van en desmedro del pastoreo rotativo, ya que el sistema con tan pocas parcelas no garantizaba descanso a todas ellas durante la estación de crecimiento.

A partir de los resultados obtenidos del análisis de las heces de ovinos de los dos sistemas de pastoreo, pudimos confirmar que las gramíneas fueron el grupo funcional de plantas más preferidas, seguidas en orden decreciente por las hierbas, arbustos y gramínoideas, y sólo se encontraron diferencias entre sistemas de pastoreo en cuanto a los arbustos, con mayor proporción de aparición en heces en el sistema continuo. En la discusión del capítulo 2 de

esta tesis se postulan algunas ideas que intentan explicar ese hallazgo en las heces de los animales del sistema continuo. También observamos que dentro del grupo funcional gramíneas, la mayor proporción hallada en las heces fue de los géneros *Pappostipa* y *Poa* y no de *Bromus*, a pesar de haber registrado mayores grados de utilización en esta última. En los tres casos, no hubo diferencia de proporciones entre sistemas de pastoreo. Utilizando como insumo los resultados previamente mencionados, calculamos el Índice de electividad de Ivlev, el cual combina la participación de cada especie en la dieta con su participación en la cobertura, relativizando la primera de acuerdo a la segunda. Si bien no se registraron diferencias estadísticamente significativas, nuestros resultados mostraron que sólo en *Bromus* la proporción de aparición en las heces ovinas fue mayor que la proporción de este género en la comunidad vegetal. Según sus índices de calidad específica, las plantas del género *Pappostipa* tienen menor calidad que las de los géneros *Poa* y *Bromus* (Bonvisutto et al., 1983; Somlo et al., 1985; Elissalde et al., 2010), y por esa razón llama la atención que *Poa* contara con menor presencia en las heces que en la vegetación, especialmente en la segunda estación de crecimiento, aunque sin diferencias estadísticamente significativas respecto a *Pappostipa*.

Otro de los resultados obtenidos a partir del análisis de las heces ovinas fue el del contenido de nitrógeno (%NF) que se determinó en las mismas. Si bien esperábamos que un mayor grado de utilización de especies preferidas en el sistema de pastoreo continuo generaría un nivel nutricional más adecuado en esa majada ovina, y por ello un mayor %NF que en sistemas de pastoreo rotativo, esto no ocurrió. De hecho, se registró mayor %NF bajo pastoreo rotativo que bajo pastoreo continuo, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, estos resultados fueron coherentes con el hecho de que en las

parcelas bajo pastoreo rotativo se registró mayor grado de utilización de las especies preferidas, especialmente del género *Bromus*, de mayor calidad nutritiva en este ambiente (del área fitogeográfica Sierras y Mesetas Occidentales) que las platas del género *Poa* (Bonvisutto et al., 1983; Somlo et al., 1985).

Y en cuanto a la segunda de nuestras hipótesis de trabajo, vinculada a que los cambios en la selectividad entre especies preferidas y no preferidas que podría generar el sistema de pastoreo rotativo disminuiría la calidad de la dieta consumida por los animales, con un cambio negativo en el estado nutricional de los ovinos y, consecuentemente, en su respuesta productiva, se corroboró casi en su totalidad. A pesar de lo expuesto previamente sobre los hallazgos en el %NF en las heces de los ovinos de los dos sistemas de pastoreo, nuestros resultados evidenciaron que los animales del sistema de pastoreo rotativo tuvieron menor peso y menor condición corporal que aquéllos del sistema de pastoreo continuo, y además, dos de las características más importantes que hacen a la calidad de la lana, como lo son el diámetro promedio de fibras y el peso de vellón limpio, fueron menores en el sistema de pastoreo rotativo que en el sistema continuo. Sin embargo, no se registraron diferencias entre sistemas de pastoreo en el largo de mecha, característica que también influye en la calidad de la lana.

Respecto a la variación temporal del peso y de la condición corporal, observamos que la misma fue similar a la registrada tanto en el Campo Experimental Río Mayo (Siffredi et al., 1992; Buono et al., 2011) como en otros trabajos realizados en otros sectores de la región patagónica (Golluscio et al., 1998; Giraud et al., 2005; Oliva et al., 2012; Escobar et al., 2013; Oliva et al., 2021). Sin embargo, debemos mencionar que la condición corporal fue más baja que la registrada en aquellos experimentos, especialmente en el preservicio,

momento en el que es deseable que los ovinos, en particular las ovejas, posean una condición corporal mayor a 2 (Buratovich, 2000; Giraudo, 2009; Giraudo y Villar, 2010; Felice, 2013). Debido a ello es que en el segundo año del período experimental se decidió no dar servicio, para no comprometer la sobrevivencia de los ovinos, en especial de la majada del sistema de pastoreo rotativo.

En cuanto a los resultados productivos relacionados con la lana, pudimos apreciar que tuvieron un marcado efecto del año (precipitaciones similares al promedio histórico durante el primero año del experimento, y un 25% menor al promedio histórico en el segundo año), que pudo haberse sumado al efecto propio de los tratamientos de pastoreo. Los vellones de los ovinos del sistema rotativo fueron más livianos (especialmente las hembras) y más finos (en las ovejas), que los provenientes de los ovinos del sistema de pastoreo continuo. Se advierte entonces que, a bajos niveles de alimentación, el ovino priorizaría el mantenimiento frente a la producción de lana (Mueller y Carlino, 2010).

Es probable que todo lo expuesto anteriormente conlleve a un menor valor comercial de la lana producida en el sistema rotativo, y si además se considera el mayor costo de infraestructura y de horas de trabajo requeridas para realizar las juntadas y las rotaciones, se puede observar que sería muy difícil que en el Campo Experimental Río Mayo, y quizás en otros establecimientos semejantes, este tipo de manejos sea sustentable y viable en el tiempo, al menos en condiciones similares a las imperantes en el momento en que se llevó a cabo este experimento.

Conclusiones

A partir de los experimentos realizados en este trabajo, nuestros resultados indican que los sistemas de pastoreo funcionan como modificadores de la vegetación, de la selectividad animal y de la producción secundaria en la estepa patagónica del sudoeste de Chubut. A su vez, estos cambios en los atributos de la vegetación evaluados, mediados por la selectividad de los animales, se expresaron en menor medida en el pastizal que en la producción secundaria resultante de los sistemas de pastoreo bajo estudio. Los resultados productivos relacionados con la lana tuvieron un marcado efecto del año, que pudo haberse sumado al efecto propio de los sistemas de pastoreo. En este sentido, podemos inferir que ante condiciones climáticas adversas, el sistema de pastoreo continuo con cargas ajustadas a la disponibilidad forrajera, sería más beneficioso para los animales que el sistema de pastoreo rotativo.

Contribuciones

Consideramos que este trabajo aporta información útil que, si bien refiere a sistemas de pastoreo en un establecimiento en particular, puede ser tenida en cuenta para quienes panifiquen implementar manejos distintos al tradicional en la región. A diferencia de otros experimentos que han analizado sistemas de pastoreo a una escala más detallada, consideramos que nuestro trabajo aporta a una visión más integral del sistema productivo, ya que se evaluó tanto la producción primaria como la secundaria en dos estaciones de crecimiento de la vegetación.

Perspectivas

Existen muchos estudios que resaltan que en zonas áridas y semiáridas los efectos que generan los animales sobre la vegetación natural, sean estos positivos o negativos, requieren períodos de observación y evaluación más largos que en zonas de mayores precipitaciones. Debido a ello es que consideramos que sería importante realizar estudios de largo plazo en la estepa que contemplen períodos de uso y descanso en todas las estaciones del año.

Para indagar acerca de las zonas preferidas de los potreros por los animales, y su relación con los factores bióticos y abióticos, otra de las herramientas disponibles que se han utilizado en experimentos en otras zonas del país son los dispositivos GPS. Estos elementos no han sido utilizados hasta ahora en el Campo Experimental Río Mayo, y podría ser un elemento que aporte a entender parte del comportamiento de los ovinos en distintos sistemas de pastoreo. Sumado a ello, esta tecnología nos permitiría integrar estos datos con otras capas de información satelital, especialmente las vinculadas a la dinámica de la vegetación, al relieve, y a algunas variables climáticas. Asimismo, en línea con lo anteriormente mencionado y en función de las posibilidades operativas, podrían realizarse estudios observacionales de comportamiento animal en distintas estaciones del año, tendientes a conocer la relevancia de las interacciones intraespecíficas (entre individuos de la misma o de distintas categorías), y las que surgen de la relación entre la majada y el ambiente.

Es preciso mencionar que en esta tesis no tomamos en suficiente consideración que el tamaño de los potreros en los cuales se realizaron las mediciones de cada sistema de pastoreo era distinto. Este aspecto no es menor, ya que los efectos atribuidos al sistema de pastoreo pudieron estar en parte determinados por el tamaño del área que exploraron los ovinos (Oñatibia y Aguiar, 2018). Por ejemplo, en nuestro experimento el sistema de pastoreo

rotativo tuvo implícito además de cambios en los tiempos de ocupación, de descanso y en la carga instantánea, una reducción en el tamaño de las parcelas, en comparación con el tamaño del cuadro en el sistema de pastoreo continuo. Por ello es que sería conveniente tener presente estas consideraciones desde el inicio de futuros experimentos, tanto en el Campo Experimental Río Mayo como también en los establecimientos en los que se decida incorporar sistemas de manejo del pastoreo distintos al tradicional.

Para que la información sobre sistemas de pastoreo pueda contar en alguna medida con “repeticiones verdaderas”, una estrategia para alcanzarlo sería el realizar estudios similares a nuestro experimento en campos reales de productores y a largo plazo, en principio, en áreas cercanas al Campo Experimental Río Mayo. Además, en este último se podría continuar con el experimento iniciado para esta tesis, pero incluyendo mayores cargas ovinas y períodos de ocupación más cortos, teniendo siempre en cuenta el bienestar animal. Un aspecto no menor, y que no fue analizado en esta tesis, es el aspecto económico, tanto en lo vinculado a las inversiones en infraestructura como al resultado productivo, ya sea en kg de lana o en número de corderos disponibles para la venta. Debido a ello, sería necesario realizar un análisis económico para cuantificar convenientemente el resultado de cada sistema de pastoreo, y también una comparación entre ambos, tanto en el Campo Experimental Río Mayo como en campos de productores.

Finalmente, y pensando en la forma de transmitir los principales hallazgos de esta tesis y de generar futuros trabajos en forma participativa, se podrían realizar encuentros con grupos de productores y productoras del área de influencia de la Estación Experimental Agropecuaria Chubut para indagar acerca de las percepciones sobre el manejo del pastoreo y su relación con el uso y conservación del pastizal natural, y también acerca del conocimiento de la

existencia de otros sistemas alternativos al pastoreo continuo, y si consideran factible aplicarlos en algún momento en sus establecimientos. Otro aspecto que se debería tener en cuenta es si se percibe a la disponibilidad de tiempo y de personal como puntos limitantes centrales a la hora de aplicar sistemas de manejo de pastoreo más intensivos que el sistema tradicional de pocas juntadas de animales en el año.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, N.R. y Briegel, J.R. 1998. Liveweight and wool growth responses to a Mediterranean environment in three strains of Merino sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 49: 1187-1194.
- Adler, P.B., Raff, D.A., Lauenroth, W.K., 2001. The effect of grazing of spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128: 465-479.
- Aguar, M.A. y Sala, O., 1998. Interactions among grasses, shrubs, and herbivores in Patagonian grass-shrub steppes. *Ecologia Austral* 8: 201-210.
- Aguirre, A. y Fernández, R. 2010. Manual de Acondicionamiento de lanas PROLANA. Ley Ovina Argentina, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 73 pp.
- Albertoli, S. 2013. La cadena de la carne ovina en la provincia de Chubut. Pp: 163-176. En: *Análisis de la cadena de la carne ovina en Argentina*. Editor: Iglesias, D.H. Ediciones INTA. 201 pp.
- Aldezabal, A., Garin, I. y Garcia Gonzalez, R. 1993. Concentración de nitrógeno fecal en ungulados estivantes en los pastos supraforestales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. *PASTOS: XXIII*: 101-114.
- Anchorena, J. 1980. Inventario ecológico del Campo Experimental Río Mayo. Comunicación Técnica N°6, Área Recursos Naturales, Relevamiento Integrado. 10 pp.
- Anchorena, J., Cingolani, A.M., Livraghi, E., Collantes, M. y Stofella, S. 2001. Manejo del pastoreo de ovejas en Tierra del Fuego. CONICET-INTA, Buenos Aires. 48 pp.

- Andrew, M.H. 1988. Grazing impact in relation to livestock watering points. *Trends in Ecology & Evolution* 3: 336-339.
- Arnold, G.W. y Dudzinski, M. L. 1963. The use of faecal nitrogen as an index for estimating the consumption of herbage by grazing animals. *Journal Agricultural Science* 61: 33-40.
- Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift, D.M. y Sims, P.L. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management* 49:386-400.
- Bailey, D.W. 2004. Management strategies for optimal grazing distribution and use of arid rangelands. *Journal of Animal Science* 82 (E. Suppl.): E147-E153.
- Bailey, D.W. y Provenza, F.D. 2008. Chapter 2A: Mechanism determining large-herbivore distribution. En: H.H.T. Prins y F. van Lagenvelde (Eds.). *Resource Ecology: Spatial and Temporal Dynamics of Foraging*: 7-28.
- Bailey, D.W. y Brown, J.R. 2011. Rotational grazing systems and livestock grazing behavior in shrub-dominated semi-arid and arid rangelands. *Rangeland Ecology and Management* 64: 1-9.
- Barnes, M.K., Norton, B.E., Maeno, M. y Malechek, J.C. 2008. Paddock Size and Stocking Density Affect Spatial Heterogeneity of Grazing. *Rangeland Ecology and Management* 61:380–388.
- Benvenuti, M.A., Gordon, I.J., Poppi, D.P., Crowther, R. y Spinks, W. 2008. Foraging mechanics and their outcomes for cattle grazing reproductive tropical swards. *Applied Animal Behaviour Science* 113: 15-31.

Benvenuti, M.A. y Cangiano, C.A. 2011. Capítulo 10: Características de las pasturas y su relación con el comportamiento ingestivo y consumo en pastoreo. Pp: 259-290. En: Producción Animal en Pastoreo. Ed. Carlos A. Cangiano y Miguel A. Brizuela. Ediciones INTA. 512 pp.

Bertiller, M.B., Bisigato, A.J., 1998. Vegetation dynamics under grazing disturbance. The state-and-transition model for the Patagonian steppes. *Ecología Austral* 8: 191–200.

Bertiller, M.B. y Ares, J.O. 2008. Sheep spatial grazing strategies at the arid Patagonian Monte, Argentina. *Rangeland Ecology & Management* 61: 38-47.

Bisigato, A.J. y Bertiller, M.B. 1997. Grazing effects on patchy dryland vegetation in northern Patagonia. *Journal of Arid Environments* 36: 639–653.

Black, J.L., Colebrook, W.F., Gherardi, S.G. y Kenney, P.A. 1989. Diet selection and the effect of palatability on voluntary feed intake by sheep. *Proceedings Minnesota Nutrition Conference* 50: 139-151.

Bonvissuto, G., E. Moricz de Tecso, O. Astibia, y J. Anchorena. 1983. Resultados preliminares sobre los hábitos dietarios de ovinos en un pastizal semidesértico de Patagonia. *IDIA (INTA, Buenos Aires)* 36: 243-253.

Borrelli, P., Oliva, G., Williams, M., González, L., Rial, P., Montes, L. 1997. Sistema regional de soporte de decisiones. Santa Cruz y Tierra del Fuego. *PRODESER (INTA-GTZ)*. EEA Santa Cruz. 136 pp.

- Borrelli, P. y Oliva, G. 2001. Capítulo 4: Efectos de los animales sobre los pastizales Pp: 101-130. En: Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. Tecnología de Manejo Extensivo. Ed. Pablo Borrelli y Gabriel Oliva. Ediciones INTA. 270 pp.
- Borrelli, P. 2001a. Capítulo 7: Planificación del pastoreo. pp. 185-198. En: Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. Tecnología de Manejo Extensivo. Ed: Pablo Borrelli y Gabriel Oliva. Ediciones INTA. 270 pp.
- Borrelli, P. 2001b. Capítulo 9: Esquila preparto. pp. 205-210. En: Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. Tecnología de Manejo Extensivo. Ed: Pablo Borrelli y Gabriel Oliva. Ediciones INTA. 270 pp.
- Borrelli, P., Boggio, F., Sturzenbaum, P., Paramidani, M., Heinken, R., Pague, C., Stevens, M., Nogues, A. 2013. Estándar para la regeneración y la sustentabilidad de los pastizales (GRASS). TNC, Ovis21. 109 pp.
- Bottaro, H.S. 2007. Influencias de la productividad, la calidad de la vegetación y el deterioro sobre la receptividad ganadera en el NO de la Patagonia. Tesis para obtener el grado de Magister Scientiae área Recursos Naturales otorgado por Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Escuela para Graduados. 137 pp.
- Boyd, C.S. y Svejcar, T.J. 2009. Managing complex problems in rangelands ecosystems. Rangeland Ecology Management 62: 491-499.
- Braun-Blanquet, J. 1950. Sociología vegetal. Estudio de las comunidades vegetales. Acme Agency, Buenos Aires. 134 pp.

Briske, D.D. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. En: Heitschmidt R. and Stuth (Eds.) *Grazing Management. An ecological perspective*. Timber Press, Portland, Oregon. 85-108.

Briske, D.D., Derner, J.D., Brown, J.R., Fuhlendorf, S.D., Teague, W.R., Havstad, K.M., Gillen, R.L., Ash, A.J., Willms, W.D. 2008. Synthesis Paper: Rotational grazing on rangelands: reconciliation of perception and experimental evidence. *Rangeland Ecology Management* 61: 3-17.

Briske, D.D., Sayre, N.F., Huntsinger, L., Fernandez-Gimenez, M., Budd, B. y Derner, D. 2011. Forum Paper: Origin, Persistence, and Resolution of the Rotational Grazing Debate: Integrating Human Dimensions into Rangelands Research. *Rangeland Ecology Management* 64: 325-334.

Briske, D.D., Bestelmeyer, B.T., Brown, J.R., Fuhlendorf, S.D. y Polley, H.W. 2013. The Savory Method Can Not Green Deserts or Reverse Climate Change. A Response to the Allan Savory TED Video. *Rangelands* 35 (5): 72-74.

Briske, D.D., Bestelmeyer, B.T., Brown, J.R. 2014. Savory's Unsubstantiated Claims Should not be Confused With Multipaddock Grazing. *Rangelands* 35 (5): 39-42.

Brown J. y Kothmann, M. 2009. Rotational grazing on rangelands: synthesis and recommendations. *Rangelands* 31: 37-38.

Buono, G., Massara Paletto, V. y Celdrán, D. 2011a. Evolución de la disponibilidad forrajera de una estepa patagónica bajo diferente intensidad de uso ovino. *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol. 31 (2): 135-143.

Buono, G.G., La Torraca, A.J., y Schenkel, R.A. 2011b. The effects of overgrazing on animal production and wool quality. Pp: 613. En: IX International Rangeland Congress, Rosario, Argentina. Editores: Feldman, S.R., Oliva, G. y Sacido, M. Ediciones INTA-AAMPN. 790 pp.

Buratovich, O. 2000. Uso de la condición corporal. En: Actualización en producción Ovina, S.C. de Bariloche. Ediciones INTA. Pp: 4-8.

Canfield, R.H. 1941. Application of the Line Intercept Method in Sampling Range Vegetation. *Journal of Forestry -Washington-* 39:388-394.

Castillo, D.A. 2019. Efecto del clima y atributos de la vegetación como factores de control de la producción ovina en Patagonia Norte. Tesis presentada para optar al título de Magíster en Producción de Rumiantes Menores de la Universidad de Comahue, Universidad de Rosario y EEA INTA Bariloche. 92 pp.

Cheli, G.H., Pazos, G.E., Flores, G.E. y Corley J.C. 2016. Efecto de los gradientes de pastoreo ovino sobre la vegetación y el suelo en la Península de Valdés, Patagonia Argentina. *Ecología Austral* 26:200-211.

Cibils, A. y Borrelli, P. 2005. Chapter 4: Grasslands of Patagonia. Pp: 121-170. En J. M. Suttie, S. G. Reynolds, and C. Batello, Editors. *Grasslands of the world*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Cibils, A.F., Lira Fernández, R.J., Oliva, G.E y Escobar, J.M. 2014. Is Holistic Management Really Saving Patagonian Rangelands From Degradation? A Response to Teague. *Rangelands* 33 (3):26-27.

Cingolani, A.M., Posse, G. y Collantes, M. 2005. Plant functional traits, herbivore selectivity and response to sheep grazing in Patagonia steppe grasslands. *Journal of Applied Ecology* 42: 50-59.

Cingolani, A.M., Noy-Meir, I., Renison, D.D. y Cabido, M. 2008. La ganadería extensiva, ¿es compatible con la conservación de la biodiversidad y de los suelos? *Ecología Austral* 18:253-271.

Cipriotti, P.A. y Aguiar, M.R. 2012. Direct and indirect effects of grazing constrain long-term responses of Patagonian shrub populations. *Applied Vegetation Science* 15: 35-47.

Coronato, F.R. 1999. Environmental impacts on offspring survival during the lambing period in central Patagonia. *International Journal of Biometeorology* 43: 113-118.

Cottle, D., Gaden, C.A., Hoad, J., Lance, D., Smith, J. y Scott, J.M. 2013. The effects of pasture inputs and intensive rotational grazing on superfine wool production, quality and income. *Animal Production Science* 53: 750-764.

Coughenour, M.B. 1991. Spatial components of plant-herbivore interactions in pastoral, ranching, and native ungulate ecosystems. *Journal of Range Management* 44: 530-542.

Cueto, M., Bruno-Galarraga, M., Gibbons, A., Villar L. 2015. Sistemas de Producción. Pp: 75-82. En: *Actualización en Producción Ovina 2015*. Mueller, J., Cueto, M. y Robles, C. (Eds). Ediciones INTA. 195 pp.

Derner, J.D., Gillen, R.L., McCollum, F.T. y Tate, K.W. 1994. Little bluestem tiller defoliation patterns under continuous and rotational grazing. *Journal of Range Management* 47:220–225.

Derner, J.D. 2009. Livestock and vegetation responses to stocking rate and grazing system. Proceedings of the XXI Range Beef Cow Symposium, December 1, 2 and 3, 2009, Casper, WY.

Dickhoefer, U., Bösing, B.M., Hasler, M., Hao, J., Lin, L., Müller, K., Wang, C., Glindemann, T., Tas, B., Gierus, M., Taube, F. y Susenbeth, A. 2016. Animal responses to herbage allowance: Forage intake and body weight gain of sheep grazing in Inner Mongolian steppe- Results of a six-year study. *Journal of Animal Science* 94: 2059–2071.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Distel, R.A. 2013. Manejo del pastoreo en pastizales de zonas áridas y semiáridas. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol. 33 (1): 53-64.

Easdale, M.H. y Rosso, H. 2010. Dealing with drought: social implications of different smallholder survival strategies in semi-arid rangelands of Northern Patagonia, Argentina. *The Rangeland Journal* 32: 247-255.

Easdale, M.H. y Aguiar, M.R. 2012. Regional forage production assessment in arid and semiarid rangelands- a step towards social-ecological analysis. *Journal of Arid Environments* 83: 35-44.

Easdale, M.H., Sacchero, D., Vigna, M. y Willems, P. 2014. Assessing the magnitude of impact of volcanic ash deposits on Merino wool production and fibre traits in the context of a drought in North-west Patagonia, Argentina. *The Rangeland Journal* 36: 143-149.

Easdale, M.H. y Bruzzone, O. 2015. Anchored in 'average thinking' in studies of arid rangeland dynamics- The need for a step forward from traditional measures of variability. *Journal of Arid Environments* 116: 77-81.

Elissalde, N., Escobar, J.M., Nakamatsu, V. 2010. Inventario y evaluación de pastizales naturales de la zona árida y semiárida de la Patagonia. INTA-CRPS-EEA Chubut. Ediciones INTA. 36 pp.

Elvira, M. 2004. Mediciones objetivas. *IDIA XXI: Ovinos*, Año IV, N°7: 124-129.

Elvira, M.G. y Jacob, M. 2004. Calidad de la lana. Importancia de las mediciones objetivas en la comercialización e industrialización de la lana. INTA EEAfEsquel, Carpeta Técnica N°11:43-46.

Elvira, M. 2008. Módulo 1: La cadena de la lana: escenarios y perspectivas. 36 pp. En: Curso a distancia sobre reproducción, comercialización y procesamiento de lanas en la Patagonia. Ediciones INTA- Centro Regional Patagonia Norte- Centro Regional Patagonia Sur.

Elvira, M. 2014. Presentación del instrumento de medición de finura OFDA 2000: Uso y aplicaciones. <https://inta.gob.ar/documentos/presentacion-del-instrumento-de-medicion-de-ginura-ofda-2000-uso-y-aplicaciones>

Escanilla, J.P.A. 2017. Indicadores fecales y sanguíneos y su relación con la composición botánica de la dieta de borregas Suffolk Down y Merino precoz en pastizales de secano semiárido de Chile. Tesis presentada para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias, mención en Producción Animal, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Postgrado. 130 pp.

Escobar, J.M. 1997. Desertificación Chubut. PRODESAR. Proyecto argentino alemán INTA/GTZ, Demos un futuro a la Patagonia. 33 pp.

Escobar, J.M., Massara Paletto, V., Clich, I.A., Hernandez, M., Buono, G., Beloqui, A. y Cohen, L. 2013. Dinámica del estado nutricional de ovinos en pastoreo en la zona costera de la provincia de Chubut, Patagonia. Pp: 271. En: Actas del VI Congreso Nacional, III del Mercosur y II Jornada Técnica de Productores de Manejo de Pastizales Naturales, Santa Rosa, La Pampa. Ediciones UNLPam. 292 pp.

Fariña, C.M., Siffredi, G.L., Oesterheld, M., Cibils, A. y Willems, P.M. 2018. Pastoreo intensivo en distintas estaciones del año: efectos a escala de comunidad en una estepa de Patagonia Norte. Pp: 119. En: VIII Congreso Nacional - IV Congreso del Mercosur sobre Manejo de Pastizales Naturales, Chamental, La Rioja. Ediciones INTA. 190 pp.

Fariña, C.M. 2019. Pastoreo intensivo en distintas estaciones del año: efectos a escala de planta y de comunidad en una estepa de Patagonia Norte. Tesis para optar al grado de Magister de la Universidad de Buenos Aires, Área Recursos Naturales. 108 pp.

Federación Lanera Argentina (FLA). 2020. Estadísticas Laneras. Informe 740 (06/2020). <https://www.flasite.com/images/pdf/estadisticas/2020/EL-740-Anual.pdf>

Felice, M. 2013. Condición corporal de ovinos. Ediciones INTA-CRPN-EEA Alto Valle. 3pp.

Fernández, R.J., Sala, O.E., Golluscio, R.A. 1991. Woody and herbaceous aboveground production of a Patagonian steppe. *Journal of Range Management* 44: 434-437.

- Ferraro, D.O. y Oesterheld, M. 2002. Effect of defoliation on grass growth. A quantitative review. *Oikos* 98: 125–133.
- Frank, D.A. y McNaughton, S.J. 2002. The ecology of the earth's grazing ecosystems. *BioScience* 48: 513-521.
- Fynn, R.W.S. 2012. Functional resource heterogeneity increases livestock and rangeland productivity. *Rangeland Ecology Management* 65:319-329.
- Gaitán, J.J., Oliva, G.E., Bran, D.E., Maestre, F.T., Aguiar, M.R., Jobbágy, E.G. y Salomone, J.M. 2014. Vegetation structure is as important as climate for explaining ecosystem function across Patagonian rangelands. *Journal of Ecology* 102: 1419-1428.
- Garnik, S., Barboza, P.S. y Walker, J.W. 2018. Assessment of Animal-Based Methods Used for Estimating and Monitoring Rangeland Herbivore Diet Composition. *Rangeland Ecology & Management* 71: 449-457.
- Gillen, R.L., McCollum, F.T. y Brummer, J.E. 1990. Tiller defoliation patterns under short duration grazing in tallgrass prairie. *Journal of Range Management* 43: 95-99.
- Gillen, R. L., McCollum, F.T., Tate, K.W. y Hodges, M.E. 1998. Tallgrass prairie response to grazing system and stocking rate. *Journal of Range Management* 51:139–146.
- Gillen, R.L. y Sims, P.L. 2006. Stocking rate and weather impacts on sand sagebrush and grasses: a 20-year record. *Rangeland Ecology and Management* 59: 145-152.
- Gindri, M., de Castro Zilio, E.M., Fragoso Rentas, M., Gonçalves Gindri, R., Longo, T.R., de Souza Guterres, A., Pozo, C.A. y Kozloski, G.V. 2016. Fecal NIRS: a tool for predicting nitrogen content in feces and the content of digestible organic matter in diet of sheep grazing

a natural pasture in southern Brazil. 40th International Meeting of Advances in Animal Science, Conference.

Girardin, L., Jockers, E., Villar, L. y Giraud, C. 2011. Requerimientos y equivalencias entre especies. Páginas 64-69 en G. L. Siffredi, F. Boggio, H. Giorgetti, J. Ayesa, A. Kröpfl, y M. Alvarez. 2013. Guía para la Evaluación de Pastizales para las áreas ecológicas de Sierras y Mesetas Occidentales y de Monte de Patagonia Norte - 2da ed. Ediciones INTA, Bariloche. 69 pp.

Giraud, C.G., Villagra, S.E., Taddeo, H. y Cueto, M. 2005. Estado nutricional de ovejas merino durante la gestación y crecimiento de los corderos. Revista Argentina de Producción Animal 25: 85-87.

Giraud, C.G. 2009. El empleo de la condición corporal como indicador del estado nutricional de los ovinos. Revista Presencia 54: 32-35.

Giraud, C., Villar, L., Villagra, E.S. y Cohen, L. 2009. Variaciones del nitrógeno fecal en ovejas en dos momentos fisiológicos determinantes para la producción ovina de la norpatagonia. Revista Argentina de Producción Animal Vol 29 Supl. 1: 276.

Giraud, C.G. y Villar L. 2010. Manejo nutricional de la majada para la producción de lana y carne. Pp 15-38. Mueller, J. y Cueto, M. (Eds). Actualización en Producción Ovina 2010. Ediciones INTA. 227 pp.

Giraud, C.G. 2011. Suplementación de ovinos y caprinos. Buenos Aires. Ediciones INTA. 53 pp.

Giraud, C., Villar, L., Villagra, E.S. y Cohen, L. 2012. El nitrógeno fecal como indicador del estado nutricional de ovinos en pastoreo en la norpatagonia. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol 32: 1-8.

Golluscio R.A., León, R.J.C. y Perelman, S.B. 1982. Caracterización fitosociológica de la estepa del oeste de Chubut, su relación con el gradiente ambiental. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 21: 299-324.

Golluscio, R.A., Deregibus, V.A., Paruelo, J.M. 1998a. Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral* 8:265-284.

Golluscio, R.A., Paruelo, J.M, Mercau, J.L., Deregibus, V.A. 1998b. Urea supplementation effects on the utilization of low-quality forage and lamb production in Patagonian rangelands. *Grass and Forage Science* 53: 47-56.

Golluscio, R.A, Paruelo, J.M. y Deregibus, V.A. 1999. Pastoreo con descansos en la Patagonia: desarrollo de un paquete tecnológico. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol. 19 N° 1: 89-102.

Golluscio, R.A., Oesterheld, M. y Aguiar, M.R. 2005. Relationship between phenology and life form: a test with 25 Patagonian species. *Ecography* 28: 273-282.

Golluscio, R.A., Bottaro, H., Rodano, D., Garbulsky, M.F., Bobadilla, S., Buratovich, O., y Villa, M. 2009. Divergencias en la estimación de la receptividad ganadera en el noroeste de la Patagonia: diferencias conceptuales y aplicaciones prácticas. *Ecología Austral* 19: 3-18.

Golluscio, R.A., Bottaro, H.S. y Oesterheld, M. 2015. Controls of Carrying Capacity: Degradation, Primary Production and Forage Quality Effects in a Patagonian Steppe. *Rangeland Ecology & Management* 68: 266-275.

González, R., Barrera, E. e Iwan, L.G. 1988. Efecto de la esquila preparto sobre la cantidad y calidad de ovejas Merino Australiano en la Patagonia. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol. 8 (2): 137-141.

González, E.B. 2019. Calidad de lana Merino de esquila preparto: una aproximación a su variabilidad en la provincial de Río Negro. Tesis presentada para optar al título de Magíster en Producción de Rumiantes Menores de la Universidad de Comahue, Universidad de Rosario y EEA INTA Bariloche. 87 pp.

González, E.B., Sacchero, D.M. y Easdale, M.H. 2020. Environmental influence on Merino sheep wool quality through the lens of seasonal variations in fibre diameter. *Journal of Arid Environments* 181: 104248.

Gordon, I.J. 2000. Plant-Animal Interactions in Complex Plant Communities: from Mechanism to Modelling. En: *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Editores: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes de A., Nabinger, C., Carvalho, P.C. de F. Wallingford UK: CABI Publishing. Pp: 191-207.

Grice, A.C. y Hodgkinson, K.C. 2002. Challenges for rangeland people. En: Grice, A.C., Hodgkinson, K.C. (Eds.) *Global Rangelands: Progress and Prospects*. CABI Publishing, New York, pp. 1-11.

- Hakkila, M., Holechek, J.L., Wallace, J.D., Anderson, D.M. y Cardenas, M. 1988. Faecal indicators of cattle protein status on desert grassland range. *Nutrition Reports International* 37: 137-147.
- Hall, S.A. y Paruelo, J.M. 2006. Environmental controls on lambing rate in Patagonia (Argentina): a regional approach. *Journal of Arid Environments* 64: 713-735.
- Hart, R.H., Bisso, J., Samuel, M.J., Waggoner, J.W. 1993. Grazing systems, pasture size and cattle grazing behavior, distribution and gains. *Journal of Range Management* 46: 81-87.
- Hassanpour, S., Sadaghian, M., Maheri Sis, N., Eshratkhah, B. y Chaichi Semsari, M. 2011. Effect of condensed tannin on controlling faecal protein excretion in nematode-infected sheep: in vivo study. *Journal of American Science* 7: 896-900.
- Heady, H.F. y Child, R.D. 1994. *Rangeland Ecology and Management*. Westview Press. Boulder, Colorado. 519 pp.
- Heitschmidt, R.K. y Taylor, C.A., Jr. 1991. Livestock production. In: *Grazing management: an ecological perspective*. Eds: R.K. Heitschmidt and J.W. Stuth. Timber Press, Portland, Oregon. pp. 161-78.
- Heitschmidt, R.K., Klement, K.D. y Haferkamp, M.R. 2005. Interactive effects of drought and grazing on Northern Great Plains Rangelands. *Rangeland Ecology and Management* 58: 11-19.
- Holechek, J.L., Vavra, M. y Pieper, R.D. 1982. Botanical Composition Determination of Range Herbivore Diets: A Review. *Journal of Range Management* 35 (3): 309-315.

- Holechek, J. L., Gomes, H., Molinar, F., Galt, D. y Valdez, R. 2000. Short-duration grazing: the facts in 1999. *Rangelands*: 18-22.
- Holechek, J.L., Pieper, R.D. y Herbel, C.H. 2001. *Range management: principles and practices*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall. 587p.
- Hurlbert, S. H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54(2): 187-211.
- Hyder, M.W. Thompson, A.N., Doyle, P.T. y Tanaka, K. 2002. The response of broad- and fine-wool Merino wethers to differential grazing of annual pastures during spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 42: 117-128.
- Ivlev, V.S. 1961. *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale University Press, New Haven, Connecticut. 302 pp.
- Jacobo, E.J., Rodriguez, A.M., Bartolini, N. y Deregibus, V.A. 2006. Rotational grazing effects on rangeland vegetation at a farm scale. *Rangeland Ecology & Management* 59: 249-257.
- Jakoby, O., Quaas, M.F., Müller, B., Baumgärtner, S., Frank, K. 2014. How do individual farmers' objectives influence the evaluation of rangeland management strategies under a variable climate? *Journal of Applied Ecology* 2014: 1-11.
- Jakoby, O., Quaas, M.F., Baumgärtner, S., Frank, K. 2015. Adapting livestock management to spatio-temporal heterogeneity in semi-arid rangelands. *Journal of Environmental Management* 162: 179-189.

- Jefferies, B.C. 1964. Why is the safe condition for breeding ewes and wethers? *Tasmanian Journal of Agriculture* (February): 26-33.
- Jobbagy, E. y Sala, O.E. 2000. Control of grass and shrub aboveground production in the Patagonian steppe. *Ecological Applications* 10: 541-549.
- Jobbágy E., O. Sala, J. Paruelo, 2002. Patterns and controls of primary production in the Patagonian steppe: a remote sensing approach. *Ecology* 83 (2): 307-309.
- Kamler, J. y Homolka, M. 2005. Faecal nitrogen: a potential indicator of red and roe deer diet quality in forest habitats. *Folia Zoologica-International Journal of Vertebrate Zoology* 54:89-98.
- Kim, S., Williams, A., Kiniry, J.R. y Hawkes, C.V. 2016. Simulating diverse native C4 perennial grasses with varying rainfall. *Journal of Arid Environments* 134: 97-103.
- Laca, E.A., Shirpley, L.A., y Reid, E.D. 2001. Structural anti-quality characteristics of range and pasture plants. *Journal of Range Management* 54: 413-419.
- Laca, E. 2008. Foraging in a heterogeneous environment. Intake and diet choice. Pp: 81 -100. En: Prince H y Langevelde F (Eds.) *Resource Ecology: Spatial and Temporal Dynamics of Foraging*. Springer.
- Laca, E. 2009. New Approaches and Tools for Grazing Management. *Rangeland Ecology and Management* 62:407-417.
- Lange, R. F. 1969. The piosphere: sheep track and dung patterns. *Journal of Range Management* 22: 396-400.

Larrosa, J.R., Sienra, I., De La Torre, B., Barbato, G., Orlando, D., Duga, L. y Pérez, V. 1997. Correlaciones fenotípicas de las características del vellón con el peso corporal, la piel, los folículos y el color de la lana en borregas Merino. *Veterinaria* 136: 5-9.

Lascano, C.E. 2000. Selective Grazing on Grass-Legume Mixtures in Tropical Pastures. En: *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Editores: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes de A., Nabinger, C., Carvalho, P.C. de F. Wallingford UK: CABI Publishing. Pp: 249-263.

La Torraca, A.J., Elvira, M.G., Aguirre, A. y Villalobo, O. 2004. Esquila Desmaneada Secuencial. *IDIA XXI: Ovinos, Año IV, N°7*: 105-109.

La Torraca, A.J. 2015. Capítulo: Sistemas de Producción Pp: 5-19. En: *Actualización en Producción Ovina 2015. Memorias del IX Curso*. San Carlos de Bariloche, 14 al 18 de septiembre de 2015. 195 pp.

Lechowicz, M.J. 1982. The sampling characteristics of electivity indices. *Oecologia* 52: 22-30.

León, R.J.C. 2005. Vegetación y enseñanza, vocación y pasión. Pp: 1-16. En: *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas: un homenaje a Rolando J.C. León*. Compilado por Oesterheld, M., Aguiar, M., Ghera, C.M., Paruelo, J.M. Buenos Aires, FA-UBA. 472 pp.

Leslie, D.M. y Starkey, E.E. 1985. Fecal indices to dietary quality of cervids in oldgrowth forests. *The Journal of Wildlife Management* 49:142-146.

Lunt, I. D., Eldridge, D. J., Morgan, J. W. y Witt, G. B. 2007. A framework to predict the effects of livestock grazing and grazing exclusion on conservation values in natural ecosystems in Australia. *Australian Journal of Botany*, 55, 401–415.

Martínez, E., Cesa A. y De La Barra, R. 2015. Relación planta-animal en ovinos a pastoreo. Boletín informativo N°157. INIA Remehue. 4 pp.

McCosker, T. 2000. Cell-grazing- the first 10 years in Australia. *Tropical Grasslands* 34: 207-218.

McDonald, S.E., Lawrence, R., Kendall, L. y Rader, R. 2019. Ecological, biophysical and production effects of incorporating rest into grazing regimes: A global meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 2019 00: 1-9.

McGregor, B.A., de Graaf, S.P. y Hatcher, S. 2016. On-farm factors affecting physical quality of Merino wool. 1. Nutrition, reproduction, health and management. *Small Ruminant Research* 137: 138-150.

Milchunas, D.G., Sala, O.E., Lauenroth, W.K. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist*, Vol. 132 N°1: 87-106.

Milchunas, D.G. y Lauenroth, W.K. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 63 (4): 327-366.

Milton, S.J., Dean, W.R.J., Du Plessis, M.A. y Siegfri, W.R. 1994. A conceptual model of arid rangeland degradation. *Bioscience* 44:70–76.

Minson, D. 1981. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In: Morley, F.H.M. ed., *Grazing Animal*. Amsterdam, Elsevier Scientific. pp. 143-157.

Müller, B., Frank, K. y Wissel, C. 2007. Relevance of rest periods in non-equilibrium rangeland systems- A modeling analysis. *Agricultural Systems* 92: 295-317.

Mueller, J.P. 2001. Capítulo 10: Mejoramiento genético de las majadas patagónicas. Pp: 211-224. En: *Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. Tecnología de Manejo Extensivo*. Ed. Pablo Borrelli y Gabriel Oliva. Ediciones INTA. 270 pp.

Mueller, J.P., Sacchero, D. y Duga, L. 2005. Interacción genotipo ambiente sobre la producción de ovinos de lana superfina en la Patagonia. 2. Calidad de lana. *Revista Argentina de Producción Animal* 25: 143-152.

Mueller, J.P. y Carlino, G. 2010. Efecto del nivel de alimentación sobre la producción de lana de dos líneas genéticas de ovinos. *Revista Argentina de Producción Animal* 30: 143-157.

Mueller, J.P. 2010. Progreso genético y evaluación económica de programas de mejora genética. Pp: 117-139. En: *Actualización en producción ovina 2010*. Editores: Mueller, J.P. y Cueto, M.I. Ediciones INTA-EEA Bariloche. 227 pp.

Mueller, J.P. 2015. Esquila preparto, una tecnología de adopción masiva y alto impacto en la producción ovina de la Patagonia. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 41: 254-262.

Mueller, J.P., Giovannini, N. y Bidinost, F. 2016. Efectos ambientales en la producción de una majada Merino de la Patagonia Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal* 36: 19-29.

Nakamatsu, V.B., Gaitán, J.J. y Bonvissuto, G. 2015. Deterioro de pastizales y desertificación en la Patagonia Argentina. Pp: 519-539. En: Casas, R.R. y Albarracín, G.F. (Eds.) El deterioro del suelo y del ambiente en la Argentina, Tomo 1. Editorial Dunken, Ciudad de Buenos Aires, Argentina. 604 pp.

Norman, H.C., Wilmont, M.G., Thomas, D.T., Barret-Lennard, E.G. y Masters, D.G. 2010. Sheep production, plant growth and nutritive value of a saltbrush-based pasture system subject to rotational grazing or set stocking. *Small Ruminant Research* 91: 103-109.

Norton, B.E. 1998. The application of grazing management to increase sustainable livestock production. *Animal Production in Australia* 22: 15-26.

Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 25-41.

Núñez Hernández, G., Holechek, J.L., Arthun, D., Tembo, A., Wallace, J.D., Galyean, M.L., Cardenas, M. y Valdez, R. 1992. Evaluation of fecal indicators for assessing energy and nitrogen status of cattle and goats. *Journal of Range Management* 45: 143-147.

Oosterheld, M., Loreti, J., Semmartin, M., Sala, O.E. 2001. Inter-annual variation in primary production of a semi-arid grassland related to previous-year production. *Journal of Vegetation Science* 12: 137-142.

Oldham, C.M., Thompson, A.N., Ferguson, M.B., Gordon D.J., Kearney G.A., Paganoni, B.L. 2011. The birth weight and survival of Merino lambs can be predicted from the profile of live weight change of their mothers during pregnancy. *Animal Production Science* 51: 776-783.

Oliva, G., Collantes, M. y Humano, G. 2005. Demography of Grazed Tussock Grass Populations in Patagonia. *Rangeland Ecology & Management* 58(5):466-473.

Oliva, G., Ferrante, D., Puig, S. y Williams, M. 2012. Sustainable sheep management using continuous grazing and variable stocking rates in Patagonia: a case study. *The Rangeland Journal* 34: 285-295.

Oliva, G., Gaitán, J.J. y Ferrante, D. 2016. Chapter 13: Humans Cause Deserts: Evidence of Irreversible Changes in Argentinian Patagonia Rangelands, pp: 363-386. En: *The end of desertification? Disputing environmental change in the drylands*. Editors: Behnke, R., Mortimore, M., Springer Earth Systems Sciences.

Oliva, G.R., Ferrante, D., Cepeda, C., Humano, G. y Puig, S. 2021. Holistic versus continuous grazing in Patagonia: A station-scale case study of plant and animal production. *Rangeland Ecology & Management* 74: 63-71.

Oñatibia, G. R. 2013. Efectos y respuestas al pastoreo selectivo doméstico sobre plantas, poblaciones y ecosistemas pastoriles áridos. Tesis de Maestría en Recursos Naturales, Escuela para Graduados Alberto Soriano - Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires.

Oñatibia G.R. y Aguiar, M.R. 2016. Continuous moderate grazing management promotes biomass production in Patagonian arid rangelands. *Journal of Arid Environments* 125:73-79.

Oñatibia, G.R. 2017. Presión de pastoreo y selectividad en estepas áridas y semi-áridas: retroalimentación planta-herbívoro a distintos niveles. Tesis para optar al grado de Doctor de

la Universidad de Buenos Aires, área Ciencias Agropecuarias, 14 de marzo de 2017. EPG, FAUBA. 172 pp.

Oñatibia G.R. y Aguiar, M.R. 2018. Paddock size mediates the heterogeneity of grazing impacts on vegetation. *Rangeland Ecology & Management*, 71:470-480.

Oñatibia, G.R. y Aguiar M.R. 2019. Grasses and grazers in arid rangelands: Impact of sheep management on forage and non-forage grass populations. *Journal of Environmental Management* 235: 42-50.

Oñatibia, G. R., Golluscio, R. A., Texeira, M., y Paruelo, J. M. 2020. Controls of forage selective defoliation by sheep in arid rangelands. *Ecosphere* 11(11), e03285.

O'Reagain, P., Scanlan, J., Hunt, L., Cowley, R. y Walsh, D.2014. Sustainable grazing management for temporal and spatial variability in north Australian rangelands – a synthesis of the latest evidence and recommendations. *The Rangeland Journal* 36: 223–232.

Orellana, C., Parraguez, V.H., Arana, W., Escanilla, J., Zabaleta, C. y Castellaro, G. 2019. Use of Fecal Indices as a Non-Invasive Tool for Nutritional Evaluation in Extensive-Grazing Sheep. *Animals* 10 (1): 46-58.

Ormaechea, S.G. 2012. Pastoreo estratégico de ambientes para mejorar la producción ovina en campos del ecotono bosque-estepa en Patagonia Sur. Tesis presentada para optar al título de Magíster de la Universidad de Buenos Aires, Área Recursos Naturales, EPG-FAUBA. 141 pp.

Ormaechea, S.G., Peri, P.L., Anchorena, J. y Cipriotti P. 2014. Pastoreo estratégico de ambientes para mejorar la producción ovina en campos del ecotono bosque-estepa en Patagonia Sur. *Revista Argentina de Producción Animal* 34: 9-21.

Ormaechea, S.G. y Peri, P.L. 2015. Landscape heterogeneity influences on sheep habits under extensive grazing management in Southern Patagonia. *Livestock Research for Rural Development* 27, art. 105.

Ormaechea, S.G., Peri, P.L., Cipriotti, P.A. y Distel, R.A. 2019. El cuadro de pastoreo en los sistemas extensivos de Patagonia Sur: percepción y manejo de la heterogeneidad. *Ecología Austral* 29:174-184.

Paruelo, J.M., Aguiar, M.J. y Golluscio, R.A. 1988. Soil water availability in the Patagonian arid steppe: gravel content effect. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 2: 67-74.

Paruelo, J.M., Aguiar, M.R., León, J.R.C., Golluscio, R.A. y Batista, W.B. 1991. The use of satellite imagery in quantitative phytogeography: a case of study of Patagonia. 1990. En: Nimis, P.L. y Crovello, T.J. (eds). *Quantitative Approaches to Phytogeography*. The Hague: Kluwer Academic Publishers, pp. 183-204.

Paruelo, J.M., Golluscio, R.A., Deregibus, V.A. 1992. Manejo del pastoreo sobre bases ecológicas en la Patagonia extra andina: una experiencia a escala de establecimiento. *Anales de la Sociedad Rural Argentina* 126 (10-12): 68-80.

Paruelo, J.M. y Golluscio, R.A. 1994. Range assessment using remote sensing in Northwest Patagonia (Argentina). *Journal of Range Management* 47: 498-502.

Paruelo, J. M. y Sala, O. E. 1995. Water Losses in the Patagonian Steppe: A Modelling Approach. *Ecology* 76: 510-520.

Paruelo, J.M., Golluscio, R.A., Guerschman, J.P., Cesa, A., Jouve, V.V. y Garbulsky, M. F. 2004. Regional scale relationships between ecosystem structure and functioning: the case of the Patagonian steppes. *Global Ecology and Biogeography* 13: 385-395.

Paruelo, J.M., Pütz, S., Weber, G., Bertiller, M., Golluscio, R., Aguiar, M.R., Wiegand, T. 2008. Long-term dynamics of a semi-arid grass steppe under stochastic climate and different grazing regimes: a simulation analysis. *Journal of Arid Environments* 72: 2211-2231.

Pelliza A., P. Willems, V. Nakamatsu y A. Manero.1997. Atlas dietario de herbívoros patagónicos, PRODESAR, INTA, GTZ, Bariloche, 109 p.

Pelliza, A., Willems, P. y Manacorda, M. 2001. Dietary structural types of polygastric herbivores at different environments and seasons. *Journal of Range Management* 54: 330–337.

Peripolli, V., Prates, E.R., Jardim Barcellos, J.O. y Braccini Neto, J. 2011. Fecal nitrogen to estimate intake and digestibility in grazing ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 163: 170–176.

Polanco, V. 2008. Módulo 2, Parte 1, Lección 3: Crecimiento de la fibra asociado a la nutrición. Pp: 21-24. 36 pp. En: Curso a distancia sobre producción, comercialización y procesamiento de lanas en la Patagonia. Ediciones INTA- Centro Regional Patagonia Norte-Centro Regional Patagonia Sur.

Porensky, L.M., Augustine, D.J., Derner, J.D., Wilmer, H., Lipke, M.N., Fernández-Giménez, M.E., Briske, D.D., the CARM Stakeholder Group. 2021. Collaborative Adaptive Rangeland Management, Multipaddock Rotational Grazing, and the Story of the Regrazed Grass Plant. *Rangeland Ecology and Management* 78: 127-141.

Provenza, F.D. 2003. Foraging behavior: managing to survive in a world of change. Utah Agricultural Experiment Station, Logan, UT, USA. 63 pp.

Raynor, E., Joern, A., Nippert, J.B. y Briggs, J.M. 2016. Foraging decisions underlying restricted space use: effects of fire and forage maturation on large herbivore nutrient uptake. *Ecology and Evolution*: 1-11.

Robertson, S.M., Robards, G.E. y Wolfe, E. 2000. The timing of nutritional restriction during reproduction influences staple strength. *Australian Journal of Agricultural Research* 5: 125-132.

Rotundo, J.L. y Aguiar, M.R. 2008. Herbivory resistance traits in populations of *Poa ligularis* subjected to historically different sheep grazing pressure in Patagonia. *Plant Ecology* 194: 121-133.

Russel, A.J.F., Doney, J.M. y Gunn, R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science* 72: 451-454.

Saba, S.L., Pérez, D.A., Cejuela, E., Quiroga, V. y Toyos, A. 1995. La piósfera ovina en el extremo austral del desierto del Monte. *Naturalia patagónica, Ciencias Biológicas* 3: 153-174.

Sacchero, D.M. 2005. Utilización de medidas objetivas para determinar calidad en lanas. Pp: 207-230. En: Actualización en producción ovina 2005. Editores: Mueller, J.P. y Cueto, M.I. Ediciones INTA- EEA Bariloche.

Sacchero, D.M., Willems, P. y Mueller, J.P. 2011. Perfiles de diámetro de fibra en lanas preparto de ovejas Merino. 2. Estudios comparativos de estados fisiológicos. Revista Argentina de Producción Animal 31: 39-50.

Sacchero, D. y Elvira, M. 2015. Lana. Pp: 113-132. En: Actualización en Producción Oviná 2015. Memorias del IX Curso. S.C. de Bariloche, 14 al 18 de septiembre 2015. Ediciones INTA-EEA Bariloche. 195 pp.

Sala, O.E., Golluscio, R.A., Lauenroth, W.K. y Soriano, A. 1989. Resource partitioning between shrubs and grasees in the Patagonian steppe. *Oecología* 81: 501-505.

Savory, A. y Parsons, S. 1980. The Savory Grazing Method. *Rangelands* 2: 234-237.

Savory, A. 1983. The Savory grazing Method or Holistic Resource Management. *Rangelands* 5: 155-159.

Savory, A. 1991. Holistic resource management: a conceptual framework for ecologically sound economic modelling. *Ecological Economics* 3:181-191.

Savory, A. y Butterfield, J. 1999. *Holistic Management: A new framework for decision making*. Island Press, New York. 616 pp.

Savory, A. 2018. Tools to manage ecosystem processes. Pag. 36. Savory Institue, Boulder, Colorado.

Senft, R.L., Coughenour, M.B., Bailey, D.W., Rittenhouse, L.R., Sala, O.E. y Swift, D.M. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies: Landscape ecology can enhance traditional foraging theory. *BioScience* 37: 789-799.

Siffredi, G. L., G. F. Becker, J. P. Mueller, G. L. Bonvissuto, y J. A. Ayesa. 1992. Efecto de la carga animal sobre la vegetación y la producción ovina en Rio Mayo (Patagonia), luego de diez años de pastoreo. INTA EEA Bariloche. Serie Comunicaciones Técnicas, Área Recursos Naturales N° 85.

Siffredi, G. L. 2012. Guía de evaluación de pastoreo de cuadros. Ediciones INTA, Bariloche, 33 pp.

Siffredi, G. L., F. Boggio, H. Giorgetti, J. Ayesa, A. Kröpfl, y M. Alvarez. 2013. Guía para la Evaluación de Pastizales para las áreas ecológicas de Sierras y Mesetas Occidentales y de Monte de Patagonia Norte - 2da ed. Ediciones INTA, Bariloche. Pag 69.

SIPAS (Sistema de Información Patagonia Sur): www.sipas.inta.gob.ar

Society of Range Management. 1998. Glossary of terms used in range management, fourth edition. Edited by the Glossary Update Task Group, Thomas E. Bedell, Chairman. Versión digital: <https://rangelandsgateway.org/glossary?name=degree>

Somlo, R., Durañona, C. y Ortíz, R. 1985. Valor nutritivo de especies forrajeras patagónicas. *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol. 5, N°9-10: 589-605.

Soriano, A. 1956. Los Distritos Florísticos de la Provincia Patagónica. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 10: 323-347.

Soriano, A. 1983. Deserts and semi-deserts of Patagonia. Temperate deserts and semi-deserts. West NE (ed) Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. Pp: 423-460.

Soriano, A., y O. E. Sala. 1983. Ecological strategies in a Patagonian arid steppe. *Vegetation* 56: 9–15.

Smith, G., Holechek, J.L. y Cardenas, M. 1994. Observation: Cattle diets on excellent and good condition Chihuahuan desert rangelands. *Journal of Range Management* 47:405-409.

Souther, S., Loeser, M., Crews, T.E. y Sisk, T. 2019. Complex response of vegetation to grazing suggests need for coordinated, landscape-level approaches to grazing management. *Global Ecology and Conservation* 20:e00770.

Spark, D.R. y Malechek, J.C. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management* 21 (4):264-265.

Stuth, J.W. 1991. Foraging behavior. En: Heitschmidt R. and Stuth (Eds.) *Grazing Management. An ecological perspective*. Timber Press, Portland, Oregon. 65-83.

Sun, Y., Angerer, J.P. y Hou, F.J. 2015. Effects of grazing systems on herbage mass and live weight gain of Tibetan sheep in Eastern Qinghai-Tibetan Plateau, China. *The Rangeland Journal* 37: 181-190.

Taraborrelli, D. 2019. Ovejas al sur. Caracterización del sector lanero chubutense desde la economía política. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 45: 359-372.

Tarazona, A.M., Ceballos, M.C., Naranjo, J.F. y Cuartas, C.A. 2012. Factors affecting forage intake and selectivity in ruminants. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25:473-487.

- Taylor, C.A., Brooks, T.D. y Garza, N. E. 1993. Effects of short duration and high-intensity, low-frequency grazing systems on forage production and composition. *Journal of Range Management* 46:118–121.
- Teague, R., Provenza, F., Norton, B., Steffens, T., Barnes, M., Kothmann, M. y Roath, R. 2008. Benefits of multi-paddock grazing management on rangelands: limitations of experimental grazing research and knowledge gaps. *Grasslands: ecology, management and restoration*. Hauppauge, NY, USA: Nova Science Publishers: 41-80.
- Teague, W.R., Kreuter, U.P., Grant, W.E., Diaz-Solis, H., Kothmann, M.M. 2009a. Economic implications of maintaining rangeland ecosystem health in a semi-arid savanna. *Ecological Economics* 68: 1417-1429.
- Teague, W.R., Provenza, F.D., Norton, B.E., Steffens, T., Barnes, M.K., Kothmann, M.M., Roath, R.L., 2009b. Benefits of multi-paddock grazing management on rangelands: limitations of experimental grazing research and knowledge gaps. En: Schroder, H.G. (Ed.), *Grasslands: Ecology, Management and Restoration*. Nova Science, New York, pp. 41-80.
- Teague, W.R., Provenza, F., Kreuter, U., Steffens, T., Barnes, M. 2013. Multi-paddock grazing on rangelands: why the perceptual dichotomy between research results and rancher experience? *Journal of Environmental Management* 128: 699-717.
- Teague, W.R. 2014. Deficiencies in the Briske et al. rebuttal of the Savory Method. *Rangelands* 35: 72-74.
- Texeira, M. y Paruelo, J.M. 2006. Demography, population dynamics and sustainability of the Patagonian sheep flocks. *Agricultural Systems* 87: 123-146.

- Thompson, A.N., Doyle, P.T. y Grimm, M. 1994. Effects of stocking rate in spring on liveweight and wool production of sheep grazing annual pastures. *Australian Journal of Agricultural Research* 45: 367-389.
- Thurow, T. 1991. Hydrology and erosion. En: R. K. Heitschmidt and J. W. Stuth (Eds.). *Grazing management: an ecological perspective*. Portland, OR, USA: Timber Press, pp. 141–159.
- Todd, S.W. 2006. Gradients in vegetation cover, structure and species richness of Nama-Karoo shrublands in relation to distance from livestock watering points. *Journal of Applied Ecology* 43: 293-304.
- Tongway, D.J., Sparrow A.D. y Friedel, M.H. 2003. Degradation and recovery processes in grazed arid grasslands of central Australia: 1. Soil and land resources. *Journal of Arid Environments* 55:301-326.
- Valenta, M.D., Golluscio, R.A., Frey, A.L. y Garibaldi, L.A. 2020. Short-Term Responses to Sheep Grazing in a Patagonian Steppe. *The Rangeland Journal* 42: 1–8.
- Vetter, S. 2005. Rangelands at equilibrium and non-equilibrium: recent developments in the debate. *Journal of Arid Environments* 62: 321-341.
- Villagra, E.S. 2005. Does Product Diversification Lead Sustainable Development of Smallholder Production Systems in Northern Patagonia, Argentina? Cuvillier Verlag. 123 pp.
- Villagra, E.S., Pelliza, A., Willems, P., Siffredi, G. y Bonvisutto, G. 2013. What do domestic livestock eat in northern Patagonian rangelands? *Animal Production Science* 53(4):360-367.

- Villalba, J.J., Provenza, F.D., Catanese, F. y Distel, R.A. 2015. Understanding and manipulating diet choice in grazing animals. *Animal Production Science* 55: 261–271.
- Wang, C.J., Tas, B.M., Glindemann, T., Rave, G., Schmidt, L., Weißbach, F. y Susenbeth, A. 2009. Fecal crude protein content as an estimate for the digestibility of forage in grazing sheep. *Animal Feed Science and Technology* 149: 199–208.
- Ward, D., Saltz, D. y Ngairorue, B.T. 2004. Spatio-temporal rainfall variation and stock management in arid Namibia. *Journal of Range Management* 57: 130-140.
- Westoby M. 1980. Elements of a theory of vegetation dynamics in arid rangelands. *Israel Journal of Botany* 28: 169-194.
- Wiegand, T., Snyman, H.A., Kellner, K., Paruelo, J.M. 2004. Do grasslands have a memory: modeling phytomass production of a semiarid South African grassland. *Ecosystems* 7: 243-258.
- Windham, W.R., Hill, N.S. y Stuedemann, J.A. 1991. Ash in forage, esophageal, and fecal samples analyzed using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. *Crop Science* 31:1345-1349.
- Zimmermann, J., Higgins, S.I., Grimm, V., Hoffmann, J. y Linstädter, A. 2010. Grass mortality in semi-arid savanna: the role of fire, competition and self-shading. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics* 12: 1-8.

APÉNDICE

Tabla A2.1. Resultado del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) del grado de utilización de *Bromus pictus*, *Poa ligularis*, *Pappostipa speciosa* y *Pappostipa humilis*. En color gris claro se indican diferencias significativas (valores de $p < 0,05$).

F.V.	<i>Bromus pictus</i>		<i>Poa ligularis</i>		<i>Pappostipa speciosa</i>		<i>Pappostipa humilis</i>	
	F	valor-p	F	valor-p	F	valor-p	F	valor-p
Sistema	62,26	<0,0001	1,48	0,2284	13,27	<0,0001	0,09	0,9163
Distancia	7,18	0,0009	2,42	0,0903	4,99	0,0074	1,53	0,2173
Fecha	24,66	<0,0001	6,78	<0,0001	8,05	<0,0001	2,40	0,0212
Sistema*Distancia	3,46	0,009	2,54	0,0400	2,64	0,0342	0,72	0,5788
Sistema*Fecha	12,87	<0,0001	2,73	0,0008	1,93	0,0231	0,69	0,7882
Distancia*Fecha	1,05	0,4066	2,34	0,0045	2,55	0,0019	2,01	0,0174
Sistema*Distancia*Fecha	0,98	0,4958	2,00	0,0025	2,95	<0,0001	0,87	0,6648
Ajuste del modelo (R ²)	0,71		0,34		0,49		0,20	

Tabla A2.2. Resultado del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) de la proporción de plantas consumidas de *Bromus pictus*, *Poa ligularis*, *Pappostipa speciosa* y *Pappostipa humilis*. En color gris claro se indican diferencias significativas (valores de $p < 0,05$).

F.V.	<i>Bromus pictus</i>		<i>Poa ligularis</i>		<i>Pappostipa speciosa</i>		<i>Pappostipa humilis</i>	
	F	valor-p	F	valor-p	F	valor-p	F	valor-p
Sistema	13,49	<0,0001	9,09	0,0002	25,97	<0,0001	0,34	0,7133
Distancia	0,02	0,9784	1,43	0,2434	5,01	0,0078	0,81	0,4471
Fecha	2,09	0,0692	9,82	<0,0001	13,63	<0,0001	1,72	0,1330
Sistema*Distancia	0,24	0,9173	2,12	0,0812	3,14	0,0162	1,18	0,3219
Sistema*Fecha	3,15	0,0011	0,97	0,4729	9,47	<0,0001	0,83	0,6030
Distancia*Fecha	1,35	0,2062	0,99	0,4548	3,84	0,0001	1,22	0,2850
Sistema*Distancia*Fecha	1,02	0,4374	0,8	0,7150	3,16	<0,0001	0,99	0,4818
Ajuste del modelo (R ²)	0,38		0,44		0,63		0,24	

Tabla A2.3. Lista de especies presentes en las heces ovinas determinadas por análisis microhistológico por la Ing. Agr. Laura Borrelli (Laboratorio de Microhistología, EEA INTA Bariloche).

Gramíneas	Graminoideas	Arbustos	Hierbas
<i>Bromus sp.</i>	<i>Carex sp.</i>	<i>Adesmia volckmannii</i>	<i>Acaena sp.</i>
<i>Festuca pallescens</i>	<i>Eleocharis sp.</i>	<i>Acantholippia sp.</i>	<i>Adesmia lotoides</i>
<i>Hordeum sp.</i>	<i>Juncus sp.</i>	<i>Anarthrophyllum sp.</i>	<i>Anemone sp.</i>
<i>Poa sp.</i>		<i>Azorella sp.</i>	<i>Arjona sp.</i>
<i>Puccinellia sp.</i>		<i>Berberis sp.</i>	<i>Armeria sp.</i>
<i>Rytidosperma sp.</i>		<i>Chuquiraga sp.</i>	<i>Astragalus sp.</i>
<i>Pappostipa sp.</i>		<i>Cyclolepis sp.</i>	Boraginaceae
		<i>Doniophyton sp.</i>	<i>Cerastium sp.</i>
		<i>Ephedra sp.</i>	<i>Erodium sp.</i>
		<i>Fabiana sp.</i>	Fabaceae
		<i>Junellia sp.</i>	<i>Gilia sp.</i>
		<i>Maihuenia sp.</i>	Hierba s/identificar
		<i>Mulinum sp.</i>	Malvaceae
		<i>Mutisia sp.</i>	<i>Medicago lupulina</i>
		<i>Nassauvia sp.</i>	<i>Perezia sp.</i>
		<i>Schinus sp.</i>	<i>Polygala sp.</i>
		<i>Senecio sp.</i>	<i>Plantago sp.</i>
			<i>Rhodophyalla sp.</i>
			<i>Rumex sp.</i>
			<i>Taraxacum sp.</i>

Tabla A3.1. Resultado del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) del volumen verde de *Bromus pictus*, *Poa ligularis*, *Pappostipa speciosa* y *Pappostipa humilis*. En color gris claro se indican diferencias significativas (valores de $p < 0,05$).

F.V.	<i>Bromus pictus</i>		<i>Poa ligularis</i>		<i>Pappostipa speciosa</i>		<i>Pappostipa humilis</i>	
	F	valor-p	F	valor-p	F	valor-p	F	valor-p
Sistema	5,58	0,0042	3,62	0,0281	6,69	0,0015	5,98	0,0029
Distancia	0,24	0,7840	3,24	0,0407	0,58	0,5625	0,71	0,4937
Fecha	5,95	<0,0001	2,74	0,0090	7,18	<0,0001	5,33	<0,0001
Sistema*Distancia	1,38	0,2413	2,69	0,0315	2,86	0,0238	2,27	0,0620
Sistema*Fecha	1,27	0,2252	2,05	0,0146	0,67	0,8042	1,57	0,0858
Distancia*Fecha	1,29	0,2157	1,83	0,0343	0,55	0,8996	1,23	0,2546
Sistema*Distancia*Fecha	1,50	0,0554	1,47	0,0640	0,68	0,8857	0,96	0,5301
Volumen verde inicial (Covariable)	59,91	<0,0001	130,44	<0,0001	262,85	<0,0001	580,73	<0,0001
Ajuste del modelo (R^2)	0,46		0,59		0,71		0,74	

Tabla A4.1. Resultado del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) de las variables Peso Corporal y Condición Corporal. En color gris claro se indican diferencias significativas (valores de $p < 0,05$).

F.V.	PC (kg)		CC	
	F	valor-p	F	valor-p
Sistema	29,43	<0,0001	45,39	<0,0001
Categoría	173,57	<0,0001	23,36	<0,0001
Fecha	223,84	<0,0001	118,30	<0,0001
Sistema*Categoría	3,43	0,0646	0,15	0,6977
Sistema*Fecha	5,06	0,0001	10,04	<0,0001
Categoría*Fecha	32,3	<0,0001	23,19	<0,0001
Sistema*Categoría*Fecha	1,09	0,3637	1,28	0,2588
Covariable	127,06	<0,0001		
Ajuste del modelo (R^2)	0,76		0,51	

Tabla A4.2. Resultado del análisis de Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) de las variables Peso de Vellón Limpio (PVL), Diámetro Promedio de la Fibra (DPF) y Longitud de mecha. En color gris claro se indican diferencias significativas (valores de $p < 0,05$).

F.V.	PVL (kg)		DPF (μ)		Longitud de mecha (mm)	
	F	valor-p	F	valor-p	F	valor-p
Sistema	8,36	0,0042	3,90	0,0494	3,39	0,0667
Categoría	9,43	0,0024	8,99	0,0030	1,35	0,2458
Fecha	12,38	0,0005	4,20	0,0413	15,60	0,0001
Sistema*Categoría	2,36	0,1258	0,07	0,7893	0,6	0,4374
Sistema*Fecha	5,65	0,0182	10,90	0,0011	3,42	0,0654
Categoría*Fecha	17,01	0,0001	17,15	<0,0001	5,95	0,0153
Sistema*Categoría*Fecha	0,4	0,5287	0,25	0,6173	1,07	0,3018
Ajuste del modelo (R^2)	0,19		0,12		0,11	