

Evaluación de la calidad nutricional en pasturas de gramíneas perennes relacionada con el estado fenológico y el ambiente en el Sur de Santa Cruz

Evaluation of the nutritional quality in perennial grass pastures related to the phenological state and the environment in the South of Santa Cruz

Manuel Jesús Gil, Víctor Utrilla
manuel.g.13@hotmail.com

Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Unidad Académica Río Gallegos
Departamento de Ciencias Exactas y Naturales
Río Gallegos, Santa Cruz

Recibido: 28/06/2022. Aceptado: 30/09/2022

RESUMEN

En la Patagonia Austral la introducción de pasturas destinadas al uso estratégico en las áreas de mayor potencial representa una alternativa de manejo que permitiría aumentar la productividad de los sistemas ganaderos extensivos. En este contexto, la calidad nutricional de los recursos forrajeros disponibles constituye un aspecto relevante vinculado con la eficiencia de aprovechamiento y la respuesta productiva del ganado. En virtud de ello, se realizó un estudio durante dos años sobre pasturas de agropiros y pasto ovinillo (PO) implantadas en seco en el Sur de Santa Cruz. En clausuras permanentes instaladas, se determinaron en tres estados fenológicos (vegetativo, inicio de floración y floración avanzada) de las pasturas el material vivo y muerto (MV y MM) y la calidad nutricional mediante análisis químicos de proteína bruta (PB), digestibilidad de la materia seca (DMS) y producción de gas *in vitro*. Se realizaron muestreos de suelos para determinar el contenido hídrico y se relevaron variables climáticas. Las variables se analizaron en función del estado fenológico en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones. La PB de ambas pasturas se correlacionó con el MM. El MV del PO se correlacionó con la humedad edáfica mientras que el MM con la temperatura del aire. En ambas pasturas, el avance fenológico provocó reducciones significativas en el MV, PB y DMS y aumento en el MM, con cambios mayores en el PO. Finalmente, la pandemia por COVID-19 y las medidas sanitarias adoptadas por la provincia de Santa Cruz impidieron analizar todos los parámetros nutricionales previstos.

Palabras clave: Patagonia Austral; Pasturas de gramíneas; Parámetros nutricionales; Humedad edáfica; Variables climáticas.

ABSTRACT

In Southern Patagonia, the introduction of pastures intended for strategic use in areas with the greatest potential represents an alternative management that would increase the productivity of extensive livestock systems. In this context, the nutritional quality of the available forage resources constitutes a relevant aspect associated with efficiency of utilization and the productive response of the cattle. By virtue of this, a study was carried out for two years on wheatgrass and orchard grass (OP) pastures implanted dry in the South of Santa Cruz. In



permanent closures installed, were determined in three phenological states (vegetative, beginning of flowering and advanced flowering) of the pastures, through chemical analyzes of crude protein (CP), digestibility of dry matter (DMS) and gas production in vitro. Soil tests were carried out to determine the water content and climatic variables. The variables were analyzed according to the phenological stage in a completely randomized design with three replications. The CP of both pastures was correlated with the MM. The MV of the PO was correlated with the edaphic humidity while the MM with the air temperature. In both pastures, phenological progression led to significant reductions in MV, PB and DMS and increase in MM with major changes in PO. Finally, the COVID-19 pandemic and the sanitary measures adopted by Santa Cruz province made it impossible to analyze all the planned nutritional parameters.

Key words: Southern Patagonia; grass pastures; Nutritional parameters; edaphic humidity; Climatic variables.

INTRODUCCIÓN

En la Patagonia Austral, la productividad de los sistemas ganaderos es limitada y se sustenta en el aprovechamiento extensivo de los pastizales naturales, los cuales manifiestan una alta variabilidad en la oferta forrajera debido a las restricciones ambientales por frío, nevadas y sequía y al deterioro del pastizal por sobrepastoreo (Andrade et al., 2019). El clima frío de la región caracterizado por las bajas temperaturas y heladas a partir de la época otoñal y durante el invierno implican la interrupción del crecimiento de la vegetación y la alteración del desempeño productivo del ganado. En este contexto, existen alternativas de manejo que permiten una mejora en los índices productivos de los sistemas ganaderos, tales como, la introducción de pasturas en áreas con mayor potencial (Andrade et al., 2019) o la cosecha de cereales de invierno sembrados para producir reservas forrajeras que permitan suplementar en las épocas de escasez de forraje o constituir parte de la ración en sistemas de engorde intensivo (Utrilla et al., 2015).

Los alimentos en general, y los forrajes en particular, pueden ser caracterizados en base a la concentración de sus componentes químicos, sean nutrientes o no, los cuales pueden ser determinados a través de diversas pruebas y métodos ya probados en estudios previos.

En el sur de la región, existen antecedentes de siembra de pasturas que se basan en el aprovechamiento de agropiros (Utrilla et al., 2019), debido a su gran rusticidad y capacidad de tolerar condiciones limitantes de precipitaciones y bajas temperaturas (Utrilla et al., 2007). Por otro lado, en otras regiones las pasturas de pasto ovillo son muy difundidas por su alto rendimiento y calidad nutritiva, siendo utilizadas en zonas templadas, áridas y semiáridas para la producción animal (Villareal Gonzalez et al., 2014).

En la Patagonia, los estudios relacionados con la calidad nutricional del forraje son diversos, ya que abordan temáticas como el valor nutricional de las especies forrajeras patagónicas (Somlo et al., 1985), producción y calidad forrajera de agropiros (Utrilla et al., 2011; Stariha, 2013), y calidad nutricional de especies forrajeras de mallines (Utrilla et al., 2017). Por otro lado, hay trabajos que relacionan la dinámica hídrica edáfica y ambiental sobre la productividad y calidad forrajera de mallines (Utrilla et al., 2008) y pasturas de agropiros (Alsina, 2016; Utrilla et al., 2017).

En el marco de los antecedentes descriptos en los trabajos desarrollados y dado la necesidad

de avanzar en el conocimiento que permita caracterizar con mayor detalle la composición química de pasturas introducidas en la Patagonia Austral según el estado fenológico de la vegetación e influenciado por el ambiente físico-ambiental (Gustavsson y Martinsson. 2004), se plantea el presente trabajo, en el marco del Proyecto de Investigación PI 29/A433-1-ICASUR (Utrilla et al., 2020) con el objetivo de caracterizar los componentes de la estructura y la composición química del forraje de pasturas introducidas de agropiros y pasto ovilla según el estado fenológico, contenido hídrico edáfico y variables climáticas en el Sur de Santa Cruz.

MARCO HISTÓRICO

Hasta la primera mitad del siglo XX existió poco interés en incluir al consumo animal en la evaluación de los alimentos, dado que, prevalecía la teoría que el ganado consumía cualquier tipo de alimento a un nivel equivalente al 3% del peso vivo animal. Sin embargo, con el avance en las investigaciones en nutrición animal pudo reconocerse que el consumo del alimento es una variable dependiente de la calidad de los forrajes (Stritzler et al., 2011). En virtud de ello, durante las últimas cuatro décadas se desarrollaron estudios relevantes sobre la calidad nutritiva de especies forrajeras, considerándose como principal fuente de alimento de los rumiantes. En este contexto, Hodgson (1985) planteó que las variaciones en el contenido de nutrientes y la estructura interna de los tejidos vegetales en la ingesta involuntaria de forrajeras fueron explicadas mediante teorías convencionales de controles metabólicos y físicos de apetito. Por su parte, Gustavsson y Martisson (2003) reportaron en una gramínea introducida de ambiente frío que la concentración de la pared celular aumentó con el tiempo, principalmente en los tallos respecto a las hojas, lo cual se relacionaría con el avance madurativo de la vegetación (Munro y Walters, 1985). Además, el contenido de proteína bruta varía con la especie, estado de madurez y condiciones de crecimiento (Beever y Siddons, 1986). A partir de lo descripto, cabe mencionar que los alimentos en general y los forrajes en particular pueden caracterizarse según la concentración de sus componentes químicos.

MARCO TEÓRICO

El valor nutricional de los forrajes corresponde a la capacidad de los pastos y sus subproductos de satisfacer los requerimientos de los animales para mantener los niveles productivos y reproductivos (INIA, 2018).

La calidad de las especies forrajeras depende de varios factores, tales como: el contenido hídrico y su estado de madurez. En función de ello, la calidad nutricional de las pasturas varía en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta (hoja y tallo) (Hodgson, 1980). Además, las diferencias en calidad se deben a variaciones en las condiciones ambientales, el material genético y al manejo (INIA, 2018).

Existen diversos métodos utilizados en los estudios para determinar parámetros nutricionales, alguno de los cuales se describen a continuación:

Determinación del contenido de Materia Seca

Dado que, la humedad de los forrajes varía con la especie, la madurez fisiológica y la estación

de año, todos los resultados deben expresarse en base a materia seca, siendo el único valor de utilidad para realizar comparaciones. En este contexto, los procedimientos de secado más utilizados son los de estufa basado en el principio de que el aire caliente con circulación forzada remueve el agua libre del forraje sin que altere su composición química, y microondas que permite obtener una estimación del porcentaje de materia seca en forma rápida, fácil y con exactitud (Bruno et al., 1995).

Método de determinación del contenido de nitrógeno

El método Kjeldahl es el más utilizado (AOAC, 1995), pero existe otro método denominado Dumas para determinar el contenido de nitrógeno en los alimentos. En función de ello, Lanza, Churión y Gómez (2016) realizaron un estudio comparativo de ambos métodos para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre sus resultados. A partir de ello, reportaron diferencias no relevantes, pero recomiendan el método Dumas por ser una alternativa confiable, rápida y segura, tanto para el operador como para el ambiente (no utiliza NaOH y H₂SO₄, que suelen incrementar los costos y son potenciales contaminantes del ambiente).

Determinación de la Digestibilidad de Materia Seca (DMS) y Producción de Gas in vitro

La DMS puede determinarse a través de métodos in vivo que consisten en pruebas de alimentación en confinamiento en las cuales los alimentos sólo pueden ser evaluados en raciones totales y requieren considerables recursos y son difíciles de estandarizar. En función de ello, se desarrollaron técnicas de fermentación ruminal que incluyen pruebas de incubación in situ para medir desaparición de materia seca y celulosa e in vitro. Dentro de las técnicas in vitro, se utiliza con mayor frecuencia el método de Tilley y Terry (1963), modificado por Goering y Van Soest (1970) para estimar la digestibilidad verdadera de la MS. Cabe mencionar que, las técnicas anteriormente mencionadas son usadas como procedimientos para estimar la digestibilidad final del sustrato y no proveen información sobre la cinética de digestión.

En virtud de ello, existe la técnica de producción de gas in vitro que permite determinar la extensión y la cinética de degradación del alimento a través del volumen de gas producido durante el proceso fermentativo (Rymer et al., 2005). Una de las ventajas de este procedimiento consiste en que el curso de la fermentación y el papel de los componentes solubles del sustrato puede ser cuantificado, mientras que un problema inherente a los métodos in situ e in vitro que se han tratado de solucionar a través de la técnica de producción de gas es el estudio de las fases tempranas de la fermentación, ya que, los procedimientos gravimétricos no son lo suficientemente sensibles para medir los pequeños cambios que ocurren en el peso del sustrato durante las primeras horas de fermentación (Posada et al., 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y descripción de las pasturas y el sitio

- Pastura (39 has) mezcla de agropiros (Figura 1a): “Intermediate Whatgrass” (*Agropyron intermedium* (Host) Beauvois): Agropiro intermedio, y “Pubescent Wheatgrass” (*Agropyron trichophorum* (Link): Agropiro pubescente (Figura 1a) instalada en secanoen



abril del 2013 en el Campo Experimental Potrok Aike (distante 105 km al SO de Río Gallegos) de la EEA-INTA Santa Cruz ubicado en la Estepa Magallánica Seca del sur de Santa Cruz (51°56'57,8" LS, 70°24'42,5" LO).

El clima del área es frío árido, con un régimen promedio anual de lluvias inferior a los 200 mm con alguna ligera tendencia estival, y temperaturas medias anuales que oscilan entre 6 y 7 °C (Oliva *et al.*, 2001; Coronato *et al.*, 2017). Cabe mencionar que, en el período 2008-2015 la pluviometría promedio anual fue de 173 mm, y las temperaturas máximas, medias y mínimas anuales del período fueron 11,3, 6,1 y 1,0 °C, respectivamente (SIPAS. INTA). El sitio se encuentra en un área incluida en la Unidad de Paisaje definida como Meseta aterrizada de rodados proglaciares (Mazzoni, 2001. Citado en Godagnone *et al.*, 2019). El suelo del sitio se ubica en una planicie baja y presenta un horizonte superficial de textura Franco-Arenosa, pH débilmente alcalino (7,1), contenido de materia orgánica medio (3,3%), Nitrógeno Total medio (0,15%) y sin problemas de salinidad (Fuente: Laboratorio de Suelos, EEA INTA Bariloche).

- Pastura de pasto ovillo (50 ha) (*Dactylis glomerata* L.) (Figura 1b) implantada en secano en el año 2013 en la Estancia Punta Loyola (distante 50 km al SE de Río Gallegos) ubicada en la margen norte de la Estepa Magallánica Húmeda del SE de Santa Cruz (51°52'15,6" LS, 68°53'57,4" LO). El clima del área es frío semiárido, con un régimen promedio anual de lluvias próximo a los 300 mm con algún máximo estival, y temperaturas medias anuales que oscilan entre 5,5 y 6,5 °C (Oliva *et al.* 2001; Coronato *et al.* 2017). El sitio se encuentra en un área incluida en la Unidad Cartográfica definida como Planicie Ondulada con Paleo-cauces surcada por vías de agua temporarias y paleo-cauces con pendientes hasta 2% (Godagnone *et al.*, 2019). El suelo del sitio ubicado en un sector plano presenta una textura Franco-Arenosa, pH medianamente ácido (5,53), contenido de materia orgánica muy alto (6,87%), valores de nitrógeno total y fósforo disponible, respectivamente, muy alto y bajo (0,34% y 10,4ppm) y sin problemas de salinidad (Fuente: Laboratorio de Suelos, EEA INTA Anguil, La Pampa. Citado por Andrade *et al.*, 2019).

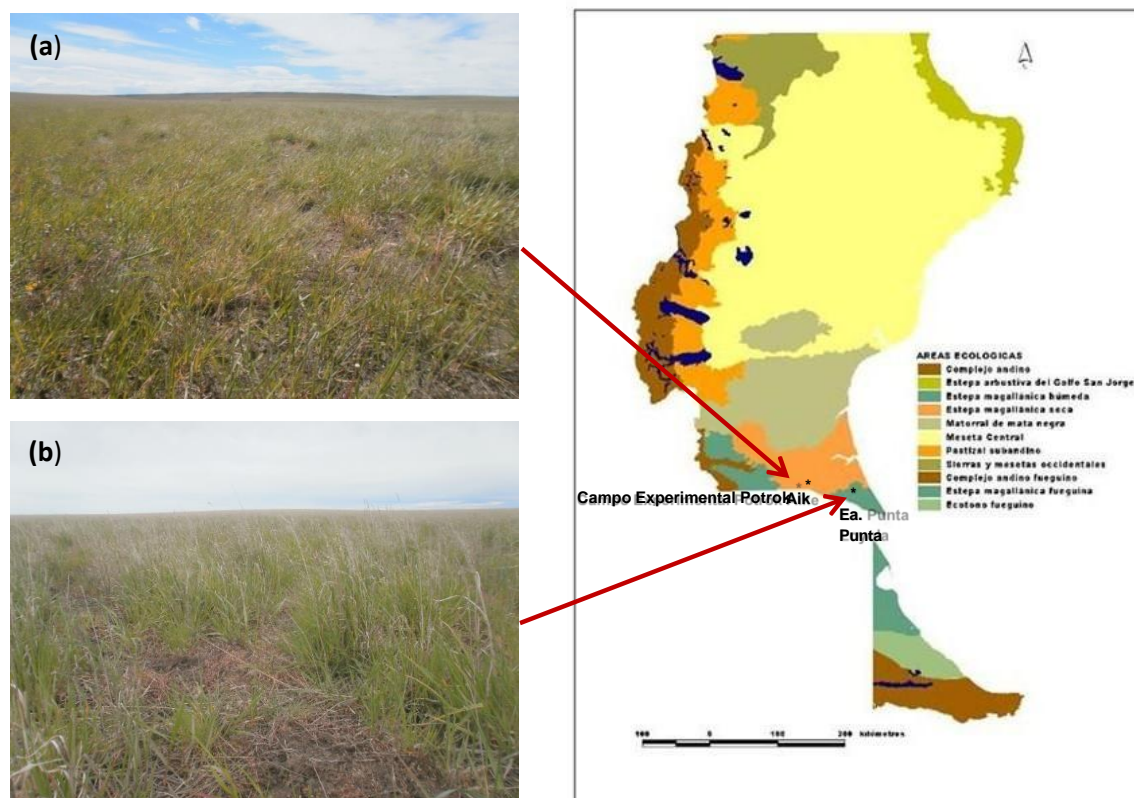


Figura 1: Imágenes y ubicación por área ecológica de las pasturas mezcla de agropiros (a) y pasto ovillo (b) implantadas.

Determinación del material vivo y muerto de las pasturas

En tres clausuras permanentes (2,5 m x 2,5 m) instaladas en las pasturas de agropiro y pasto ovillo se realizaron dos cortes manuales de la vegetación a una altura de 3 cm con un marco de 0,4 m² en las siguientes fechas de muestreo: noviembre, diciembre y febrero/marzo de los años 2018-2019 (1° año) y 2019-2020 (2° año) coincidentes con tres estados fenológicos contrastantes de la pastura (vegetativo, inicio de floración y floración avanzada).

Las muestras de forraje recolectadas se mantuvieron refrigeradas hasta su procesamiento en el laboratorio, donde fueron separadas en material vivo (MV, hojas y tallos verdes) y muerto (MM, hojas y tallos senescentes e inflorescencias), secadas en estufa de aire forzado a 60° C y pesadas con balanza analítica para caracterizar su proporción relativa en base al material seco. Finalmente, las muestras reconstituidas con ambas fracciones se molieron a 1 mm con molino ciclónico para su posterior análisis químico.

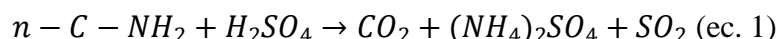
Determinaciones de la composición química del forraje

En el laboratorio de Calidad de Alimentos y Forrajes de la EEA INTA Santa Cruz se realizó el análisis químico de Nitrógeno Total (Kjedhal. AOAC, 1995) y se estimó el contenido de Proteína Bruta del forraje recolectado en el 1° ciclo.

Con respecto a la técnica de análisis empleada, cabe mencionar que, el método Kjeldahl

incluye una serie de etapas que deben cumplirse para poder obtener el valor final de nitrógeno, surgido a partir de la media del análisis por triplicado de cada muestra. En este contexto, se describe a continuación el procedimiento utilizado en cada etapa del método de análisis:

- Etapas de digestión: se trabajó con 0,1g de material con 3 ml ácido sulfúrico concentrado, en presencia de 1g de mezcla catalítica utilizando el digestor VELP DKL20 a 390°C durante 40 minutos, dando lugar a la conversión de nitrógeno orgánico en ión amonio, según la ecuación 1, donde en la reacción actúan catalizadores y calor:



El nitrógeno proteico es transformado en sulfato de amonio por acción del ácido sulfúrico en caliente.

- Etapas de destilación: permite alcalinizar la muestra digerida y el nitrógeno desprenderse en forma de amoníaco (ec. 2). Para ello se trabajó con el equipo UDK 129, se preparó tanto erlenmeyer como tubos para destilar con 25 ml de ácido bórico 2% y una solución indicadora los cuales fueron colocados en la salida del refrigerante del equipo, mientras que el tubo con la muestra digerida se colocó en el destilador asegurando el cierre superior. Se programó el destilador con un volumen 20 de hidróxido de sodio, una destilación de 3 minutos, donde se obtenía como resultado un volumen constante de 100ml.



- Valoración/titulación: se llevó a cabo con ácido sulfúrico 0,1 N hasta el cambio de color verde a violeta, manteniendo el mismo criterio de color final en la titulación de todas las muestras (ec. 3).



Finalmente, a partir de los valores de nitrógeno total (NT) se calculó el porcentaje de proteína mediante la fórmula: $NT \times 6,25$ (factor de conversión utilizado para especies forrajeras).

Por su parte, las muestras de forraje molido de ambas pasturas del 1° año se remitieron al laboratorio del Centro de Investigación y Servicios en Nutrición Animal de la FAUBA para realizar, según el procedimiento ajustado por Wawrzkievicz y Danelón, 2004, determinaciones simultáneas de la Digestibilidad de Materia Seca in Vitro, según Goering y Van Soest (1970), y la Producción de Gas Acumulada Neta mediante la técnica propuesta por Theodorou *et al.* (1994).

Mediciones hídricas

En cada fecha de muestreo de las pasturas se recolectaron con un barreno cilíndrico manual tres muestras de suelo a una profundidad de 20 cm y acondicionadas en bolsas plásticas para determinar el contenido de humedad edáfica por masa seca mediante el método gravimétrico. En laboratorio, las muestras húmedas recolectadas fueron pesadas con balanza digital (Marca: OHAUS, precisión: 1 g) y a continuación secadas en estufa de aire forzado a 60 °C hasta peso constante para determinar la masa seca y luego estimar el porcentaje de humedad mediante la fórmula:

peso seco



$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso húmedo}} * 100$$

Mediciones climáticas

En el sitio implantado con la pastura de agropiros se registraron durante el año 2018 las precipitaciones y temperaturas medias diarias (TMD) con una estación meteorológica automática (Modelo: Vantage Pro 2, Davis Instruments. USA), y se calcularon los valores mensuales de estos parámetros (Figura 2a). En cambio, durante el año 2019 se obtuvieron valores de lluvias y temperaturas medias mensuales de las estaciones meteorológicas cercanas Teniente Merino y Monte Aymond, distante a 140 y 42 km, respectivamente (Región de Magallanes, Chile. Fuente: Dirección General de Aguas de Chile) (Figura 2b), debido a que a partir del mes de abril de este año dejó de funcionar la estación automática. A su vez, en el sitio sembrado con la pastura de pasto ovinillo se registraron en ambos años las lluvias diarias con pluviómetro de campo (Fuente: Ea. Punta Loyola) y se procesaron los valores mensuales (Figura 2a). Además, se registró la temperatura media mensual de Río Gallegos, distante 50 km (Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto de Río Gallegos. Servicio Meteorológico Nacional. Fuerza Aérea Argentina) (Figura 2b)

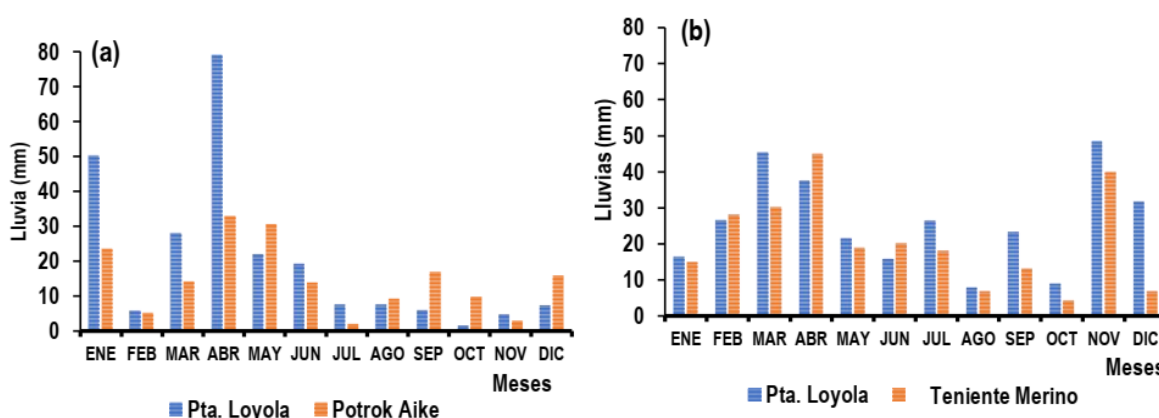


Figura 2: Distribución de las precipitaciones mensuales en los años 2018 (a) y 2019 (b) para los sitios Punta Loyola y Campo Experimental Potrok Aike y Teniente Merino (Chile).

Las precipitaciones totales durante el año 2018 para los sitios Punta Loyola y Potrok Aike fueron de 239,2 y 177,2 mm, respectivamente. A su vez, al siguiente año las lluvias anuales respectivas en el 1° sitio y Teniente Merino (Chile) fueron de 309,1 y 245,7 mm, lo cual implica una diferencia en la pluviometría de 69,8 y 68,5 mm, respectivamente, a favor de Punta Loyola por ubicarse en la Estepa Magallánica Húmeda. A su vez, en el 2018 en ambos sitios las lluvias se concentraron en otoño y manifestaron un déficit en invierno y primavera (Figura 2a). En cambio, al año siguiente con mayor pluviometría se distribuyeron en su mayoría en otoño, primavera y mitad del verano (Figura 2b).

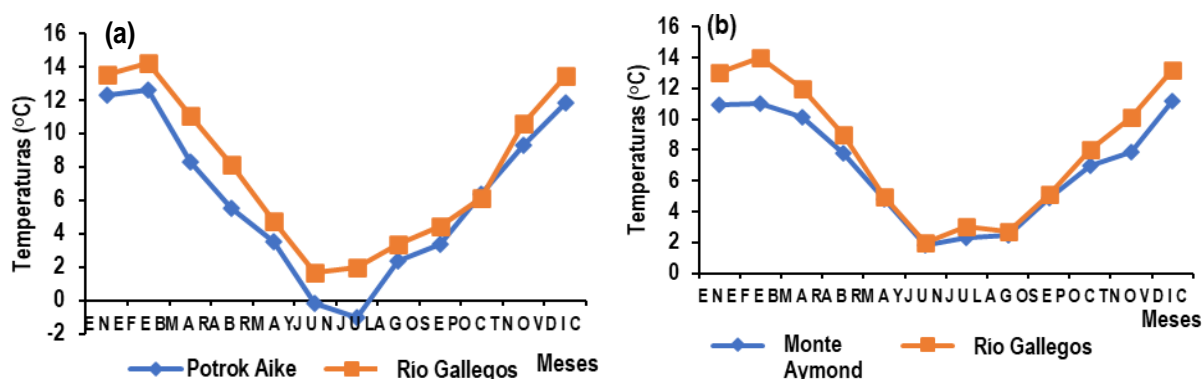


Figura 3: Distribución de las temperaturas medias mensuales en los años 2018 (a) y 2019 (b) para los sitios Potrok Aike, Río Gallegos y Monte Aymond (Chile).

En ambos años, el patrón de distribución de las temperaturas medias mensuales fue similar entre los sitios con valores mensuales en su mayoría menores en Potrok Aike y Monte Aymond respecto a Punta Loyola, y mayores amplitudes de los valores térmicos en aquéllos en relación a este último sitio (Figura 3a y b).

Diseño experimental y análisis estadístico

Las variables MV y MM, PB, DMS y Producción de Gas de las pasturas de agropiros y pasto ovido evaluadas se analizaron en función del estado fenológico en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones en clausuras permanentes. En este contexto, los parámetros bajo estudio del 1° año se sometieron a un Análisis de la Varianza (PROC GLM. SAS, 2008) y las medias se compararon por comparaciones múltiples mediante las pruebas Tukey y Tuckey-Kramer (para PB) con un nivel de significación del 5%. Por su parte, el contenido de PB de ambas pasturas se correlacionó con el MM (PROC CORR.SAS, 2008). Finalmente, el MV y MM de la pastura de pasto ovido del 1° y 2° año se relacionaron con la humedad del suelo y temperatura del aire mediante correlaciones (PROC CORR.SAS, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Humedad del suelo

En ambas pasturas, se reportaron mayores valores de humedad edáfica en los meses de noviembre y diciembre respecto a febrero-marzo, a excepción del menor valor informado en diciembre del 1° año en la pastura de pasto ovido (Figura 4a y b). En este marco, la evolución del parámetro se correspondería, en la mayoría de los casos, con la pluviometría registrada en los sitios relevados (Figura 2a y b).

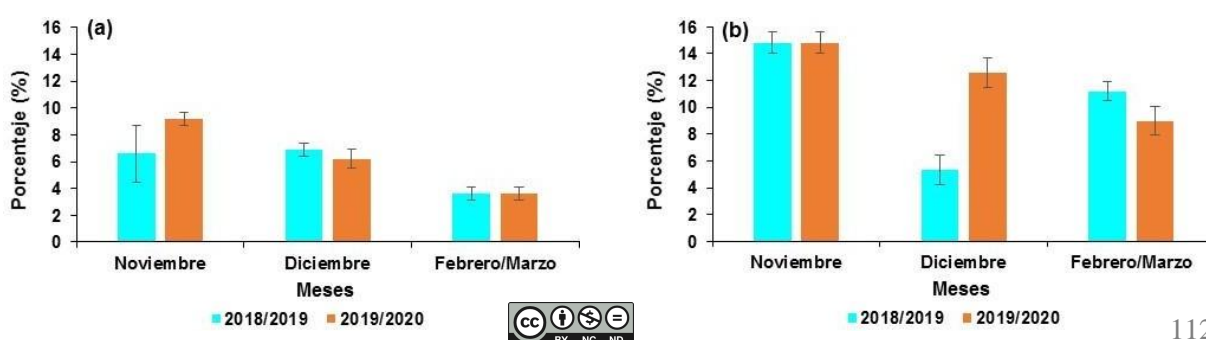


Figura 4: Humedad del suelo (% \pm desvío estándar) de las pasturas de agropiros (a) y pasto ovillo (b) por fecha de muestreo de los años 2018/2019 y 2019/2020.

Material Vivo y Muerto (MV y MM)

En ambas pasturas, conforme el avance fenológico hubo cambios significativos en el MV y MM ($p < 0,05$), aunque la evolución de ambos parámetros fue contrastante entre ambas pasturas (Utrilla *et al.*, 2022. Inédito). En este marco, en la pastura de agropiros de ambos años se reportaron en noviembre y diciembre en correspondencia con los estadios vegetativo y floración inicial, respectivamente, valores iguales y superiores al 80% de MV (Figura 4), lo cual indicaría un mayor crecimiento de los agropiros informado por Utrilla *et al.* (2017). Por el contrario, en floración avanzada el MV disminuyó por la madurez de hojas y tallos que aumentaron el MM, principalmente el 1° año por la menor pluviometría en enero del 2019 respecto a similar mes del 2020 (14,9 mm versus 50,6 mm). Por su parte, en la pastura de pasto ovillo hubo una reducción apreciable en el 1° y 2° año (2,4 y 2,8 veces) del MV entre los estadios vegetativo y floración inicial debido a la madurez anticipada de las plantas que aumentaron notoriamente (4y 6 veces) el MM (Figura 5), coincidente con el menor contenido hídrico (Figura 4a) y aumento en la temperatura del aire (Figura 3a). En virtud de ello, en esta pastura y en aquella de agropiros, Utrilla y Chazarreta (2020) y Utrilla *et al.* (2017) reportaron, respectivamente, una correlación del MV con la humedad edáfica y una asociación negativa con la temperatura ambiental. Asimismo, en esta pastura Andrade *et al.* (2017 y 2019) informaron una reducción apreciable del MV con el avance fenológico por la madurez avanzada del pasto ovillo.

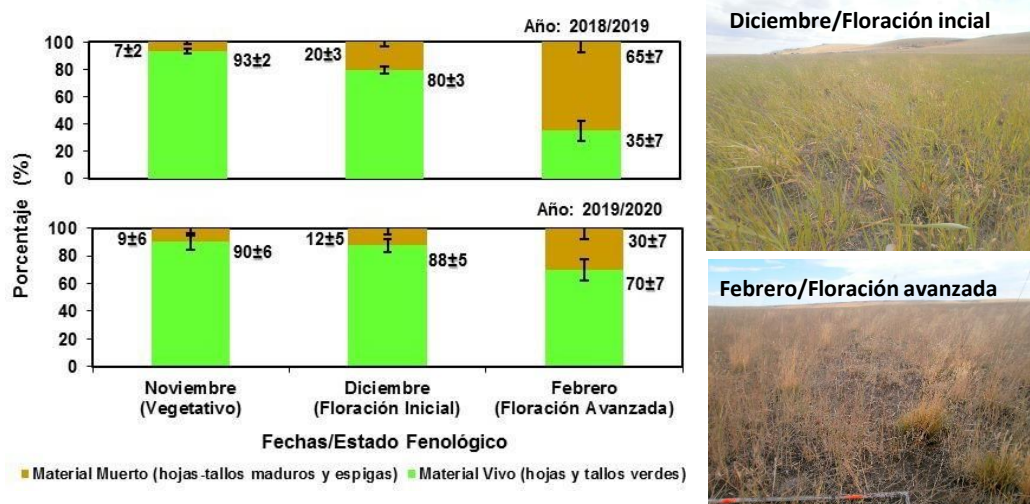


Figura 4: Medias (% \pm desvío estándar) del material vivo y muerto de la pastura de agropiros por fecha y estado fenológico para los años 2018/2019 y 2019/2020

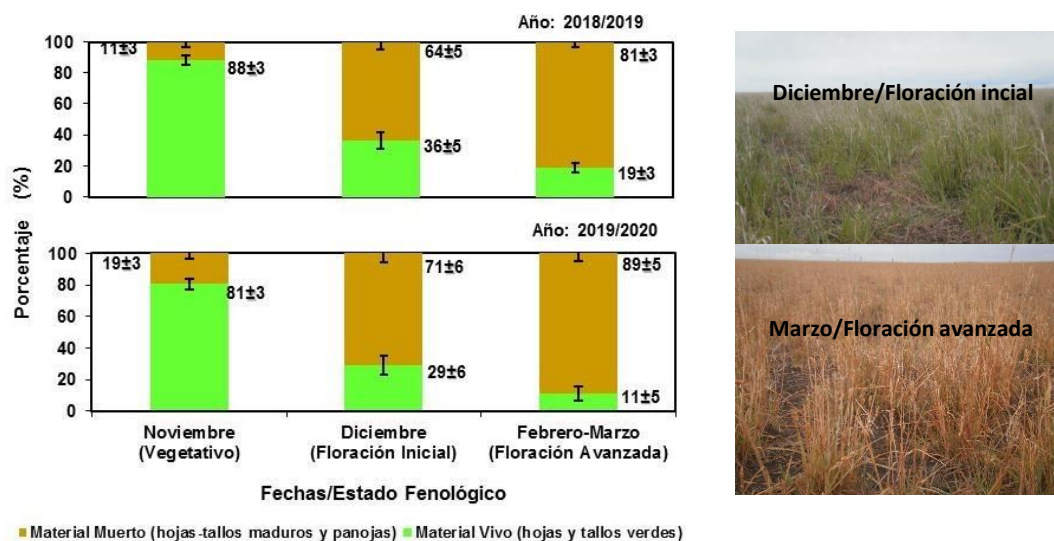


Figura 5: Medias (% \pm desvío estándar) del material vivo y muerto de la pastura de pasto ovillopor fecha y estado fenológico para los años 2018/2019 y 2019/2020.

Proteína Bruta (PB)

El contenido de PB disminuyó ($p < 0,05$) conforme el avance fenológico con valores mínimos en floración avanzada (Figura 6), lo cual se debería al aumento de las paredes celulares de los tejidos y la lignificación principal de los tallos conforme avanza la madurez de las gramíneas (Munro y Walters, 1985; Hodgson, 1990). En virtud de ello, el parámetro se correlacionó negativamente con el MM (Utrilla *et al.*, 2022. Inédito. En concordancia con ello, el avance fenológico y el progreso de la estación de crecimiento de los agropiros y el pasto ovillo provocaron reducciones apreciables en la PB del forraje cosechado informados por Utrilla *et al.* (2011 y 2018) y Andrade *et al.* (2017). A su vez, la declinación de la PB coincide con la disminución del contenido hídrico edáfico y el aumento de las temperaturas del aire reportados con anterioridad por Utrilla *et al.* (2017) en la pastura de agropiros.

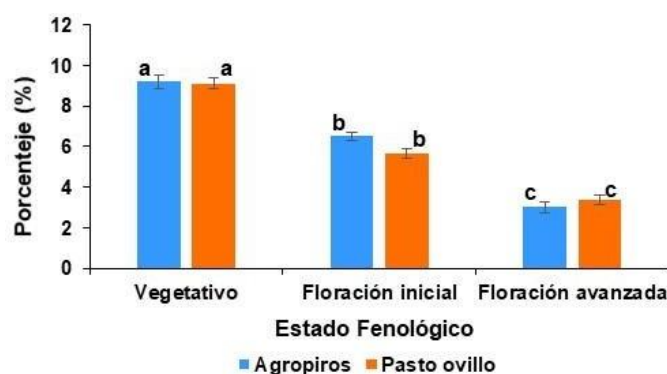


Figura 6: Medias (% \pm error estándar) del contenido de proteína bruta de las pasturas de agropiros y pasto ovillo por estado fenológico del año 2018-2019. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre estados para cada pastura.

Digestibilidad de la Materia Seca (DMS) y Producción de Gas (PG) in vitro

La pastura de pasto ovillo presentó con el avance de la fenología cambios más notorios en la DMS y en la PG Acumulada Neta (PGAN) respecto a la pastura de agropiros debido a una fase

prolongada de PG a la hora 0 y a una menor tasa de PG reportadas por Utrilla *et al.* (2020). En virtud de ello, los autores concluyen que el avance del estado fenológico de las pasturas estuvo asociado a una disminución de la DMS de magnitud contrastante entre ambas especies.

Asimismo, en el pasto ovilla los valores de PGAN a las 48 hs, la PG a la hora 0 y la tasa media de PG reflejaron mejor el proceso de digestión que para agropiros.

En virtud de lo expuesto, la disminución de la DMS y la tasa de PG con el avance fenológico de ambas pasturas se corresponderían con las reducciones en el contenido de PB y en la ocupación del MV, que aumenta el MM, respectivamente, informadas con anterioridad.

CONCLUSIONES

La realización del presente estudio permitió comprobar la influencia relevante del estado fenológico sobre parámetros estructurales y de calidad nutricional de pasturas de agropiros y pasto ovilla implantadas en la Patagonia Austral. En este contexto, el pasto ovilla es más susceptible a los cambios fenológicos, dado la caída brusca en el MV y el aumento del MM por la madurez anticipada respecto a los agropiros, en virtud del menor contenido hídrico edáfico y el aumento de la temperatura ambiental con el avance de la temporada.

Asimismo, el trabajo demuestra que en ambas pasturas conforme el avance fenológico disminuye el contenido de PB, la DMS y la tasa de PG, lo cual se manifiesta más aún con el último componente de la PGAN en el pasto ovilla y que refleja una menor degradación de la especie respecto a los agropiros.

Finalmente, es importante mencionar que durante la ejecución del presente trabajo de investigación nos encontrábamos atravesando el contexto de la pandemia de COVID-19, lo cual imposibilitó avanzar con la totalidad de las determinaciones químicas de las muestras de forraje recolectadas. En virtud de ello, solamente se pudieron analizar algunos parámetros nutricionales de las muestras del 1° año.

BIBLIOGRAFÍA

- ALSINA, M. L., y UTRILLA, V. R. (2016). Efecto de variables edáficas y ambientales sobre la morfogénesis, producción de forraje y calidad nutricional de una pastura introducida y el pastizal natural en el sur de Santa Cruz. ICT - UNPA, 8(3), 162-194. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v8i3.227>
- ANDRADE, M.; UTRILLA, V.; VARGAS, P.; CLIFTON, G. y ALVAREZ BENTO, J. 2017. Evaluación del aprovechamiento de una pastura de Pasto ovilla y Agropiro intermedio con corderas en Ea. Punta Loyola. INTA EEA Santa Cruz. Agosto 2017. 14 p. <http://inta.gob.ar/personas/utrilla.victor?page=1>
- ANDRADE, M.; ALVAREZ BENTO, J.; UTRILLA, V.; VARGAS, P.; CLIFTON, G. y GALLARDO R. 2019. Destete y desempeño productivo de corderas en una pastura introducida en la Patagonia Austral. ICT-UNPA-195-2019. 11(1): 67-81. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v11i1.774>

- AOAC International (formerly the Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis. Arlington, VA: AOAC International, 1995.
- BEEVER, D.E., SIDMONS R.C. 1986. Section VIII: Integrative Aspects of Digestive Physiology. 25: Digestion and Metabolism in the Grazing Ruminant. In: L.P. Milligan, W.L. Grovum and A. Dobson (Eds.). Control of Digestion and Metabolism in Ruminants. Prentice-Hall.N.J. USA. 567 p.
- BRUNO, O. A., CASTRO, H., COMERÓN, E., DIAZ, M., GUAITA, S., GAGGIOTTI, M. y ROMERO, L. 1995. Técnicas de muestreo y parámetros de calidad de los recursos forrajeros. Publicación Técnica N° 56. Centro Regional Santa Fe. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.
- CORONATO, A.; MAZZONI, E.; VÁSQUEZ, M. y CORONATO, F. 2017. Patagonia: Una síntesis de su Geografía Física. Capítulo Tercero: Clima. pp. 57-69. Río Gallegos, Argentina. Ediciones Universidad Nacional de la Patagonia Austral. www.unpa.edu.ar/publicacion/version-digital-patagonia
- GODAGNONE, R.E; SCHENKEL, C.; DE LA FUENTE, J.C. y OLIVA, G. 2019. Estudio de Suelos de la Estepa Magallánica Seca. Informe Técnico INTA. 150 p. https://drive.google.com/open?id=14v8cQsVq2jbP_qDG2UlrPwRBMQtd_ASe&auth=r=goliva%40uarg.unpa.edu.ar&usp=drive_fs
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J.1970. Forage Fiber Analysis. Agric. Handbook No 379. ARS, USDA.
- GUSTAVSSON, A.M.; MARTINSSON, K. 2004. Seasonal variation in biochemical composition of cell walls, digestibility, morphology, growth and phenology in timothy. European Journal of Agronomy. 20: 293-312. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(03\)00041-8](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00041-8)
- HODGSON, J. 1990. Grazing Management. Science into Practice. Longman Scientific and Technical. Harlow Reino Unido. 203 p.
- HODGSON, J. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. Proceedings of the Nutrition Society, 44(2), 339-346. <https://doi.org/10.1079/PNS19850054>
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 2018. Ficha técnica N° 33: Algunos conceptos sobre calidad de forrajes. 2 p.
- LANZA, J. G., CHURIÓN, P. C. y GÓMEZ, N. 2016. Comparación entre el método Kjeldahl tradicional y el método Dumas automatizado (N cube) para la determinación de proteínas en distintas clases de alimentos. Saber, 28(2): 245-249.
- MUNRO, J.M.M., WALTERS R.J.K.. 1985. The feeding value of grass. In: J. Frame (Ed.): Grazing. Occasional Symposium N°19, British Grassland Society. pp. 65-77.
- OLIVA, G., GONZÁLEZ, L., RIAL, P. y LIVRAGHI, E. 2001. Capítulo 2: El ambiente en la Patagonia Austral. En: Borrelli, P. y Oliva, G. (Ed.). Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. EEA INTA Santa Cruz (Convenio INTA-CAP-UNPA). pp 19-82.
- POSADA, S. L., y NOGUERA, R. R. 2005. Técnica in vitro de producción de gases: Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes. Livestock Research for Rural Development, 17(4): 12-19.
- RYMER, C.; HUNTINGTON, J.A.; WILLIAMS, B.A. y GIVENS, D.I. 2005. In vitro cumulative gas production techniques: History, methodological considerations and challenges. Anim. Feed Sci. Technol. 123-124:9-30. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.055>
- SAS. (2002-2008). User' Guide: Statistics. Version 9.2. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA

- STARIHA, S. A. 2013. Evaluación de la productividad de cuatro especies forrajeras en Santa Cruz. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina.
- SOMLO, R., DURANOÑA C. y ORTIZ R. 1985. Valor nutritivo de especies forrajeras patagónicas. *Revista Argentina de Producción Animal*. 5:569-605.
- STRIZLER, N.P., RABOTNIKOF, C.M., FERRI, C.M. y PAGELLA, J.H.. 2011. Capítulo 6: Los forrajes en la alimentación animal. En: Carlos A. Cangiano y Miguel. A. Brizuela (Eds.). *Producción Animal en Pastoreo*. 2° Edición. Buenos Aires: Ediciones INTA. pp. 155-180.
- THEODOROU, M.K., WILLIAMS, B.A., DHANOA, M.S., MCALLAN, A.B. and FRANCE, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal feed science and technology*. 48:185-197. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90171-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90171-6)
- TILLEY, J. M. A. y TERRY, D. R. 1963. A two- stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and forage science*, 18(2), 104-111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- UTRILLA, V.; STURZENBAUM, M. V. y RIVERA, E. 2007. Informe Técnico. "Evaluación de agropiros de origen canadiense y nacional en Ea. Punta Loyola. Macro Región Patagonia Sur. E.E.A. Santa Cruz. *AER Río Gallegos*. 24 p.
- UTRILLA, V.; FERRANTE, D.; PERI, P.; KOFALT, J.C. y Humano, G. 2008. Informe Técnico Final. Efecto de la dinámica hídrica edáfica y ambiental sobre la productividad y calidad forrajera de mallines en la Patagonia Austral. E.E.A. INTA Santa Cruz. 31 p. (Fuente: Acervo de la Biblioteca EEA INTA Santa Cruz. Contacto: lasagno.romina@inta.gob.ar).
- UTRILLA, V.R.; STURZENBAUM, M.V. y RIVERA, E.H. 2011. Evaluación de la producción y calidad forrajera de Agropiros en Santa Cruz. *Rev.Arg.Prod.Anim*. 31(I): 581.
- UTRILLA, V.R., ANDRADE, M., KOFALT, J.C., CHRISTIANSEN, R., CABANA, J., MANSILLA, J., PERSOGLIA, A., SEEBER, G., BAINOTTI C. y PERETTI, C. 2015. "Evaluación de Cultivos de Invierno en la Patagonia Austral Ciclo 2014/15". INTA EEA Santa Cruz (Convenio INTA-CAP-UNPA). Informe Técnico. 29 p.
- UTRILLA, V.R.; ANDRADE, M.; VARGAS, P y ALSINA, M.L. 2017. Relación del material vivo y muerto y calidad nutricional de una pastura de agropiros con factores físicos, ambientales y estado fenológico en la Patagonia Austral. *Rev.Arg.Prod.Anim*. 37 (I): 166.
- UTRILLA, V.R y CHAZARRETA, J. 2020. Relación de variables estructurales según el estado fenológico de una pastura de pasto ovido con la humedad edáfica y la temperatura ambiental en la Patagonia Austral. *Rev.Arg.Prod.Anim*. 39 (I): 170.
- UTRILLA, V.; CHAZARRETA, J. M.; CHRISTIANSEN, R.; GROSSO BRAVO, M. y JAURENA, G. 2020. Caracterización nutricional de pasturas de gramíneas perennes y un cereal de invierno relacionados con el estado fenológico y el ambiente físico ambiental en el sur de Santa Cruz. Libro de Artículos Cortos del 6° Encuentro de Investigadores, Becarios y Tesistas de la Patagonia Austral. UNPA. Río Gallegos. 19 al 23 de octubre de 2020.
- UTRILLA, V.R., JAURENA, G. y CHAZARRETA, J. 2021. Calidad nutricional de pasturas puras de agropiros (*Agropyron intermedium* (Host) Beauvois y *A. trichophorum* (Link) y de pasto ovido (*Dactylis glomerata* L.) según el estado fenológico en la Patagonia Austral. *Comunicación. Rev.Arg.Prod.Anim*. 41(1):240.

- UTRILLA, V.R., CHAZARRETA, J., BRAVO, M., GIL, M. Inédito. Evolución del material vivo y muerto y la proteína bruta en pasturas puras de agropiros y pasto ovilla según el estado fenológico en la Patagonia Austral. Rev.Arg.Prod.Anim.
- VILLAREAL GONZÁLEZ, J. A.; HERNÁNDEZ GARAY, A., MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, P. A.; GUERRERO RODRÍGUEZ, J. D. D. y VELASCO ZEBADÚA, M. 2014. Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 5(2), 231-245. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v5i2.3663>
- WAWRZKIEWICZ, M y DANELÓN, J.L. 2004. Mejoramiento de la técnica de producción de gas in vitro para evaluar alimentos para rumiantes. Nuevo recipiente de incubación. Rev.Arg.Prod.Anim. Vol 24. N°3-4. 187-197.