



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**Programa de Posgrados**

**RECRÍA DE VAQUILLONAS BRAFORD SOBRE CAMPO NATURAL  
UTILIZANDO DOS INTERVALOS DE PASTOREO DURANTE  
PRIMAVERA/VERANO**

**Conrado Rodríguez Raineri**

**TESIS DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**URUGUAY  
2020**





**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**Programa de Posgrados**

**RECRÍA DE VAQUILLONAS BRAFORD SOBRE CAMPO NATURAL  
UTILIZANDO DOS INTERVALOS DE PASTOREO DURANTE  
PRIMAVERA/VERANO**

**Por**

**CONRADO RODRÍGUEZ RAINERI**

---

**José Luis Repetto**  
Director

---

**Fernando L. F. de  
Quadros**  
Co – director

---

**Cecilia Cajarville**  
Co - directora

**2020**

INTEGRACIÓN DEL TRIBUNAL DE

**DEFENSA DE TESIS**

**Francisco Diéguez; Ing. Agr., MSc, PhD**

**Facultad de Veterinaria**

**Universidad de la República – Uruguay**

**Carlos Nabinger; Eng. Agr., MSc, PhD**

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil.**

**Luciana Pötter; Zoot., MSc, PhD**

**Departamento de Zootecnia**

**Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil**

**2020**



**FACULTAD DE VETERINARIA  
Programa de Posgrados**

**ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**RECRÍA DE VAQUILLONAS BRAFORD SOBRE CAMPO  
NATURAL UTILIZANDO DOS INTERVALOS DE PASTOREO  
DURANTE PRIMAVERA/VERANO**

**Por: Dr. Conrado Rodríguez Rainieri**

**Director de Tesis: Dr. José Luis Repetto**  
**Codirectores de Tesis: Dr. Fernando Luiz Ferreira-  
De Quadros**  
**Dra. Cecilia Cajarville**

**Tribunal**

**Presidente: Dr. Francisco Diéguez**

**Segundo Miembro: Dr. Carlos Nabinger**

**Tercer Miembro: Dra. Luciana Pötter**

**Fallo del Tribunal:**

La tesis es aprobada (nota BBB)

**Viernes 30 de octubre de 2020, Plataforma Zoom, Posgrado**

El Fallo de aprobación de la Tesis puede ser: Aprobada (corresponde a la nota BBB- en el Acta), o Aprobada con Mención (corresponde a la nota SSS- 12 en el Acta)

## ACTA DE EXAMEN

**CURSO:** Defensa de Tesis de Maestría

**LUGAR Y FECHA DE LA DEFENSA:** Sala Virtual de Plataforma Zoom, Facultad de Veterinaria, UdelaR, viernes 30 de octubre de 2020

**Tribunal:** Dr. Fernando Diéguez (Presidente), Dr. Carlos Nabinger, Dra. Luciana Pötter

CI ESTUDIANTE	NOMBRE	CALIFICACIÓN	NOTA
4.457.017-6	RODRÍGUEZ RAINIERI, Conrado	BBB	6

PRESENTADOS	NO PRESENTADOS	APROBADOS	APLAZADOS	INSCRIPTOS
1	0	1	0	1

### TRIBUNAL

### FIRMA

Dr. Francisco Diéguez (Presidente)

Dr. Carlos Nabinger

Dra. Luciana Pötter



**NOTA:** Las calificaciones de aprobación de la Tesis de Maestría pueden ser:  
B.B.B. – 6 , o S.S.S. – 12

## DEDICATORIA

*A Florencia Guedes Cardozo,*

*nada de esto hubiera sido posible sin ti. Gracias por mostrarme el lado  
luminoso de la vida.*

*“De eso se trata, de coincidir con gente que te haga ver cosas que tú no ves.  
Que te enseñe a mirar con otros ojos.”*

*Mario Benedetti*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en primera instancia a mí familia: Papá, Mamá, Berna y Clem. Todo esto no hubiera sido posible sin ustedes, brindándome el apoyo necesario y ayudándome a concretar este sueño. También a Rafaela, que me hace recordar que lo más hermoso está en la sencillez de las cosas. Y a mis pequeñas fieras indómitas: Milonga y Benjamín.

A mi tutor brasileño, Ing. Agr. (PhD) Fernando Luiz Ferreira De Quadros que me recibió de brazos abiertos en la UFSM, siendo mi guía durante todo este proceso. Siempre dispuesto a evacuar dudas con paciencia y ayudándome en la comprensión de la heterogeneidad en “portunhol”. Un honor trabajar juntos.

A mis tutores uruguayos, Dr. (PhD) José Luis Repetto y Dra. (PhD) Cecilia Cajarville. Por su incentivo en iniciarme en la carrera de Posgrado, despertar mi interés en la nutrición en Rumiantes y sus invaluable aportes a la redacción de este manuscrito.

A todos los integrantes de LEPAN (Laboratório de Ecologia de Pastagens Naturais) con los cuáles compartí tantas horas en la UFSM, almuerzos y charlas. Especialmente a Pedro Trindade y Luciana Marin, por la ayuda en el procesamiento e interpretación de los datos y a João Mombelli por su asistencia en los análisis de laboratorio.

A los integrantes del LABRUMEN de la UFSM por la disposición y ayuda en los análisis de laboratorio. A Amanda Carneiro Martini por su ayuda en el procesamiento estadístico de los datos.

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por otorgarme la beca en el marco de Posgrados Nacionales 2015 (POS\_NAC\_2015\_1\_110248).

A todos aquellos de alguna forma (directa o indirectamente) se vieron involucrados en este logro.

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	10
SUMMARY.....	11
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	12
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	14
1.    Caracterización de la región “Campos” y sus pasturas naturales.....	13
2.    Recría de vaquillonas de razas carniceras.....	17
3.    Ecofisiología de pasturas.....	19
4.    Utilización de grupos funcionales para el manejo del campo natural.....	22
5.    Manejo de pasturas bajo pastoreo rotativo.....	25
6.    Comportamiento ingestivo de bovinos en pasturas naturales.....	30
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	32
MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
1.    Localización y área experimental .....	34
2.    Diseño experimental y tratamientos.....	35
3.    Producción Animal.....	36
4.    Parámetros de las pasturas.....	37
5.    Comportamiento ingestivo y estimación de consumo en pastoreo.....	39
6.    Análisis estadístico.....	40
RESULTADOS.....	41
DISCUSIÓN.....	46
CONCLUSIONES.....	53
CONSIDERACIONES FINALES E IMPLICANCIAS.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos intervalos de pastoreo basado en la duración de la expansión foliar de las principales especies de gramíneas del campo natural sobre el comportamiento productivo y desarrollo de vaquillonas Braford manejadas en un sistema de pastoreo rotativo durante el período primavera/verano. El diseño experimental fue de bloques totalmente aleatorizados con dos tratamientos y tres repeticiones de área basadas en el relieve (alto, ladera y bajo). El experimento fue realizado del 30/09/2016 al 03/03/2017 en un área perteneciente a la Universidade Federal de Santa Maria, localizada en la región fisiográfica Depressao Central de Rio Grande do Sul, Brasil. Los tratamientos utilizados fueron dos sumas térmicas: 375 y 750 grados-días (GD), que determinaron los intervalos entre pastoreos. El tratamiento de 375 GD fue definido por la duración de la expansión foliar de especies de crecimiento postrado (p.ej. *Axonopus affinis* y *Paspalum notatum*) y el tratamiento de 750 GD por la duración de la expansión foliar de especies cespitosas (p.ej. *Aristida laevis* y *Saccharum angustifolium*). El área experimental comprendía 23 ha y fue dividida en seis unidades experimentales, que abarcaban los dos tratamientos y las tres repeticiones. Los animales utilizados fueron 33 vaquillonas de raza Braford con una edad media inicial de  $12 \pm 0,5$  meses y un peso medio de  $212 \pm 47.9$  kg. La ganancia media diaria (GMD) de los animales fue similar entre los intervalos de descanso con una media de 0,198 kg/día, mientras que la producción de peso vivo por área fue significativamente mayor en el tratamiento 375 GD (189,1 vs 162,8 kg/ha,  $P = 0,023$ ) y se manejó con una carga media mayor (CM). Las vaquillonas lograron un crecimiento y desarrollo corporal similar, no encontrándose diferencias en las características evaluadas. El tratamiento 750 GD presentó una altura mayor de los estratos inferior y superior del tapiz con respecto a 375 GD (26,2 vs 20,6;  $P < 0,001$  y 41,8 vs 33,7;  $P < 0,001$  respectivamente). El consumo de materia seca (CMS) fue similar en ambos tratamientos ( $P = 0,60$ ). Los animales del tratamiento con 750 GD realizaron más estaciones alimentarias por minuto (9,3 vs 5,2;  $P < 0,001$ ) pero registraron una tasa de bocados más baja (28,4 vs 35,1;  $P = 0,049$ ). Los tratamientos evaluados modificaron la estructura de la pastura, afectando el comportamiento ingestivo de los animales y permitiendo un desarrollo corporal similar en ambos grupos de vaquillonas. La utilización de la suma térmica (expresada en GD) basada en características morfogénicas (tasa de expansión foliar) como intervalo de descanso entre pastoreos puede constituir una herramienta de manejo para mejorar la producción animal por área, permitiendo trabajar con alta carga animal.

## SUMMARY

This research aimed to test the effect of two intervals of grazing of a “Campos” natural grassland (based on the leaf expansion duration of their main grasses) on the productive performance, herbage intake and feeding behavior of beef heifers managed on rotational grazing during the spring-summer period. The execution of the experiment was from September 29, 2016 to March 03, 2017 and divided into five consecutive periods. The experimental site belongs to Universidade Federal de Santa Maria, located at Depressao Central de Rio Grande do Sul, Brazil. Treatments were two rest periods of 375 and 750 DD (degree-days) based on the thermal sum for leaf expansion of native grasses belonging to different functional groups. The 375 DD treatment was defined by the duration of the foliar expansion of prostrate growth species (i.e. *Axonopus affinis* and *Paspalum notatum*) and the 750 DD treatment by the duration of the foliar expansion of tussock species (i.e. *Aristida laevis* and *Saccharum angustifolium*). The experimental design was a complete randomized block (using the relief as blocking criteria), with two treatments and three replications. Tested animals were thirty-three Braford heifers with an average age of  $12 \pm 0.5$  months and an average mean weight of  $212 \pm 47.9$  kg at the beginning of the experiment. The average daily gain (ADG) of the animals was similar between rest intervals with a mean of 0.198 kg/day, while the live weight production per area was significantly higher in the 375 DD treatment (189.1 vs 162.8 kg/ha,  $P=0.023$ ) and presented a higher mean stocking rate (MSR). Heifers achieved similar body growth and development. The 750 DD treatment presented higher height of both the lower and upper strata of the pasture (26.2 vs 20.6;  $P<0.001$  and 41.8 vs 33.7;  $P<0.001$  respectively). The dry matter intake was similar in both treatments ( $P=0.60$ ). Animals of the 750 DD treatment visited more feeding stations per minute (9.3 vs 5.2,  $P<0.001$ ) but registered lower bite rate (28.4 vs 35.1,  $P=0.049$ ). The proposed treatments modified the structure of the pasture, affecting the ingestive behavior of the animals and allowing a similar body development in both groups of heifers. The use of thermal sum (expressed in DD) based on morphogenic traits (leaf expansion rate) as rest intervals between grazing can be a feasible management tool to improve animal production by area, working with high stocking rates.

## INTRODUCCIÓN GENERAL

Las pasturas naturales constituyen uno de los ecosistemas más grandes del mundo y se definen como el tipo de cobertura vegetal donde predominan las gramíneas, con poca o ninguna cubierta arbórea (Suttie et al. 2005). Una de las regiones más grandes de pastizales naturales del mundo es la denominada región “Campos”, que comprende el sur de Brasil, sureste de Paraguay, noreste de Argentina y todo el territorio de Uruguay, abarcando en su totalidad más de 760.000 km<sup>2</sup> (Pillar & Lange, 2015).

Las pasturas naturales de esta región proveen alimento a más de 43 millones de bovinos, 14 millones de ovinos y son la base de más de 260.000 establecimientos agropecuarios (Modernel et al. 2016). Esto resalta su importancia tanto económica como socio-cultural para la región. El pastoreo excesivo (de Faccio Carvalho & Batello, 2009; Gutiérrez & Modernel, 2011; Maraschin, 2001; Overbeck et al. 2007) y el cambio en el uso de la tierra por actividades consideradas más rentables (monocultivos y forestación) son las principales amenazas para este agro ecosistema (Modernel et al. 2016).

La heterogeneidad de las pasturas naturales de la región “Campos” es ampliamente reconocida (Rosengurtt et al. 1939) y alberga más de 400 especies nativas de gramíneas C3 y C4 (Soriano, 1992). Esta heterogeneidad está dada principalmente por la variabilidad del suelo y el pastoreo selectivo de animales (Berretta et al. 2000), generando una alta variabilidad, tanto temporales en términos de productividad (Wagner et al. 2011; Guido et al. 2014) y composición (Rodríguez et al. 2003), como espacial (Baeza et al. 2010; Guido et al. 2014) en variación en composición de especies (Lezama et al. 2006). La heterogeneidad del ambiente pastoril puede alterar el comportamiento ingestivo de los animales y modificar las acciones de búsqueda y selección de forraje. Esto conlleva a que las pasturas naturales sean consideradas complejas desde el punto de vista de manejo. Históricamente, el manejo inadecuado de las pasturas naturales provocado por un desconocimiento del comportamiento de las mismas o por una presión de la producción ha llevado a una gran pérdida de recursos; principalmente una gran variedad especies nativas de alto valor forrajero y adaptadas a las condiciones de la región.

Una forma de lidiar con esta heterogeneidad es a través de la utilización de “grupos funcionales”. Como las gramíneas son las especies predominante en esta región, se ha sugerido que una tipología funcional basada en los rasgos foliares de las mismas podría usarse para simplificar la biodiversidad y el diagnóstico de manejo las pasturas (Quadros et al. 2009; Cruz et al. 2019). Estos autores propusieron la agrupación de gramíneas en cuatro grupos funcionales dispuestas por el contenido de materia seca y el área foliar específica.

Dentro de este marco el manejo del pastoreo es una de las principales variables que puede orientar grandes cambios en cualquier explotación ganadera, ya que permite mediante la gestión antrópica intervenir en forma importante en la productividad sin realizar grandes gastos adicionales. Una de las variables en la que puede intervenir el productor y/o técnico es en la elección del método de pastoreo, definiendo períodos de descanso y utilización de las pasturas en el establecimiento. Dentro de los principios deseables de manejo, los períodos de descanso después del pastoreo deberían ser variables, ajustando la duración de la rotación en base

a la velocidad de recambio foliar permitiendo controlar la eficiencia de utilización y la calidad nutritiva del forraje (Agnusdei, 2013).

La presente investigación busca generar información sobre el manejo de las pasturas naturales de la región, utilizando los criterios morfogénicos de las principales especies de gramíneas presentes en el tapiz como herramienta de manejo para tomar decisiones a nivel de gestión de pastoreo. Contemplando un criterio objetivo para definir los intervalos entre pastoreos, permitiendo maximizar la productividad por área y, al mismo tiempo, mantener la sostenibilidad socio ecológica a largo plazo de los pastizales.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1. Caracterización de la región “Campos” y sus pasturas naturales**

En América del Sur la región ecológica denominada Campos se encuentra entre las latitudes 34° y 30° sur y 57° y 63° oeste (Suertegaray & Silva, 2009). Esta región comprende el sur de Brasil, sureste de Paraguay, noreste de Argentina y todo el territorio de Uruguay correspondiendo en su totalidad a un área de aproximadamente 760.000 km<sup>2</sup> (Pillar & Lange, 2015). En el extremo norte de la región son encontradas altitudes próximas a los 900 metros en relación al nivel del mar, aunque raramente la altitud media sobrepasa los 300 metros. La temperatura media durante el mes más caliente (enero) se ubica en torno a los 22 °C, mientras que la temperatura media del mes más frío es en promedio de 8 °C. Las precipitaciones varían entre 1000 a 1500 mm de Sur a Norte sin presentar una estacionalidad marcada. El régimen de lluvias se considera isohigro, existiendo una importante variación entre y dentro de años, lo que afecta la curva de producción de forraje del campo natural con picos de producción durante la primavera y otoño (Berretta et al. 2000).

El relieve de la región se caracteriza por tener una vasta superficie plana a levemente ondulada sobre materiales graníticos, areníticos y en su gran mayoría sobre material originario de derrame basáltico. En Rio Grande do Sul la región de Campanha está predominantemente sobre este derrame basáltico y debido a su formación litológica y tipos de vegetación es considerada el área esencial de la zona de campos de Brasil (de Lemos, 1973; IBGE, 2004). Esta zona se extiende desde el norte de Uruguay hasta el centro sur de la provincia de Buenos Aires en Argentina (Bilenca & Miñarro, 2004; Durán & García Préchac, 2007). De la región sureste de Rio Grande do Sul hasta el sur de Uruguay existe una masa cristalina formada por granitos que presentan una cobertura sedimentar con relevo fuerte ondulado a montañoso presentando declives marcados que muchas veces presentan decenas y hasta centenares de metros formando valles abiertos. Las formaciones areníticas se encuentran principalmente en la región litoral (formación Itapúa) y en la Depresión Central del RS (formación Botucatu y Santa Maria) que se dirige hacia el oeste y posteriormente al sur ocurriendo también en la región central del territorio uruguayo (de Lemos, 1973; Durán & García Préchac, 2007).

El término “Campos” se refiere a la vegetación que constituye el tapiz natural de esta región donde ocurre un predominio de pastos e hierbas con arbustos escasos y dispersos, siendo ocasionalmente encontrados árboles (Pallarés et al. 2005; Allen et al. 2011), consecuencia de las características agroecológicas y la presencia de los herbívoros domésticos. Las pasturas naturales en la región constituyen asociaciones complejas y heterogéneas de carácter herbáceo con diferentes características morfológicas y biológicas (Carámbula, 1996). Una de las características que distingue a esta región es la heterogeneidad florística, contando aproximadamente con más de 4.000 especies (Rosengurtt et al. 1939; Overbeck et al. 2007). La principal familia presente en el tapiz son las gramíneas, las cuales alcanzan un número cercano a 400 (Del Puerto, 1969). De esta familia predominan principalmente las especies C4, aunque durante el otoño-invierno aumenta la frecuencia relativa de especies C3, pero estas siempre se encuentran en menor número que las primeras (Berretta et al. 2000). Las diferentes especies se configuran formando un estrato inferior de gramíneas y un estrato superior de arbustos y gramíneas altos (Soriano et al. 1992) de modo que, considerando diferentes intensidades de pastoreo, pueden alterar la composición florística, es decir, toda la diversidad de una comunidad (Thurow et al. 2009). De las especies que dominan el tapiz natural más del 50% corresponde a gramíneas perennes estivales (*Paspalum notatum*, *Axonopus affinis*, *Andropogon ternatus*, *Bothriochola laguroides*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum dilatatum*, *Mnesithea selloana*, *Panicum milioides*, *Sporobolus indicus*, *Bouteloua megapotamica*) el 30% corresponde a gramíneas perennes invernales, (*Piptochaetium stipoides*, *Stipa setigera*, *Stipa charruana*, *Aristida murina*, *Piptochaetium montevidense*) y las leguminosas son muy escasas en la gran mayoría los suelos de la región (Millot et al. 1987; Nabinger et al. 2000).

Además de poseer una amplia diversidad de especies, también presenta variabilidad tanto en el tiempo como en el espacio (Nabinger et al. 2000). En el tiempo, las variaciones están más relacionadas con las diferencias climáticas que ocurren a lo largo del año a pesar de la existencia de especies estivales e invernales asociadas. En el espacio, las variaciones están más asociadas a las variaciones edáficas como las características físicas y químicas del suelo y las variaciones en el relieve (Moraes et al. 1995). La predominancia de las especies C4 determinan que las pasturas naturales posean una variación cualitativa y cuantitativa a lo largo del año, presentando una marcada estacionalidad de producción durante período primavera-estivo-otoñal (Carámbula, 1996). El crecimiento de este grupo de especies es interrumpido a medida que desciende la temperatura en el período invernal, debido a una disminución en la actividad metabólica y fotosintética de las mismas (Celestino & Salomoni, 2006). Carámbula (2010) sostiene que la producción de pasturas naturales presenta altibajos a lo largo del año, con períodos que llevan a insuficiencia o desperdicio de forraje conducente a continuos cambios en cantidad y calidad, cada año y entre años, como respuesta al clima y al tipo y estado de la pastura. Esta situación afecta en forma fundamental las producciones animales, condicionando y restringiendo básicamente su comportamiento.

Las pasturas naturales de esta región constituyen la base alimenticia de 43 millones de bovinos, 14 millones de ovinos y presentan 260.000 establecimientos agropecuarios (Modernel et al. 2016). Además de ser la base de la producción pecuaria, las pasturas de la región proporcionan los denominados “servicios ecosistémicos”, tales como la contribución al secuestro de carbono (Conant et al. 2001), la regulación del intercambio de energía entre la superficie terrestre y la atmósfera, la provisión de hábitats para la fauna autóctona, entre otros (Altesor, 2002). A pesar de la importancia económica y socio-cultural de la ganadería en la región, en los últimos años la misma está siendo presionada por otras actividades que compiten por el uso del suelo. A partir del año 2002 comenzó en el Uruguay un proceso de expansión e intensificación agrícola que ha modificado los ecosistemas. La expansión del cultivo de soja ha sido uno de los cambios en el uso del suelo más relevantes en Uruguay y es parte de un proceso regional que involucra a Argentina, Brasil, Paraguay y Bolivia (Lapitz et al. 2004; Paruelo et al. 2006; Díaz, 2006), haciendo de la región la mayor productora mundial de esta oleaginosa. En este sentido, la ampliación de las áreas agrícolas y forestales ocasionó en las últimas décadas pérdidas anuales de áreas de campos naturales estimadas en 137 mil hectáreas en Rio Grande do Sul entre los años 1970 y 1996 (Crawshaw et al. 2007) y 110 mil hectáreas en Uruguay entre 2004 y 2014 (Jaurena et al. 2013). Por otro lado, en los últimos años se registra una tendencia a la intensificación de la producción ganadera (mayor carga animal por hectárea y mayor uso de insumos) que contribuye a aumentar la superficie de praderas artificiales en detrimento del campo natural. En conclusión, la conversión de campos nativos de la región Campos en cultivos agrícolas y forestales y la intensificación de la ganadería ha llevado a una rápida pérdida de hábitat, así como de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos asociados (Martino et al. 2008), comprometiendo de esta manera su sostenibilidad ecológica y socioeconómica a largo plazo (Foley et al. 2011; Andrade et al. 2016).

Otro de los problemas que enfrenta el campo natural es el riesgo de degradación y pérdida de especies, relacionado con la alta carga animal, el pastoreo continuo y la alta relación ovino/bovino (Berretta et al. 2000; de Faccio Carvalho & Batello, 2009). Las consecuencias de estas inadecuadas prácticas de manejo son un empobrecimiento de estos ecosistemas y una baja rentabilidad de la ganadería tradicional cuando es comparada a otras actividades como la agricultura y la forestación. Los signos de degradación son el aumento de hierbas enanas y estoloníferas, adaptadas a tales condiciones de pastoreo, así como una reducción en el número de especies. Tales cambios en la composición botánica resultan en una reducción del 12% en la producción forrajera anual, lo que no se evidencia tan fácilmente en períodos cortos de tiempo (Berretta, 1998).

Debido a la magnitud de las transformaciones actuales y potenciales ejercidas por su explotación y por los cambios esperados en el clima y en el uso de la tierra, los pastizales templados constituyen uno de los biomas más amenazados del mundo (Sala et al. 2000). En un nivel de análisis más fino, las Pampas del centro-este de Argentina y los Campos del Uruguay y sur de Brasil, conocidos también como Pastizales del Río de la Plata (Soriano,

1992), han sido reconocidos como dos de las ecorregiones de mayor vulnerabilidad dentro de los biomas terrestres (Pillar, 2003; Bilenca & Miñarro, 2004; Hoekstra et al. 2005). El grado de alteración de estas ecorregiones reduce su valor y, paradójicamente, el nivel de prioridad otorgado a su conservación a escala global (Olson & Dinerstein, 2002).

La región “Campos” ha sido moldeada por cerca de cuatro siglos debido a la intervención creciente del hombre. Su presentación actual y su capacidad de resiliencia, hacen absolutamente indispensable su mantenimiento, como forma de preservación del ambiente, del paisaje, del y de la sostenibilidad económica de la región, además de reconocer su valor socio-cultural (Nabinger, 2006). Se entiende que la preservación de este ambiente como actualmente se presenta se debe realizar a través de la producción ganadera. Esta es una manera de valorizar la producción primaria del campo natural que posee bajo valor comercial, pero a través de la cosecha del herbívoro y la transformación en carne, ésta es capitalizada y es comerciable (Maraschin, 1998).

La vegetación del campo natural no es estable, estando en un continuo proceso de sucesión en función de factores bióticos (Nabinger, 1980) lo que vuelve difícil su caracterización, así como el conocimiento sobre su dinámica. Existe la necesidad de conocer los factores que afectan la sucesión vegetal en un determinado ambiente, ya que de esta manera es posible evaluar el efecto de diferentes prácticas de manejo en relación al favorecimiento o no de una especie o grupo funcionales. Las interacciones inter-específicas durante estos procesos de las diferentes especies representan una dificultad en el reconocimiento de procesos de dinámica vegetal y puede establecerse en una dificultad de manejo para técnicos y/o productores que desconozcan o dominen poco la identificación de especies (Quadros et al. 2006).

Altesor et al. (2005) exponen que a nivel de técnicos y productores existen carencias en el conocimiento de la estructura, dinámica y respuestas del campo natural ante factores del ambiente y a perturbaciones antrópicas (decisiones de manejo). Estos autores identifican dos aspectos en los cuales no hay demasiada información generada: a) la ausencia de una adecuada descripción de su heterogeneidad estructural y funcional tanto a nivel regional como local y b) la falta de un modelo acerca de la respuesta de las pasturas al pastoreo. De igual manera, Quadros et al. (2017) consideran que la principal limitación de los productores y técnicos que administran el manejo de las pasturas naturales es conocer la diversidad de especies que componen las mismas y compatibilizar las diferencias de eco fisiología inherentes a cada especie.

Se detecta que hay una necesidad de conocer mejor los factores que afectan la respuesta de las comunidades de especies vegetales ante disturbios antrópicos y qué prácticas de manejo pueden ser adoptadas para beneficiar el desarrollo de comunidades vegetales deseables desde el punto de vista forrajero (Nabinger, 1980; Pillar et al. 1992) mediante un abordaje alternativo que facilite la comprensión de la complejidad de estas pasturas.

## 2. Recría de vaquillonas de razas carniceras

La recría en las hembras es considerada la etapa de desarrollo del animal desde el destete hasta el momento del primer servicio. Este período está sometido a distintos factores que influirán en el momento en que el animal entre en pubertad. La estación de nacimiento, la tasa de ganancia pre-destete y peso al destete, la tasa de ganancia post-destete y la distribución de estas ganancias en ese periodo; la raza, dentro de ésta el biotipo, aspectos climáticos y ambientales, son algunos de los factores que influirán en la aparición y mantenimiento de ciclos estrales en la vida de la vaquillona (Quintans et al. 2008). De esta manera, regímenes nutricionales luego del destete que ofrezcan dietas de alta calidad son positivamente asociados a un mejor estado metabólico, estimulando una alta tasa de crecimiento óseo, muscular y deposición de grasa (Hopper et al. 1993; Hall et al. 1995), pudiendo influir en el subsecuente desempeño y en la vida útil reproductiva de las hembras (Gunn et al. 1995). Es importante tener en cuenta que restricciones severas en esta etapa causan efectos difíciles de revertir y afectan el comportamiento reproductivo y/o productivo de los animales durante toda su vida (Quintans & Vaz Martins, 1994).

Se conoce que los componentes genéticos que influyen en la edad al primer parto de una vaquillona de carne son de baja heredabilidad, por lo tanto, las variables ambientales (como la nutrición) son las que determinarán que se reduzcan la edad al primer servicio (Patterson et al. 1992). La composición de la ganancia para alcanzar el peso objetivo para el primer servicio de la vaquillona debe estar acoplada al estado corporal del animal. La necesidad de deposición de tejido muscular, la cual es dependiente del momento en que la vaquillona se encuentra en relación a su curva de crecimiento (Owens et al. 1993), así también como su edad son factores no nutricionales responsables por alteraciones en la composición de la ganancia de peso. Por lo tanto, la tasa de crecimiento es la gran responsable por la reducción a la edad a la pubertad, la cual se ve retrasada hasta que una significativa ganancia de peso sea alcanzada (Patterson et al. 1992).

Es de esta manera que para que la vaquillona pueda expresar tanto su potencial productivo como reproductivo es de vital importancia establecer programas eficientes de recría para que lleguen con un buen desarrollo corporal y ciclando al momento del primer servicio. Estos programas tienen como meta lograr que los animales lleguen a un determinado peso al final del mismo. El concepto de "peso objetivo" implica un programa nutricional en el cual las vaquillonas son alimentadas para crecer a una tasa prevista, de manera que alcancen la pubertad al inicio de la época de servicios (Lamond, 1970). Este peso debe estar basado en el peso adulto del animal. Se sugiere que las vaquillonas deberían alcanzar al menos el 65 % del peso adulto al primer servicio (Mossman & Handly, 1977; Kunkle et al. 2002; Barcellos et al. 2003).

Así, partiendo de un supuesto que una ternera en condiciones de campo natural destetada a los 6 meses de edad y con un peso vivo de 150 kg deberá presentar una ganancia diaria promedio de peso en el transcurso de 18 meses de aproximadamente 0,3 kg/día para alcanzar el "peso

objetivo” al primer servicio a los 2 años de edad. Según Berretta (2013) la recría de terneras y vaquillonas, en condiciones de campo natural en el Uruguay, debe tener como objetivo fundamental poder brindarles servicio a los dos años de edad. Esto constituye un verdadero desafío debido a la variabilidad productiva del recurso entre estaciones y entre años. En pos de este objetivo planteado debemos diagramar estrategias nutricionales que sean efectivas.

Además del peso vivo existen medidas lineares, como la altura a la cadera y el perímetro torácico, que constituyen otros parámetros de desarrollo corporal del animal y también están relacionadas al desempeño reproductivo (Joubert, 1954; Fox et al. 1988). Estas variables son indispensables como herramienta predictiva del potencial productivo de ganado de carne. La altura de los animales es una medida confiable para describir el tamaño esquelético de los animales dentro de un rebaño (BIF, 2002) y esa descripción puede ser útil para identificar animales dentro de un mismo lote que sean capaces de responder mejor a los ambientes en los cuales van a ser criados. Vaquillonas que presentan mayor altura a la cadera entre contemporáneas con el mismo grado genético de raza son menos precoces a la pubertad (Vargas et al. 1999). Es así que las vaquillonas con mayor estructura corporal necesitan mayores ganancias diarias que los animales de menor estructura para alcanzar la pubertad.

La relación peso/altura es considerada una medida de la condición corporal del animal, porque el crecimiento del esqueleto es menos afectado por la nutrición que el peso corporal (Brody, 1945). Nelsen et al. (1985) remarcan que la relación peso/altura es una buena estimación lineal para presumir la condición corporal en un grupo de vacas que presenten un antecedente nutricional similar. Además, Barcellos (2001) destaca que la relación peso/altura puede considerarse un mejor estimador de la estructura corporal del animal que su peso vivo, porque relaciona los datos del peso vivo (que depende de la composición corporal) con el frame (medida de tamaño). De acuerdo con Fox et al. (1988) la vaquillona de carne deberá presentar una relación peso: altura mínima de 2,53 kg/cm de altura para el entore (independiente del frame del animal).

A pesar de la importancia de las vaquillonas dentro de la estructura productiva predial, en la mayoría de los sistemas de producción de carne de ciclo completo se prioriza las categorías de retorno financiero a corto plazo como la recría o la invernada de machos, adjudicando los mejores recursos a las mismas y de cierta manera relegando a las futuras hembras de reposición del establecimiento. Un reflejo de esto son los datos presentados por MGAP - DIEA (2019) elaborados en base a datos de la Declaración Jurada Anual. Existen 477.000 vaquillonas de más de 2 años sin entorar en el Uruguay. El principal factor de esta ineficiencia es el bajo nivel alimenticio que están sometidos los animales desde los 7 meses a los 24 meses de edad. Estas estarían conformando una categoría improductiva dentro de los sistemas de producción de carne. A pesar de ser un dato estático, deja en evidencia que existe un margen de mejora que puede generar un gran impacto dentro los sistemas criadores del Uruguay. En Brasil (más específicamente en Rio Grande do Sul) se da una situación similar en

términos productivos. En este país se constata que una de las principales causas de la baja eficiencia productiva del sector de la cría es el escaso desarrollo y el bajo estado corporal de las vaquillonas, las cuales retrasan su edad al primer servicio y condicionan también la baja tasa de preñez cuando son primíparas (Lobato, 2003). Factores como la diversidad de los suelos (Streck et al. 1999), regímenes pluviométricos mal distribuidos y ocasionales sequías, cargas animales excesivas (Lobato, 1999) y la no adopción de opciones para mejorar la nutrición de los animales en los períodos críticos son determinantes para que una importante proporción de vaquillonas no alcancen el peso objetivo al entore a los 24-27 meses de edad.

En Uruguay, diferentes grupos de investigadores han estudiado aspectos específicos del proceso reproductivo, lo que ha permitido generar información básica necesaria para plantear alternativas de manejo para mejorar estos indicadores. Actualmente, predominan los proyectos de investigación interinstitucionales y multidisciplinarios para lograr una visión holística que suministre herramientas estratégicas y tácticas coordinadas para aumentar la eficiencia global de la ganadería nacional. Existen en el país diferentes propuestas de intensificación, que combinan el uso del campo nativo (principal recurso natural de nuestro suelo), el uso estratégico de suplementos, mejoramientos de campo, verdeos y pasturas mejoradas para aumentar los porcentajes de preñez de los rodeos y disminuir la edad al primer servicio (Quintans et al. 1999; Quintans & Vázquez, 2002; Pérez-Clariget et al. 2007; Soca et al. 2008).

En los sistemas de producción de ganadería de carne la importancia de reducir la edad al primer parto de sus hembras de reposición reside en la reducción del intervalo generacional, afectando el progreso genético del rodeo y en el peso y número de terneros comercializables (Rocha & Lobato, 2002). De acuerdo con Beretta et al. (2002), la productividad física y la eficiencia biológica de los sistemas difieren en la intensidad de uso de los recursos y en los valores alcanzados por los indicadores reproductivos y productivos tales como porcentaje de parición, edad de las vaquillonas al primer parto y edad de los novillos a la faena. Bajar la edad al primer parto de 4 a 3 años en las vaquillonas significa un incremento del 55 % en términos de productividad de sistemas de cría vacuna (Beretta et al. 2001). Sin embargo, hay que tener en cuenta que puede acarrear ciertas desventajas como, por ejemplo: mayores costos de alimentación, mayor incidencia de distocias y la posibilidad de que esta categoría sea más difícil de preñar en el siguiente servicio (Short et al. 1994).

### **3. Ecofisiología de pasturas**

Durante muchos años la investigación en relación a las pasturas estuvo focalizada en la descripción florística o en su potencial de producción. Un nuevo enfoque, en el cual se pretende no simplemente medir el potencial productivo del pasto sino también entender su funcionamiento y los procesos que determinarán o no la realización de aquel potencial es reciente (Nabinger & de Faccio Carvalho, 2009). Es de esta manera que se empieza a utilizar la Ecofisiología de las Pasturas. Según Agnusdei (2013) esta disciplina trata sobre la incidencia del ambiente en los procesos de captura y

eficiencia de uso de recursos, y cómo estas respuestas afectan en última instancia la producción y calidad del forraje. Se constituye en una postura más analítica de los procesos que llevan a la producción de forraje.

Según Chapman & Lemaire (1993) la morfogénesis se define como la dinámica de generación y expansión de órganos en el espacio. Esta puede ser analizada como la tasa de aparición de nuevos órganos (organogénesis), su tasa de expansión (crecimiento), y su tasa de senescencia y descomposición. La cuantificación de estos procesos a nivel de macollos de gramíneas brinda información básica para comprender la dinámica de la producción y pérdida de forraje. El estudio de la morfogénesis brinda información detallada del crecimiento vegetal debido a que esta incluye la tasa de aparición de nuevos órganos, sus respectivas tasas de expansión y de senescencia y descomposición. Para pasturas templadas en condiciones vegetativas, se definieron tres características morfogenéticas que serían las más importantes y que están determinadas genéticamente e influenciadas directamente por condiciones del ambiente: tasa de aparición de hojas, tasa de elongación foliar y vida media foliar.

La principal característica estructural que define el crecimiento de las pasturas es el índice de área foliar (IAF). Este término se refiere a la relación existente entre el área de hojas y el área de suelo cubierta por las mismas (Watson, 1947). A medida que el IAF aumenta, crece la interceptación de luz por las hojas, hasta un valor crítico (IAF óptimo), en que el proceso de fotosíntesis y la producción de forraje verde son máximas debido a que la cantidad de follaje es suficiente como para prevenir pérdidas de energía (Carámbula, 1996). Sus componentes básicos - número de hojas vivas, tamaño foliar y densidad de macollos - fueron asociados por Lemaire & Chapman (1996) en un modelo conceptual que interrelaciona las variables morfogenéticas y estructurales previamente señaladas (Figura 1).

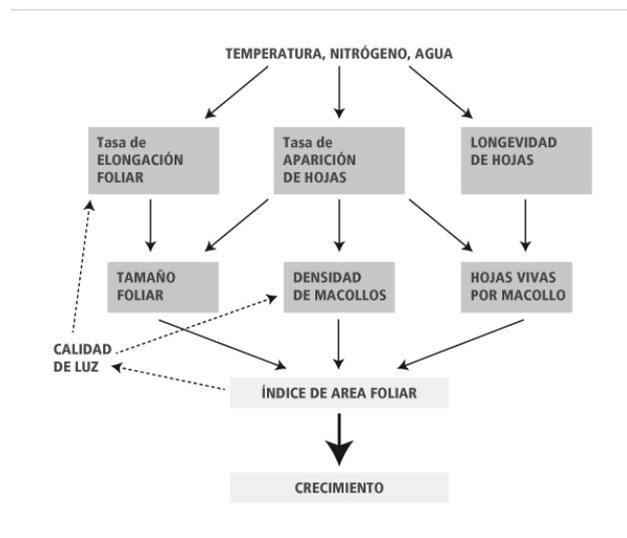


Figura 1. Relaciones entre características morfogenéticas de las plantas y variables estructurales de las pasturas (Adaptado de Lemaire & Chapman, 1996).

En la figura presentada se puede evidenciar el rol central de la tasa de aparición de hojas debido a que controla, en mayor o menor grado, todas las variables estructurales (Colabelli et al. 1998). En la misma figura se puede observar que las variables morfo genéticas se encuentran bajo influencia de varios factores ambientales controlables (nutrientes, agua) y no controlables (temperatura). Ello determina una incidencia indirecta de los mismos sobre la estructura de las pasturas, y con ello, sobre la expansión del área foliar. La importancia del enfoque morfo genético radica en que las interacciones entre las variables morfo genéticas determinarán las características estructurales de la canopia (Davies, 1993; Chapman & Lemaire, 1993). Este modelo ofrece un marco relativamente simple para interpretar el efecto del ambiente y del genotipo sobre el desarrollo del área foliar de las coberturas, como así también sobre los ajustes estructurales resultantes de las interacciones genotipo-ambiente. El modelo de Lemaire & Chapman (1996) considera pasturas monofíticas o con pocas especies, lo que lo hace insuficiente para aplicación al ecosistema pastoril natural donde la diversidad es muy elevada. Es así que Nabinger & de Faccio Carvalho (2009) desarrollan un modelo adaptado a las pasturas naturales de la región (Figura 2).

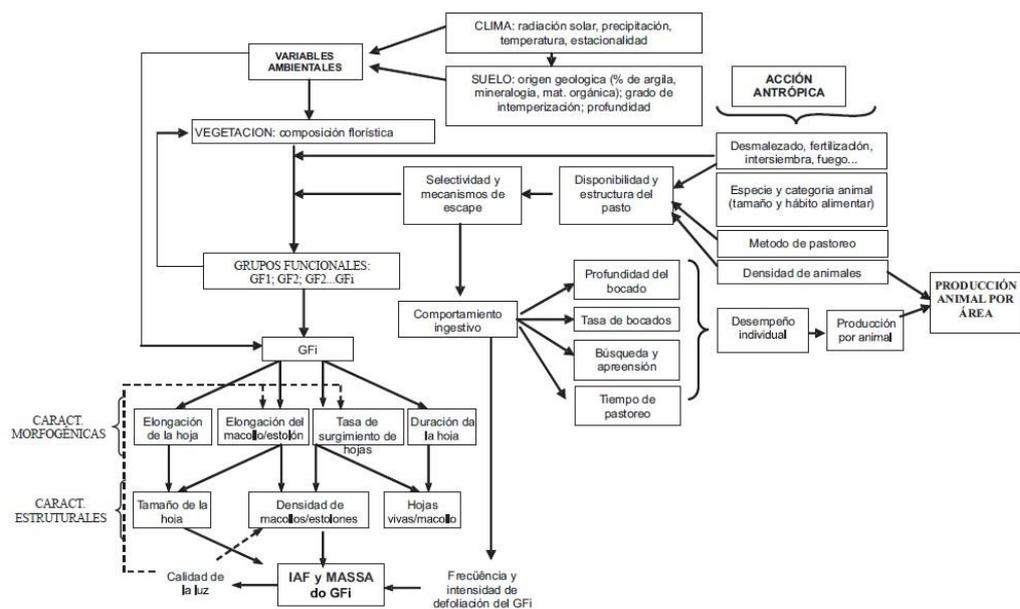


Figura 2. Propuesta de modelo conceptual de funcionamiento del ecosistema pastoril natural. (Adaptado de Nabinger & de Faccio Carvalho, 2009).

El crecimiento de las gramíneas depende de la luz que es la fuente primaria de energía para que el proceso de fotosíntesis produzca los nutrientes necesarios para la formación de tejidos (Nabinger & de Faccio Carvalho, 2009). En ausencia de limitaciones hídricas y nutricionales, el tallo principal produce sus hojas a un ritmo determinado genéticamente, el cual depende de la acción de la temperatura ambiente sobre el meristema apical (Watts, 1972; Peacock, 1975; Stoddart et al. 1986). Cada fitómero producido posee yemas axilares capaces de originar nuevos tallos con características idénticas al que le dio origen.

A nivel de macollo el intervalo de tiempo en grados-día entre el apareamiento de dos hojas sucesivas por encima del pseudotallo se denomina filocrono (Wilhelm & Mc Master, 1995; Eggers et al. 2004). La tasa a la cual las nuevas hojas se producen se expresa por la tasa de aparición foliar (TAF) la que es inversa al filocrono. Para cada especie el filocrono o el intervalo de aparición de hojas (IAH) es un parámetro aproximadamente constante cuando se expresa en términos de grados días sobre una temperatura base de crecimiento (Lemaire & Agnusdei, 2000). La TAF (o su inversa, el filocrono) ha sido propuesta como el parámetro clave para la evaluación de genotipos (Simon & Lemaire, 1987). Por un lado, en combinación con la tasa de elongación, define el largo foliar final de las hojas (Lemaire & Agnusdei, 2000; Agnusdei & Assuero, 2004). Por otro lado, si el número máximo de hojas vivas por macollo se mantiene relativamente estable, el número de filocrono para alcanzar dicho número máximo sería un estimador de la vida media foliar y, por ende, del ritmo de recambio de tejido foliar. Desde un punto de vista utilitario, este parámetro tiene un interés especial dado que es indicador del ritmo de producción y pérdida de forraje y, a su vez, es básico para establecer frecuencias de pastoreo según objetivos específicos de eficiencia de utilización del crecimiento de forraje (Mazzanti et al. 1994; Fulkerson & Slack, 1995; Donaghy & Fulkerson, 1998).

La temperatura es decisiva en la variación del filocrono (Chapman & Lemaire, 1993). La respuesta constante del filocrono expresado como grados días indica una respuesta estándar, determinada genéticamente por la planta, que debe manejarse a través del tiempo cronológico de acuerdo con las variaciones meteorológicas. Otros aspectos, como la disponibilidad de agua y nutrientes (especialmente N) en niveles no extremos, así como las reservas de carbohidratos, la concentración de sales y CO<sup>2</sup>, y la cantidad y calidad de la luz, tienen poca influencia sobre el filocrono (Frank & Bauer, 1995; Wilhelm & McMaster, 1995). Bajo diferentes disponibilidades de forraje y tratamientos de defoliación, el filocrono muestra un comportamiento variable, respondiendo como una constante (Frank & Hofmann, 1989) o mostrando una variación (Agnusdei et al. 1996). Asimismo, a pesar de que el filocrono es relativamente constante para un determinado genotipo en un determinado ambiente, pueden observarse diferencias entre variedades de una misma especie, así como también existen diferencias entre individuos. Otros factores como la temperatura, vernalización, fotoperíodo, calidad e intensidad de luz, también pueden afectar el filocrono (Lemaire, Cao y Moss, Casal et al., Davies & Thomas, citados por Nabinger, 1997). Estas variaciones necesitan ser conocidas para que este indicador pueda ser usado en las decisiones de manejo o comparación de materiales; y o en estudios de efectos de tratamiento que afecten el crecimiento.

#### **4. Utilización de grupos funcionales para el manejo del campo natural**

El análisis de los procesos morfo genéticos resulta más fácil (o menos complejo) cuando se analizan pasturas monofíticas o mezclas de pocas especies. Pero en un ambiente tan complejo y con una heterogeneidad de especies tan grande como lo es el campo natural de la región, este análisis y la predicción de la respuesta de la comunidad vegetal frente a las decisiones

antrópicas se vuelve más dificultoso. Además, se debe sumar los efectos del clima y la interacción inter especies en las comunidades vegetales. En razón de la importante complejidad de esa flora, es prácticamente imposible cuantificar tales efectos en cada uno de sus componentes específicos. Por lo tanto, es necesario reducir y simplificar el número de especies, agrupándolas por características comunes de respuesta (Nabinger & de Faccio Carvalho, 2009).

Es así que el concepto de grupos funcionales, o sea, el agrupamiento de especies por características morfogénicas, estructurales, fisiológicas y ecológicas similares es de gran utilidad. Según Kleyer (1999) los grupos o tipos funcionales son grupos de especies que presentan un conjunto de atributos similares y demuestran respuestas similares a las alteraciones de factores o procesos del ecosistema, tales como disponibilidad de nutrientes o intensidad de disturbios. El aporte fundamental de la ecología vegetal a través de un enfoque funcional es permitir una lectura simplificada de la vegetación (Theau et al. 2004), donde cada grupo corresponde a un conjunto de especies, que no necesariamente están relacionadas taxonómicamente, pero cumplen la misma función en el ecosistema de la pastura, compartiendo valores en común de atributos biológicos (Albaladejo, 2004). Una razón para enfatizar un enfoque funcional es que los rasgos son genéricos, mientras que las especies y los grupos taxonómicos tienen distribuciones restringidas geográficamente (por ejemplo, Kahmen & Poschlod, 2008), lo que le da fuerza a este enfoque (Schellberg & Pontes, 2012).

Los atributos funcionales de las plantas son herramientas útiles para describir simplemente la capacidad de adaptación de la planta que está compuesta por tres elementos: crecimiento, supervivencia y reproducción que permiten a cualquier especie persistir, acumular recursos y transmitir sus genes a la próxima generación (da Silveira Pontes et al. 2015). Las pasturas naturales presentes en la región Campos son predominantemente compuestas por gramíneas. Estas representan el grupo taxonómico dominante en la biomasa aérea producida en la pastura y constituyen en un orden de 60 a 80 por ciento la masa forrajera total (Quadros et al. 2006). Debido a esto, de cierta manera se justifica la formación y la utilización de una tipología funcional basada en esta familia que permita un mejor manejo del recurso pastoril por parte de los productores y los técnicos.

Cruz et al. (2010) propusieron definir los grupos funcionales de las principales gramíneas presentes en el campo natural en torno a dos atributos foliares: el área foliar específica (AFE) y el contenido de materia seca de las láminas foliares (CMSF). Estos dos atributos foliares representan estrategias de adaptación de las especies a los factores ambientales (fertilidad del suelo, adaptación al pastoreo, etc.) (Garagorry, 2008) y se destacan como atributos fundamentales por su relación con la fisiología de las plantas, como la rápida producción de biomasa y la eficiencia en conservación de nutrientes (Garnier et al. 2001). El AFE indica la prioridad en formar contenido celular de corta duración de vida y el CMSF indica la prioridad en formar tejidos estructurales de larga duración. Consecuentemente el AFE se relaciona con tejidos de rápida producción y

alta degradabilidad ruminal, mientras que el CMSF se relaciona con tejidos longevos y que son más lentamente degradados en el tracto digestivo de los herbívoros. La asociación entre los dos atributos permitió identificar dos grandes grupos de gramíneas: las especies denominadas captadoras de recursos (alta área foliar específica y bajo contenido de materia seca) y las conservadoras de recursos (baja área foliar específica y alto contenido de materia seca) (Quadros et al. 2009; Cruz et al. 2010). De forma general, estos grupos están también asociados a la arquitectura de las plantas. En el primer grupo predominan especies postradas (estoloníferas o rizomatosas), típicas del estrato inferior del campo natural y pudiendo ser manejadas con intervalos entre pastoreos más cortos (Quadros et al. 2011). En el segundo grupo predominan las especies formadoras de matas que integrarían el estrato superior. Para su persistencia exigen intervalos entre pastoreos más largos para expresar su potencial de acumulación, por tener un menor reciclaje de tejidos y nutrientes.

Cuadro 1 – Grupos de tipos funcionales de plantas basados en el contenido de materia seca foliar (CMSF) y área foliar específica (AFE) de hojas de gramíneas predominantes en las pasturas naturales de Rio Grande do Sul, según Quadros et al. (2009).

<b>Grupos</b>	<b>CMSF (g/kg)</b>	<b>AFE (m<sup>2</sup>/kg)</b>	<b>Especies</b>
<b>A</b>	<300	>20	<i>Axonopus affinis</i> , <i>A. argentinus</i> , <i>Dichantelium sabulorum</i> , <i>Paspalum notatum</i> , <i>P.</i> <i>paucifolium</i> , <i>P. pumilum</i>
<b>B</b>	300 a 400	14 a 16	<i>Andropogon lateralis</i> , <i>A.</i> <i>selloanus</i> , <i>A. ternatus</i> , <i>Coelorachis selloana</i> , <i>Paspalum notatum</i> , <i>P.</i> <i>plicatulum</i> , <i>Schizachyrium</i> <i>microstachyum</i> ; <i>S. spicatum</i>
<b>C</b>	400 a 500	8 a 12	<i>Andropogon lateralis</i> , <i>Erianthus</i> spp, <i>Piptochaetium</i> <i>montevidense</i> , <i>Paspalum</i> <i>plicatulum</i> , <i>Piptochaetium stipoides</i> , <i>Sporobolus indicus</i> , <i>Stipa</i> spp
<b>D</b>	>500	<8	<i>Aristida laevis</i> , <i>A. phyllifolia</i> , <i>A.</i> <i>venustula</i> , <i>Erianthus</i> spp, <i>Piptochaetium montevidense</i> , <i>Sorghastrum</i> spp

Las especies clasificadas en los grupos A y B son plantas que presentan bajo contenido de materia seca, alta área foliar específica y menor duración de vida foliar. Estas plantas poseen hábito de crecimiento postrado y forman el estrato inferior, localizado entre matas. Son tolerantes a defoliaciones frecuentes, abundantes en ambientes de mejor fertilidad de suelo y/o disponibilidad hídrica con habilidad de competición por recursos. Poseen valor nutricional más elevado y bajo condiciones de pastoreo

continuo y con un ajuste inadecuado de carga son defoliadas más intensamente (Quadros et al. 2009).

Por otro lado, las especies clasificadas en los grupos C y D son caracterizadas por presentar mayor contenido de materia seca, menor AFE y mayor duración de vida de hoja. Son las especies cespitosas, conocidas como conservadoras de recursos, formadoras de matas que acumulan grandes cantidades de material muerto y senescente en determinadas épocas de año. Estas plantas son las que componen el estrato superior, normalmente se encuentran en ambientes marginales y menos fértiles (Cruz et al. 2010). Pasturas dominadas por estos grupos serían recomendadas someterlas a pastoreos aliviados y selectivos. En áreas de pastoreo continuo con altas cargas y sin ajuste de la misma las plantas de estos grupos tienden a ser suprimidas o a reducir mucho su frecuencia por la menor capacidad competitiva en relación a la presión de pastoreo (Quadros et al. 2009). Pero si son utilizadas en intensidades de pastoreo muy bajas, las especies de hábito cespitoso son beneficiadas, aumentando en proporción, biomasa y altura, llevando al sombreado de las especies de estrato inferior por ser mejores competidoras por luz. Esto lleva a una disminución de la frecuencia de las especies de hábito postrado, causando pérdida de diversidad florística y funcional (Boldrini, 2009).

## **5. Manejo de pasturas bajo pastoreo rotativo**

El manejo de pastoreo debería tener como objetivo mantener las condiciones ideales para que la pastura produzca el máximo de forraje con el mínimo de pérdidas de los recursos naturales, favoreciendo a la vez el mejor comportamiento animal (Carámbula, 1996). De manera semejante, Riewe (1980) plantea que el objetivo del manejo del pastoreo es aportar la cantidad y calidad del forraje que se necesita para la producción que se intenta, o sea proveer la cantidad y calidad del forraje que requiere cierto desempeño en cierto tipo de animal.

Los posibles manejos de la pastura pueden tener influencia considerable sobre la composición botánica, rendimiento y calidad del forraje. Aunque al implementar un manejo el rendimiento es importante, no se lo debe priorizar sobre otros aspectos de la productividad, dado que el rendimiento alto puede ser un beneficio a corto plazo obtenido a expensas de la supervivencia de las plantas valiosas, o también de la calidad del forraje (Hunt, 1969). Es decir, el manejo del pastoreo debe contemplar tanto la producción primaria por parte de la pastura y la eventual cosecha por parte de los animales buscando un equilibrio entre los dos factores. El proceso del pastoreo implica la reducción del área foliar más activa fotosintéticamente (hojas nuevas), lo que reduce la absorción de la radiación fotosintéticamente activa y por lo tanto la capacidad de producir carbohidratos. Es así que el pastoreo severo asegura la cosecha eficiente del forraje, pero en ocasiones, puede reducir la producción de forraje al minimizar la subsiguiente captación de energía lumínica. En cambio, el pastoreo liviano maximiza la producción primaria, pero a costa de que un porcentaje elevado de biomasa senesca y muera en lugar de ser consumido por los animales (Colabelli et al. 1998). El manejo óptimo de la defoliación

resulta, entonces, del compromiso entre la necesidad de retener área foliar para fotosintetizar (forraje no cosechado), y la necesidad de remover el tejido foliar antes de que una alta proporción caiga en senescencia (Parsons, 1988).

Una manera de gestionar las pasturas es a través de los métodos de pastoreo. Según Laca (2009) los métodos de pastoreo son una organización temporal específica de densidades animales para cada área de pastura dentro de un sistema de pastoreo. Esto determina la frecuencia e intensidad con que la comunidad de plantas es pastoreada (Lemaire & Chapman, 1996). Dentro de los sistemas de pastoreo, los sistemas de pastoreo rotativo son aquellos que luego que los animales realizan la defoliación permiten a la pastura descansar por un período de tiempo lo suficientemente largo como para que las plantas recuperen sus reservas y puedan volver a rebrotar (Smetham, 1981; Carámbula, 1996). Los periodos de no pastoreo dentro del sistema proporcionan la oportunidad a las plantas a reconstruir el área fotosintética, recomponer los carbohidratos de reservas utilizados en las primeras etapas del rebrote y mantener sistemas radicales vigorosos (Walton, citado por Vallentine, 1990). La principal finalidad de este método de pastoreo es utilizar la pastura en el momento que ésta alcanza un equilibrio adecuado entre un alto rendimiento de materia seca por hectárea y un máximo valor nutritivo (Carámbula, 1996). Llevado a la práctica consiste en subdividir un campo o potrero en varias parcelas que serán pastoreadas sistemáticamente de modo que mientras una parcela es pastoreada las demás descansan.

Los días de pastoreo y de descanso, o sea la frecuencia de turnos de pastoreo, no deberían ser definidos en forma concisa y varían de acuerdo con las condiciones ambientales y con la estación del año (Carámbula, 1996). Tiempos de descansos extremadamente cortos pueden determinar una disminución del nivel de reservas y el peso de las raíces que origina menor producción de forraje y rebrotes más lentos (Formoso, 2000). Asimismo, períodos de descanso demasiado largos tienen efectos perjudiciales sobre la pastura, conllevando pérdidas en cantidad y en calidad (Silva & Nascimento Jr., 2007). La falta de luz en la base de los macollos disminuye el macollaje, y las hojas viejas residuales son fotosintéticamente menos activas. El sombreado que realizan los pastos altos puede disminuir la frecuencia de las especies estoloníferas (gramillas) y leguminosas presentes, con lo que el tapiz tiende a abrirse y perder densidad, siendo ocupados los espacios libres por malezas de mediano porte (Methol, 1989). Es por esto que a lo largo de los años se ha tratado de generar estrategias de pastoreo rotativo teniendo como objetivo mejorar la eficiencia de la cosecha, limitar el pastoreo en parches, mejorar la adquisición y utilización de nutrientes y mejorar la capacidad de manejo para controlar la frecuencia e intensidad del pastoreo (Stuth & Maraschin, 2000).

En general, el pastoreo rotativo implica oportunidades menores para seleccionar el forraje por parte de los animales (lo cual significa menor productividad individual) y mayores oportunidades para poder realizar una cosecha extremadamente eficiente del forraje (lo cual significa altos niveles de productividad por hectárea). Un aspecto importante que no debe

olvidarse y es que las ventajas del pastoreo rotativo serán tanto menores cuanto más bajas sea la productividad y el valor nutritivo de la pastura. A pesar de esto, el pastoreo rotativo puede ser muy útil para manejar potreros de campo natural dominados por pastos duros. Con este sistema se trata de arrasar la pastura, lo cual no solo evitará un pastoreo selectivo, sino que podrá favorecer a las especies tiernas y finas (Carámbula, 1977).

Según Valles et al. (2010) a través del pastoreo rotativo intensivo con tiempos variables de ocupación y de recuperación de las sub divisiones, se puede lograr una mayor biodiversidad, poco o nulo suelo descubierto y una mejor calidad nutritiva del forraje. Con este sistema de pastoreo se pretende que los animales aprovechen íntegramente y al máximo la vegetación de la pradera. El tiempo de permanencia del ganado en cada división y el tiempo que esta dispondrá para recuperarse depende del crecimiento de la pastura. Los cambios frecuentes se realizarán cuando haya crecimiento rápido y estos serán menos frecuente con crecimiento lento, lo cual solo es posible con un número grande de divisiones. Lo anterior hace necesario que se conozca el crecimiento estacional de la vegetación, así como las relaciones entre el forraje producido y el número de animales mantenidos en la pastura con el fin de ajustar estacionalmente los tiempos de pastoreo y recuperación de cada división, así como ajustar también la capacidad de carga de la misma.

Los ensayos que han pretendido comparar la producción animal entre pastoreo continuo y rotativo han dado resultados contradictorios (Evans & Williams, 1982; Escuder, 1997), el pastoreo rotativo resultaría mejor con respecto al continuo frente a alguna de las siguientes situaciones: altas dotaciones, épocas de bajo crecimiento forrajero como invierno o veranos muy secos, pasturas compuesta por especies que no toleran la defoliación muy frecuente o muy severa (Carámbula, 1996). Pastoreos continuos con baja carga, con especies forrajeras bien adaptadas a las defoliaciones frecuentes o en períodos de gran crecimiento forrajero no presentarían desventaja frente a los sistemas rotativos. Es por esto que al momento de implementar un método de pastoreo es de vital importancia tener en cuenta la composición botánica de la pastura y la época del año. De manera general, los resultados de investigación señalan que en pastoreo continuo se obtienen mayores ganancias diarias mientras que en pastoreo rotativo las pasturas aceptarían una mayor carga animal. Al evaluar los pastoreos continuo y rotativo en condiciones similares de oferta de forraje y de nutrientes en la pastura, no se han encontrado diferencias significativas con respecto a la producción animal. Más allá del método de pastoreo, la carga animal es la variable que influye de forma más determinante en las respuestas productivas (Barreto, 1976).

Posteriormente Briske et al. (2008) realizaron una amplia revisión de experimentos que comparaban pastoreo rotativo frente a pastoreo continuo en pasturas naturales. Con respecto a la producción vegetal, de los 23 experimentos revisados en 20 (87 %) la producción fue igual o superior en pastoreo continuo y similarmente con respecto a la producción animal en el 92% de los experimentos (35 de 38). Con relación a la producción por área, en 84 % (27 de 32) de los experimentos revisados se encontró una

diferencia a favor del pastoreo continuo. Analizando los resultados de los diversos experimentos, los autores evidencian que independiente del método de pastoreo, lo que determina la respuesta animal es la frecuencia/intensidad del pastoreo. Existe una gran disparidad en el ajuste de esta variable en los experimentos revisados, lo que dificulta la comparación entre los métodos. Además, los autores afirman que la variabilidad de las respuestas primarias y secundarias está asociada a los efectos ambientales.

En contrapunto, Teague et al. (2013) afirman que la gran mayoría de los experimentos contemplados por Briske et al. (2008) no consideraron criterios fisiológicos de las plantas y/o comunidades para controlar el período de descanso de los potreros y en su gran mayoría utilizaron intervalos fijos de descanso, además de no realizar ajuste de carga. Las frecuencias de pastoreo utilizadas no necesariamente deben ser fijas, ya que como se mencionó, la tasa de morfogénesis se determina por las condiciones ambientales, principalmente por la temperatura. Al utilizar una frecuencia de pastoreo fija pueden ocurrir utilizaciones incorrectas de la pastura por pérdidas por senescencia en condiciones favorables y sobrepastoreo en condiciones desfavorables para el crecimiento de la pastura (Nabinger, 1997). La determinación de la vida útil de hoja para cada especie reviste gran importancia para realizar un control objetivo de la defoliación y de esta manera optimizar el equilibrio entre la producción de forraje y su eficiencia de utilización (Lemaire et al. 2009). Informaciones como duración de la vida de la hoja, tasa de surgimiento foliar, número de hojas verdes, filocrono (ligadas a la morfogénesis) pueden servir para definir el tiempo de descanso en pastoreo rotativo (Carvalho, 2011).

Una alternativa que surgió de los estudios de ecofisiología de plantas forrajeras en regiones subtropicales es el uso de la duración de la elongación foliar (DEF) como un nuevo criterio para definir el intervalo de descanso entre pastoreos. La propuesta considera que mientras la lámina foliar se encuentra en elongación, es más eficiente fotosintéticamente y mantiene alto su valor nutricional, tanto en especies C3 como C4 (Confortin et al. 2010; Eloy et al. 2014). Sin embargo, el DEF es más utilizado en pasturas monofíticas (Lattanzi, 1998; Gonçalves & Quadros, 2003; Pedroso et al. 2009) o con pocas especies ya que se considera que es más simple su implementación. ¿Pero qué sucede cuando hay que considerar una gran cantidad de especies en pasturas tan heterogéneas como el campo natural?

Con respecto a esto, Nabinger (1996) expone que, bajo condiciones de pastoreo rotativo en campo natural, el filocrono y la duración de la vida de las hojas son características morfogénicas asociadas e importantes en la toma de decisión de prácticas de manejo eficientes y que definen defoliaciones más o menos frecuentes. Por lo tanto, la utilización eficiente del forraje bajo corte o pastoreo intermitente, debe pasar necesariamente por la regulación precisa de los periodos de descanso entre cosechas sucesivas. Con ello se logra maximizar el potencial de crecimiento de las pasturas, se evitan las pérdidas de tejido vegetal por senescencia y descomposición y se maximiza la calidad nutritiva del forraje cosechado (Mazzanti, 1993).

En la región “Campos” son pocos los trabajos a largo plazo que exploran el potencial del pastoreo rotativo en pasturas naturales. En Uruguay, Millot et al. (1989) fueron los encargados de establecer dos experiencias en distintos tipos de suelos (basalto y sedimentos cretácicos) en las cuales se definieron cuatro períodos fijos de descanso entre pastoreos (20, 40, 60 y 80 días respectivamente). Los principales objetivos establecidos eran: los períodos de ocupación eran cortos (uno a cuatro días según época y tratamiento) y se realizaban con altas cargas instantáneas (aproximadamente 80 UG/ha) y relación lanar: vacuno = 2. Una síntesis de los resultados obtenidos fue realizada por Saldanha (2005) en el marco de la Serie Técnica número 151 de INIA – Uruguay.

Estudios de más de nueve años (Berretta, 1996) sobre comunidades basálticas, considerando dotaciones, manejos (pastoreo continuo y rotativo con 30 días de ocupación y 60 de descanso), así como relaciones lanar/vacuno, permiten concluir que: a) la incorporación de descansos, por cambio del pastoreo continuo a rotativo, resulta en un aumento del 10% en la producción de forraje; b) el aumento de dotación, manteniendo el pastoreo continuo, provoca cambios desfavorables en la vegetación, con incremento de las hierbas enanas y pastos postrados y c) el aumento de dotación y de la relación lanar/vacuno, con pastoreo continuo, resulta en un 12% de disminución en la producción de forraje y degradación de la vegetación, con pérdidas de especies productivas (Montossi et al. 1998).

En otros países de la región, como Brasil, el grupo de investigación coordinado por Fernando de Quadros en la UFSM (Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul) ha evaluado técnicas de pastoreo rotativo en campo natural utilizando como base atributos morfo genéticos de gramíneas nativas agrupadas en tipos funcionales (Cruz et al. 2010). Este manejo consiste en utilizar la pastura natural respetando las características eco fisiológicas de las plantas y con esto alcanzar la máxima eficiencia en los procesos de crecimiento del forraje y cosecha por parte de los animales. El grupo técnico del LEPAN (Laboratório de Ecologia de Pastagens Naturais) de la UFSM propone que las características de la expansión de las hojas de algunas gramíneas predominantes en los campos nativos de Rio Grande do Sul puedan servir de base para la definición del intervalo de descanso de un potrero. Las gramíneas emiten nuevas hojas en secuencia; mientras que algunas hojas más antiguas se vuelven senescentes e inactivas, otras más jóvenes están expandiendo sus láminas o ya están completamente expandidas. La superficie foliar activa de una planta es crucial para que la energía fijada por la fotosíntesis sea suficiente para el mantenimiento de la planta y para la producción de nuevos tejidos (crecimiento).

El efecto del pastoreo sobre la composición y la diversidad de especies de los pastizales sigue siendo controvertido, pero hay una creciente aceptación de que los tipos funcionales de las plantas pueden predecir los procesos de los ecosistemas de los pastizales (Díaz et al. 2001; McIntyre & Lavorel, 2001). La propuesta de utilización de criterios morfogénicos para determinar intervalos de descanso en las pasturas naturales pretende identificar la posibilidad de aumentar la eficiencia de cosecha de la misma (Quadros et al., 2011). El uso de la duración de vida de

las hojas, como criterio de intervalo entre pastoreos, ha sido recomendado por permitir mantener el índice de área foliar más cercano a la máxima eficiencia de intercepción luminosa y máxima tasa de crecimiento (Silva & Nascimento Jr. 2007). Sin embargo, este criterio, a pesar de permitir alcanzar la máxima acumulación de forraje entre pastoreos, reduce la calidad del material ofrecido y sobrepasa el punto en que las tasas de expansión de nuevos órganos de la planta son óptimas. La alternativa podría ser la utilización de la duración de expansión foliar, como criterio para los períodos de descanso recomendables (Confortin et al. 2010). Con estos indicadores sería posible conciliar las recomendaciones clásicas de Voisin et al. (1974) y de sus seguidores (Pinheiro Machado, 2004; Lenzi et al. 2009), en cuanto al llamado "tiempo óptimo de reposo", haciendo de ese intervalo un criterio objetivo y científico y dejando de lado la subjetividad del gestor de las pasturas. De acuerdo al manejo planteado en base a los grupos funcionales de gramíneas y sus atributos foliares, el pastoreo rotativo sería el método de pastoreo de elección debido a la posibilidad de realizar un control más ajustado sobre la duración y frecuencia de la defoliación de las plantas.

## **6. Comportamiento ingestivo de bovinos en pasturas naturales**

Los estudios de comportamiento ingestivo de bovinos en pastoreo generalmente buscan analizar la interacción entre planta-animal con la finalidad de responder cuestionamientos relacionados a la nutrición animal, ecofisiología de los pastos y los impactos sobre el desempeño animal (Forbes, 2007). Durante el proceso de pastoreo, los animales continuamente están realizando decisiones en relación a que, donde y cuanto comer (Hengeveld, 2007) y se ven en el desafío de obtener, del pasto, alimento para atender sus requerimientos nutricionales (Carvalho et al. 2009). En cuanto a este proceso, los herbívoros desarrollaron, a lo largo del histórico evolutivo (Belovsky et al. 1999), estrategias de pastoreo que pueden servir de descriptores conductuales de eventuales desequilibrios alimentarios (Carvalho et al. 2006), posibilitando identificar los limitantes de la producción animal a pastoreo.

La estructura de la pastura es una característica central tanto para el crecimiento y la dinámica de la vegetación como para el comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo, determinando el desempeño animal (Nabinger & de Faccio Carvalho, 2009). Desde el punto de vista morfogénico, la estructura es el resultado de la dinámica del crecimiento de las partes de la planta en el espacio (Carvalho et al. 2001), actividad que está directamente relacionada a sus características genéticas (Nabinger & Pontes, 2001). La expresión de estas es regulada por la disponibilidad de factores de crecimiento en el ambiente pastoril y por el manejo. Dentro de estas características tal vez las principales sean la altura del dosel, la masa de forraje, la densidad en los diferentes estratos y la distribución de las láminas foliares en el espacio, o sea, la forma como la pastura es presentada al animal. Además de presentarse disponible en diferentes formas, es responsable de la cantidad de nutrientes ingeridos por los animales, siendo que un adecuado manejo de la estructura puede potenciar las acciones de pastoreo (Carvalho et al. 2001). En algunos casos la

estructura en que se encuentra la pastura puede ser una limitante para la producción animal y además de limitar el consumo, el pastoreo mal gestionado puede causar degradación e insostenibilidad del tapiz (Jacques, 2003).

En ambientes pastoriles heterogéneos (tales como los pastizales naturales de la región) los animales tienen a su disposición una amplia gama de variaciones de masa de forraje y altura (Laca et al. 1993). Para explorar esta heterogeneidad son utilizadas estrategias comportamentales de acuerdo con las variaciones encontradas en la estructura de la pastura (Laca & Demment, 1991). La heterogeneidad de la pastura induce alteraciones en el comportamiento del pastoreo, principalmente debido a la alta variabilidad estructural (Carvalho et al. 2009), donde los animales necesitan encontrar y acceder a sus alimentos para satisfacer sus requerimientos de materia seca y consumo nutricional. Estos se desplazan de forma lenta y permaneciendo más tiempo en los parches ricos en nutrientes, mientras que en los parches más pobres en términos de nutrientes lo realizan de forma más rápida y se mantienen en ellos poco tiempo (Bailey & Provenza, 2008), aumentando de esta manera la selectividad dentro de este ambiente (Gregorini et al. 2008). Es así que la selección de estos parches, sitios y estaciones alimentares pueden aumentar considerablemente el tiempo que dedica el animal al desplazamiento y la distancia total durante la actividad de pastoreo (Stuth, 1991) aumentando de esta manera los requerimientos de mantenimiento.

En la mayoría de los estudios sobre comportamiento de bovinos en pastoreo, se concluye que los mismos gastan en promedio entre 90% y 95% del período del día expresando tres comportamientos básicos: pastoreo, rumia y ocio (cualquier actividad que no sea ninguna de las dos anteriores), siendo que la rutina de alimentación está muy bien definida, aunque puede variar con la disponibilidad de forraje (Kilgour, 2012). En condiciones de pastoreo el consumo puede ser expresado como el producto de la tasa de consumo (gramos/minuto) y el tiempo de pastoreo efectivo (minutos). La tasa de consumo, a su vez, puede ser descompuesta como el producto entre tasa de bocados (bocados/minuto) y el peso de cada bocado individual (gramos) (Alden & Whittaker, 1970). Según Pinto (2003), estos componentes presentan una gran variación, afectados tanto por componentes climáticos como inherentes a la pastura y al animal. La disponibilidad de materia seca afecta la proporción de material que puede ser cosechado por el animal, el grado de selectividad y el consumo, afectando el desempeño animal.

El estudio del comportamiento ingestivo de los animales nos permite analizar de otra manera la productividad animal. Los animales demuestran a través de su comportamiento cuando se encuentran en un ambiente adecuado o estresante para la cosecha de forraje (Carvalho & Moraes, 2005). De esta manera, la observación y comprensión del comportamiento debe ser visto como una herramienta de gestión para implementar estrategias de manejo que tengan como objetivo optimizar la producción animal a través del proceso de pastoreo con el fin de respetar el bienestar animal.

Las estrategias llevadas a cabo por los animales que pastorean en pastizales naturales todavía no están suficientemente dilucidadas (Pinto et al. 2007), principalmente en el método de pastoreo rotativo, y los estudios que consideran el impacto de pastoreo en recursos naturales y viceversa podrían convertirse en herramientas importantes para el manejo de animales en estos ambientes pastoriles. En este mismo sentido, sería importante desarrollar medidas de manejo que permitan la construcción de estructuras a nivel de la pastura que no fueran limitantes para el consumo animal, alcanzando altas tasas de ingestión de forraje en poco tiempo y permitiendo una rápida recuperación de la pastura.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

La producción ganadera de la región ha tenido históricamente bajos índices productivos, explicados entre otras cosas por la poca adopción de tecnologías de procesos disponibles por parte de los productores. Esto conlleva a que no se alcance el verdadero potencial biológico de las pasturas naturales, que es donde se realiza en gran mayoría la actividad de cría vacuna. Con menor superficie ganadera, la competitividad del sector pasa por la intensificación sostenible del mismo.

Es en este contexto que surge la necesidad de generar nuevas alternativas tecnológicas para utilizar de forma más eficiente y rentable este recurso pastoril y que a su vez sean sustentables ambientalmente y de fácil adopción por parte de los productores. Consiguiendo a través de su usufructo un producto diferenciado como es la carne vacuna producida sobre estas pasturas. Teniendo en cuenta la marcada estacionalidad de los tapices naturales de la región sería interesante diagramar estrategias para capitalizar dicha producción de forraje de la mejor manera posible.

Una medida de manejo de intensificación de los sistemas criadores de alto impacto es reducir la edad al primer servicio de sus hembras de reposición. Esto permitiría acortar el período en el que el animal se encuentra en la categoría de recria, obtener más terneros por vaca a lo largo de su vida y alargar la vida productiva del vientre. La etapa de recria es de suma importancia, pues cometer errores durante la misma puede comprometer el futuro reproductivo de las vaquillonas. Diferentes estrategias se han tomado hacia lograr este objetivo (genéticas, nutricionales, de manejo, sanitarias). Un aspecto principal a tener en cuenta es que hay que adecuar el manejo nutricional para que las vaquillonas lleguen al peso y desarrollo sexual como para que estén ciclando y sean fértiles al servicio. Como "peso objetivo", diferentes autores indican que la vaquillona debería pesar al momento de su primer servicio un 65 por ciento del peso adulto correspondiente a su raza o biotipo (Mossman & Handly, 1977; Kunkle et al. 2002; Barcellos et al. 2003). Como la gran mayoría de la actividad de cría se realiza sobre los campos naturales del país, es pertinente tratar de utilizar este recurso forrajero de la forma más eficiente, desde el punto de vista productivo y de la biodiversidad.

Dentro de la investigación sobre campo natural en el país y en la región, existe poca información disponible sobre el potencial y/o los efectos que presenta el pastoreo rotativo con intervalos de descansos basados en el

número de hojas expandidas sobre pasturas naturales. El grupo técnico del LEPAN (Laboratório de Ecologia de Pastagens Naturais) de la UFSM propone que las características de la expansión de las hojas de algunas gramíneas predominantes en los campos nativos de Rio Grande do Sul puedan servir de base para la definición del intervalo de descanso de un potrero. Las gramíneas emiten nuevas hojas en secuencia; mientras que algunas hojas más antiguas se vuelven senescentes e inactivas, otras más jóvenes están expandiendo sus láminas o ya están completamente expandidas. La superficie foliar activa de una planta es crucial para que la energía fijada por la fotosíntesis sea suficiente para el mantenimiento de la planta y para la producción de nuevos tejidos (crecimiento). Los resultados obtenidos a los largos de los años utilizando los intervalos de pastoreo son presentados en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Histórico de producción animal (carga, ganancia diaria y producción por área) obtenida en la estación de crecimiento de primavera/verano (Setiembre a abril) (156 a 210 días) en la región central de Rio Grande do Sul (adaptado de Quadros et al, 2011; Barbieri et al, 2014 y datos no publicados).**

Años	Intervalos (GD)	Carga instantánea (kg de PV/ha)	Carga media (kg de PV/ha)	Ganancia diaria (kg/día)	Producción por área (kg/ha)
2010/2011	375	5888	1962	0,28 <sup>a</sup>	565 <sup>a</sup>
	750	7920	1979	0,18 <sup>b</sup>	283 <sup>b</sup>
2011/2012	375	3006	859	0,41 <sup>a</sup>	283 <sup>a</sup>
	750	3570	892	0,31 <sup>b</sup>	226 <sup>b</sup>
2012/2013	375	3204	915	0,30 <sup>a</sup>	187
	750	4271	1068	0,25 <sup>b</sup>	195
2013/2014	375	3848	1306	0,30 <sup>a</sup>	370 <sup>a</sup>
	750	4658	1348	0,22 <sup>b</sup>	277 <sup>b</sup>
2014/2015 *	375	1268	362	0,08	44
	750	1503	376	0,11	59
2015/2016	375	3270	1090	0,31	296
	750	4270	1180	0,30	291
<b>Medias ajustadas</b>		4328	1227	0,27	283

\*Animales intoxicados por *Senecio spp.* en el establecimiento de origen, datos no incluidos en el cálculo de las medias.

Letras diferentes en las columnas indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) dentro de cada año.

En virtud de la poca información disponible sobre el pastoreo rotativo planteado, este trabajo pretende aportar información acerca de cómo esta propuesta de manejo influye sobre el desarrollo y desempeño de hembras bovinas de reposición. Además, tratará de establecer los principales efectos que tienen los diferentes intervalos de pastoreo sobre la estructura del tapiz natural y como afectan a la calidad nutritiva de las pasturas. Es de especial relevancia el aporte de esta investigación a la producción agropecuaria, específicamente a la producción cárnica. Es necesario generar información sobre la gestión del forraje del campo natural para lograr una recria eficiente de vaquillonas de razas carniceras, en las condiciones de producción de nuestro país como forma de optimización de los recursos disponibles. Por otro lado, la información obtenida podría aplicarse a los demás países que están incluidos en la Región "Campos".

## Hipótesis

Las vaquillonas que se encuentran pastoreando en el intervalo más corto de pastoreo presentarán un desarrollo corporal más precoz y mejor comportamiento productivo que las que se encuentran en el intervalo más largo.

## Objetivo general

Evaluar si existen diferencias en el desarrollo y comportamiento productivo de hembras bovinas, en función de posibles modificaciones en la estructura del campo natural manejado con dos intervalos de pastoreo rotativo durante el período de primavera-verano.

## Objetivos específicos

Evaluar si los intervalos de descanso entre pastoreos planteados afectan:

- El aumento de peso vivo y crecimiento de los animales.
- El comportamiento ingestivo y el consumo de los animales.
- Las características estructurales y cualitativas de las pasturas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Localización y área experimental

El experimento se realizó en un área de campo natural, con estructura de doble estrato (es decir, una asociación de especies de gramíneas formadoras de matas o postradas), ubicada en la Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), en la región de Depressão Central (29 '43 ' 30 "S, 53°45'33" W). El clima es subtropical húmedo (Cfa), con una temperatura media de 19,2 ° C y una precipitación media anual de 1770 mm<sup>3</sup>. Los suelos en el área experimental se clasifican como Ultisoil y Hapludalf en la posición topográfica del relieve de pendiente superior y baja, respectivamente.

El ensayo se llevó a cabo desde el 29 de septiembre de 2016 al 3 de marzo de 2017, totalizando 155 días consecutivos y divididos en 5 períodos de aproximadamente 28 días cada uno. El primer período fue del 29 de setiembre al 27 de octubre, el segundo del 27 de octubre al 24 de noviembre, el tercero del 24 de noviembre al 22 de diciembre, el cuarto del 22 de diciembre al 25 de enero y el quinto y último período del 25 de enero al 03 de marzo.

El área experimental posee una cobertura vegetal característica de las pasturas naturales de la región de Depressão Central con predominancia de gramíneas. Previamente se realizó relevamiento botánico y se estimó contribución a la biomasa de cada especie utilizando la técnica BOTANAL (Tothill et al. 1992), siendo los principales resultados: *Andropogon lateralis* (37%), *Aristida laevis* (14%), *Saccharum trinii* (6%), *Shorgastrum nutans* (6%), *Paspalum plicatulum* (3%), *Axonopus affinis* (6%), *Paspalum notatum*

(9%); especies de la familia Umbelliferae, como *Eringium horridum* (3%), y 16% representando otras familias (cada una representando menos del 1%). En total fueron documentadas 117 especies, perteneciendo a 33 géneros diferentes (Seibert, 2015).

El área total utilizada fue de aproximadamente 23 ha con perímetro externo provisto de alambrado permanente, las cuales fueron subdivididas con alambrado eléctrico en 45 piquetes de 0,5 ha cada uno. Cada uno de estos piquetes contaba con bebederos automáticos. Además, el área fue dividida en tres repeticiones para de esa manera contemplar los tres tipos de relieves presentes (alto, ladera y bajo). Los tratamientos 375 GD y 750 GD fueron compuestos por siete y ocho piquetes por repetición, respectivamente. La división de los potreros en ese número fue realizada con el objetivo de que fuese posible alcanzar los intervalos de descanso estipulados manteniendo por lo menos tres animales test durante toda la rotación, sin que hubiese necesidad de utilizar períodos de ocupación muy largos. Los datos climáticos se obtuvieron desde el Instituto Nacional de Meteorología (INMET), en la estación meteorológica automática de Santa María, RS, a tres km del área experimental (Figura 3).

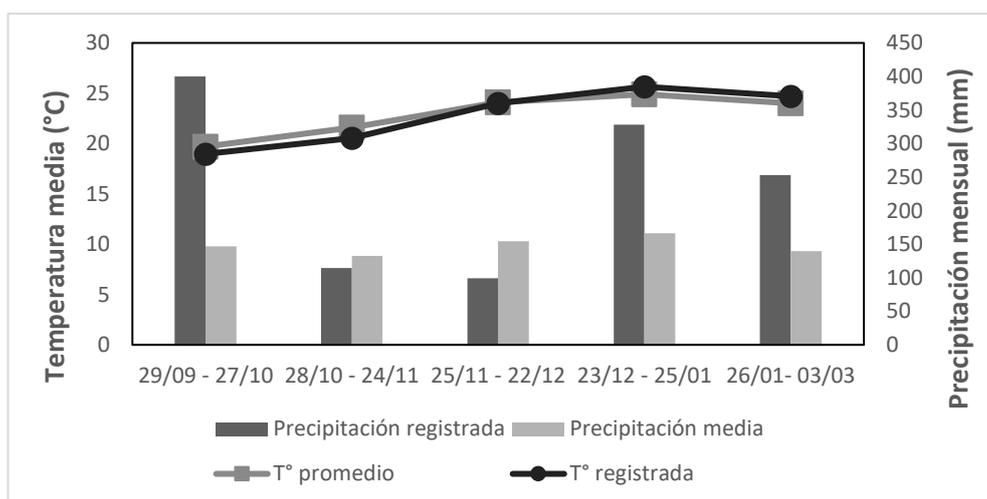


Figura 3. Promedios históricos de temperatura y precipitaciones mensuales y registrados durante el experimento. Datos de INMET (Santa María, RS, Brasil).

## 2. Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental utilizado fue de bloques aleatorizados, con dos tratamientos y tres repeticiones de área. El criterio de bloque fue la topografía, con repeticiones en las áreas de alto, ladera y bajo.

Los tratamientos evaluados fueron dos sistemas de pastoreos rotativos con diferentes intervalos de descanso definidos por sumas térmicas: i) 375 y ii) 750 grados-día (GD). El primer tratamiento definió el intervalo en base a la suma térmica necesaria para la elongación de 2,5 hojas en promedio de las especies perteneciente a los grupos funcionales A y B (Quadros et al. 2006), con filocrono de 150 GD (Eggers et al. 2004; Machado et al. 2013), mientras que el segundo tratamiento correspondiente al intervalo de 750 GD representa la duración de elongación de 2,2 hojas de las especies cespitosas de los grupos funcionales C y D (Quadros et al. 2006), tales

como: *Aristida laevis* y *Saccharum angustifolium*, con filocrono de 333 GD (Machado et al. 2013; Confortin et al. 2017).

### **3. Producción animal**

#### **3.1 Animales y manejo del pastoreo**

El ensayo fue aprobado por la Comisión de Ética en el Uso de Animales (CEUA) de la Facultad de Veterinaria - Universidad de la República (protocolo número 157) y se llevó a cabo de acuerdo con el Código de Prácticas de uso de animales en experimentos.

Se utilizaron 33 vaquillonas de raza Braford con una edad media inicial de  $12 \pm 0,5$  meses y un peso inicial medio de  $212 \pm 47,9$  kilogramos. Los animales correspondían al rodeo de cría perteneciente al Colegio Politécnico de la UFSM, habiendo sido recriados sobre campo natural. Los animales fueron distribuidos al inicio en seis grupos de manera que el peso total de cada grupo sea similar. El control sanitario (ecto y endoparásitos) de los animales fue realizado previo al ingreso al área experimental y cuando se consideró necesario (exceptuando enero y febrero, meses en los que se realizó un ensayo concomitante para evaluar eficiencia de principios activos frente a *Rhipicephalus microplus*). Además de vacunación correspondiente a refuerzo semestral de clostridiosis (noviembre de 2016) y aftosa (febrero de 2017).

El tiempo de ocupación de cada piquete se determinó en función de los intervalos entre pastoreos, conforme la fórmula abajo presentada:

$$\text{Ocupación (días)} = \frac{\text{Intervalo (GD)}}{\text{N}^{\circ} \text{ piquetes} - 1 \text{ (piquete en ocupación)}}$$

Ambos tratamientos se manejaron con ajuste de carga variable con animales reguladores de la misma edad y sexo (Mott & Lucas, 1952) con método de pastoreo rotativo. El ajuste de la carga animal se realizó al inicio de cada intervalo de pastoreo según la metodología descrita por Heringer & Carvalho (2002) mediante el uso de la tasa de desaparición de forraje. A modo de ejemplo se detalla a continuación como se realiza el ajuste:

*Para valores de masa de forraje de 3000 kg de MS/ha, dejando un remanente de 1000 kg de MS/ha y utilizando una tasa de desaparición del 4,5 por ciento del PV sobre la masa de láminas foliares (38 por ciento):*

$$\begin{aligned} \text{Ajuste de carga} &= ((3000 - 1000) * 0,38) / 3 / 0,045 \\ &= (253,3) / 2 \text{ (área piquete } 0,5 \text{ ha)} = 2814,8 \text{ kg PV/ha.} \end{aligned}$$

Considerando que el período de permanencia en el potrero no sobrepasó una semana, la contribución de tasa de acumulación es escasa y se utilizaron valores medios de tasa de acumulación diaria de biomasa de la pastura y pérdidas de forraje registrados en experimentos anteriores realizados en la misma área en el mismo período del ciclo productivo de las pasturas (Garagorry, 2012; Barbieri et al. 2014; Kuintchner et al. 2018).

Se seleccionó un piquete por repetición que representó la amplitud de biomasa para ser el piquete representativo. En este piquete se realizaron las evaluaciones referentes a masa y estructura del forraje que luego eran extrapoladas a los piquetes subsecuentes.

### 3.2 Peso, escore corporal y medidas morfométricas de los animales

Los animales fueron pesados aproximadamente cada 28 días. Se respetó un ayuno previo de sólidos y líquidos de 12 horas. En la primera y última pesada del período experimental, los animales fueron sometidos a una evaluación subjetiva de puntuación del estado corporal, conforme adaptación de la metodología propuesta por Lowman et al. (1976), considerando una escala de 1 (muy delgado) a 5 (muy gordo). También en el mismo momento se tomaron las medidas morfométricas pertinentes: perímetro torácico y altura a la cadera. Además, se calculó la relación peso/altura a la cadera.

### 3.3 Ganancia media diaria

Se obtuvo mediante la diferencia de peso de los animales “tests” entre los pesajes, dividido por el número de días del período.

### 3.4 Carga animal media e instantánea

La carga media instantánea (carga animal durante los días de pastoreo en las subdivisiones de 0,5 ha) se ajustó tomando en cuenta la proporción de hojas en la pastura, de manera que la dotación animal pudiera remover 70% de la masa de hojas y mantener un remanente de 1000 kg de MS/ha como se explicó anteriormente. La carga animal media (CAM) fue calculada dividiendo la carga instantánea por todos los potreros de los tratamientos (3,5 o 4,0 ha, respectivamente).

### 3.5 Producción de peso vivo por hectárea

Dividiendo la carga animal media (CAM) por el peso medio de los animales en cada tratamiento se obtuvo el número medio de animales por hectárea. Se multiplicó este valor por la GMD de los animales y por el número de días de pastoreo se estimó la producción animal (GPV), en kg de PV/ha.

## **4. Parámetros de las pasturas**

### 4.1 Masa, altura de forraje, frecuencia de matas y proporción de forraje verde

La biomasa de forraje disponible previa al pastoreo fue estimada a través de la técnica de comparación visual en base a patrones, calibrada con doble muestreo (Haydock & Shaw, 1975), con treinta estimaciones visuales y nueve cortes al ras del suelo, utilizando un cuadro de 0,25 m<sup>2</sup>. En cada uno de los cuadros de las 30 estimaciones, se midieron tres alturas de dosel utilizando una regla graduada en cm, se clasificaron de acuerdo con la estructura (mata o estrato inferior) y se determinó la proporción de forraje verde de acuerdo a Jaurena et al (2018). La frecuencia de matas se calculó

dividiendo el número de muestras clasificadas como matas en cada evaluación, dividido por el número de estimaciones realizadas (30).

#### 4.2 Tasa de acumulación diaria de biomasa

Es el crecimiento diario de la pastura, expresado en kg de MS/ha/día. Se determinó mediante la diferencia entre la masa de forraje previa al pastoreo y la masa de forraje residual del período anterior, dividida por el número de días del período de descanso. La tasa de acumulación de los intervalos de pastoreo de los potreros se proyectó a partir de la tasa de acumulación del período de descanso anterior.

#### 4.3 Producción total de materia seca

Se calculó mediante la media ponderada de la tasa de acumulación diaria de los diferentes períodos multiplicada por los días de pastoreo y descanso. Se sumó a este dato obtenido la masa de forraje inicial en el primer período de pastoreo.

#### 4.4 Oferta real de forraje

Por la suma de la tasa de acumulación de biomasa diaria media de cada período con el cociente de la masa de forraje media por el número de días, se determinó la cantidad de forraje disponible por día. La relación de este valor con la carga animal promedio del período constituyó la oferta real de forraje, expresada en % del PV, es decir, kg de MS/100 kg de PV.

#### 4.5 Componentes estructurales y botánicos de la pastura

De la biomasa cosechada, tres sub-muestras fueron utilizadas para la cuantificación por separación manual de los componentes estructurales y botánicos como: hojas verdes, tallos y vainas (gramíneas), material muerto y otras (especies que no son de la familia Poaceae). Después de la separación, los componentes fueron llevados a la estufa de ventilación forzada hasta peso constante y posteriormente pesados para la determinación del porcentaje de materia seca de la muestra de forraje y del porcentaje de participación de los componentes.

#### 4.6 Características cualitativas del forraje

Las características cualitativas de la pastura se estimaron a partir de muestras realizadas de simulación de pastoreo (Euclides & Macedo, 1988) que se colectaron el 16/1/2017. El forraje recolectado se separó manualmente en los componentes estructurales descritos anteriormente, colocados en estufa de circulación forzada de aire a 65 °C hasta peso constante, posteriormente las muestras se trituraron en molino de tipo Willey con tamiz de 2 mm. La fibra neutro detergente (FDN) fue determinada según método descrito por Van Soest (1963). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se determinó de acuerdo con el método descrito por Tilley y Terry (1963). Las muestras fueron trituradas con tamiz de 1 mm. La materia seca (MS) y el nitrógeno total (N;  $N \times 6.25 =$  proteína cruda) se midieron siguiendo los procedimientos de la AOAC (Helrich, 1990).

## **5. Comportamiento ingestivo y estimación de consumo en pastoreo**

### **5.1 Comportamiento ingestivo en pastoreo**

Se realizó una evaluación de comportamiento ingestivo en pastoreo durante el período experimental en el día 23 de enero de 2017. La misma se realizó en el tercer día de ocupación de los piquetes. Los animales fueron marcados con tinta acrílica en la región del costillar para su identificación individual. Para la evaluación del comportamiento ingestivo, las vaquillonas tuvieron sus actividades monitoreadas y registradas cada 10 minutos de manera visual y de forma interrumpida durante 18 horas (Thurrow et al. 2009) por observadores previamente entrenados. Los mismos se posicionaron al nivel del suelo, a una distancia entre 10-15 m para facilitar la visualización de las actividades de pastoreo y de manera de no interferir en las mismas.

Para el tiempo de pastoreo fue considerado el tiempo en que los animales se dedicaban a la actividad de pastoreo propiamente dicha, así como el tiempo utilizado en la búsqueda de alimento, incluyendo los cortos espacios de tiempo empleados en el desplazamiento para selección de dieta (Hodgson, 1985). El tiempo de rumia fue considerado cuando el animal manifestaba movimientos mandibulares sin que estuviera en proceso de pastoreo. El tiempo de ocio fue considerado el período en que los animales se mantenían en descanso y en actividades distintas al pastoreo y la rumia (Forbes, 1988).

Además, fueron calculadas: tasa de bocados (bocados/minuto), el tiempo empleado por el animal para realizar 20 bocados, el número de estaciones realizadas por minuto y el número de pasos entre estaciones. Una estación alimentar es definida como un semicírculo hipotético que pueda ser alcanzado por el animal sin mover sus miembros anteriores (Ruyle & Dwyer, 1985).

### **5.2 Estimación de consumo de forraje**

Para la estimación del consumo de forraje se utilizaron dos animales por repetición del 9 al 11 de enero del 2017. El indicador externo que se utilizó para la misma fue el óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), suministrado en cápsulas una vez al día (Kozloski et al. 2006) junto con grano de maíz molido (0,100 kg), más los marcadores de polietileno de colores diferentes para cada animal con el objetivo de identificar las heces durante el período de recolección.

Los marcadores fueron ofrecidos a los animales en un porcentaje del 0,01% del peso vivo de cada animal adjunto al suministro del  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . El óxido se envasó en cápsulas con capacidad de 1 g en una bandeja que contenía 180 cápsulas. De estas, 20 se retiraron de forma aleatoria para calcular el promedio de óxido de cromo que las cápsulas almacenan.

El suministro del indicador externo se realizó según el siguiente protocolo: los animales recibieron por diez días 10 cápsulas de 1 g de óxido de cromo diariamente, siendo que en los últimos tres días se realizó las colectas de heces a campo (Kozloski et al. 2006). Para las colectas se hicieron dos "escaneos" diarios en los piquetes. Las heces que contenían el

marcador se almacenaron en recipientes de aluminio y posteriormente fueron colocadas en una estufa de ventilación forzada y temperatura constante (65 °C) hasta que las muestras estuvieron completamente secas, para posterior trituración y análisis químicos.

Para la determinación de la concentración de cromo, fueron pesados 0,5 g de la muestra de heces parcialmente seca para ser quemada en mufla durante tres horas a 550 °C. Posteriormente, se añadió 5 ml de una solución digestora de cromo, según la metodología descrita por Czarnocki et al. (1961) y colocada en una plancha a 200 °C. Luego de que la solución pasara de una coloración verdosa para amarillo-anaranjada, el contenido fue filtrado y transferido a un balón volumétrico de 100 ml, completando el volumen con agua destilada y realizada la determinación del cromo por espectrofotometría de absorción atómica (Williams et al. 1962).

El valor de excreción fecal se obtuvo según lo descrito por Smith & Reid (1955):

$$\text{Excreción fecal (g/día)} = \frac{\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ suministrado (g/día)}}{\text{Concentración Cr}_2\text{O}_3 \text{ en heces (g/g de MS)}}$$

Para estimar la DIVMS, la muestra extrusada y el suplemento se sometieron al procedimiento de digestibilidad in vitro en dos etapas, propuesto por Tilley & Terry (1963). Y el consumo de materia seca se obtuvo por la ecuación:  $\text{CMS (kg/día)} = [(\text{EF}-\text{EFS}) / (1-\text{DIVMS})] + \text{CMSS}$ , en la cual: CMS = consumo de materia seca; CMSS = consumo de materia seca de suplemento (kg/día); DIVMS = digestibilidad in vitro de materia seca; EF = excreción fecal diaria (kg/día); y EFS = excreción fecal del suplemento (kg/día).

## **6. Análisis estadístico de los datos**

Para comparar los tratamientos, las variables que presentaron normalidad de los residuos se sometieron a análisis de varianza mediante modelos lineales mixtos, considerando el efecto del tratamiento fijo (375 y 750 GD), los intervalos de pastoreo y sus interacciones y los efectos aleatorios de los residuos, bloques y de piquetes anidados en los tratamientos. Se realizó una prueba de selección de estructura de covarianza utilizando el criterio de información bayesiano (BIC) para determinar el modelo que mejor representaba los datos. Las medias, cuando se verificaron diferencias, se compararon mediante el procedimiento lsmeans. La interacción entre el tratamiento (375 y 750 GD) y los intervalos de pastoreo se desarrolló cuando fue significativa con una probabilidad del 5%. Las variables recolectadas solo al comienzo y al final del experimento (medidas morfométricas y score corporal), el consumo de materia seca, las actividades, el comportamiento de pastoreo y las características cualitativas de la pastura se evaluaron siguiendo un diseño de bloques completamente al azar, con dos tratamientos y tres repeticiones de área. Las medias se ajustaron por medio de lsmeans y se compararon mediante test de Tukey, con un nivel de significancia del 5%. Todos los análisis se realizaron con el

software estadístico SAS®, versión 9.4 para Windows (Copyright © 2012 SAS Inst., Inc., Cary, NC).

## RESULTADOS

### Producción animal

#### *Peso, escore corporal y medidas morfométricas de los animales*

Las variables relacionadas con el desarrollo corporal y medidas morfométricas no presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 1) tanto al inicio como al final del experimento.

**Tabla 1. Valores iniciales (I) y finales (F) de peso corporal (PC), escore corporal (EC), perímetro torácico (PT), altura a la cadera (AC) y relación peso corporal: altura (RPCA) de vaquillonas manejadas en pastoreo rotativo sobre campo natural utilizando dos intervalos de pastoreo (375 y 750 GD).**

Ítems	PCI (kg)	PCF (kg)	ECI	ECF	PTI (m)	PTF (m)	ACI (m)	ACF (m)	RCPAI	RPCAF
<b>Tratamientos</b>										
375	215,31	260,5	2,6	2,5	1,41	1,44	1,16	1,20	1,87	2,6
750	210,35	242,6	2,3	2,3	1,36	1,41	1,14	1,17	1,86	2,1
e.s.m.	2,4	2,3	0,4	0,4	0,011	0,009	0,005	0,005	0,228	0,09
<b>Significancia (P=)</b>										
Tratamiento	0,778	0,292	0,171	0,354	0,250	0,420	0,487	0,275	0,944	0,393

#### *Ganancia media diaria, carga animal media e instantánea y producción/ha*

La ganancia media diaria de los animales durante el experimento fue de 0,216 kg/día para el tratamiento 375 GD y de 0,181 kg/día para el tratamiento 750 GD. Como se puede evidenciar en Tabla 2, se observó diferencias entre períodos y también interacción entre tratamiento\*período (P=0,033). Los animales en ambos tratamientos presentaron las menores ganancias en el período 4 (0,034 kg/día para el tratamiento 375 GD y -0,078 kg/día para el tratamiento 750 GD).

**Tabla 2. Ganancia media diaria (GMD), carga media (CAM) y carga media instantánea (CMI) de vaquillonas manejadas en pastoreo rotativo sobre campo natural utilizando dos intervalos de pastoreo (375 y 750 GD).**

Ítem	Tts (GD)	Períodos						Significancia (P=)			
		$\bar{X}$	1	2	3	4	5	e.s.m.	T	P	T*P
GMD (kg/día)	375	0,216	0,227	0,138 <sup>b</sup>	0,315	0,034	0,367 <sup>a</sup>	0,031	n.s.	<0,0001	0,033
	750	0,181	0,108	0,306 <sup>a</sup>	0,353	-0,078	0,215 <sup>b</sup>				
CAM (kg/ha)	375	483,2 <sup>a</sup>	338	477,5 <sup>a</sup>	496,8 <sup>a</sup>	450	653,9 <sup>a</sup>	21,8	0,017	<0,0001	0,095
	750	398,6 <sup>b</sup>	302,3	364,3 <sup>b</sup>	381,8 <sup>b</sup>	427,1	517,3 <sup>b</sup>				
CMI (kg/ha)	375	1691,3	1183	1671,3	1738,7	1575	2288,7	74,8	n.s.	<0,0001	n.s.
	750	1594,3	1209,3	1457,3	1527,3	1708,3	2069,3				
	$\bar{X}$	1642,8	1196,2 <sup>z</sup>	1564,3 <sup>y</sup>	1633,0 <sup>x</sup>	1641,7 <sup>x</sup>	2179,0 <sup>w</sup>				

\*Valores presentados con <sup>a,b</sup> en la misma columna indican diferencias significativas (P<0,05).

\*\*Valores presentados con <sup>w,x,y,z</sup> en la misma línea indican diferencias significativas (P<0,05).

Con respecto a la CAM (Tabla 2) se evidenció una diferencia significativa a favor del tratamiento 375 (p=0,017). Las medias para los tratamientos durante el ensayo experimental fueron de 483,2 y 398,6 kg/ha para el tratamiento 375 GD y el tratamiento 750 GD respectivamente. La carga media instantánea (CMI) no presentó diferencias significativas entre tratamientos, aunque se registró una diferencia entre períodos (Tabla 2). Además, la producción de peso vivo por hectárea fue 16% mayor en el tratamiento 375 GD (189,1 vs 162,8; P = 0,023; e.s.m.= 1,72).

### Parámetros de las pasturas

#### *Masa de forraje, oferta de forraje y oferta de láminas foliares*

En cuanto a la masa de forraje (MF) se evidenció una interacción entre tratamientos y períodos (Tabla 3).

**Tabla 3. Masa de forraje (MF), oferta de forraje (OF) y oferta de láminas foliares (OLF) de campo natural sometido a dos intervalos de pastoreo (375 y 750 GD) durante primavera-verano (previo a la entrada de animales).**

Ítem	Tts (GD)	$\bar{X}$	Períodos					Significancia (P=)				
			1	2	3	4	5	e.s.m.	T	P	T*P	
MF (kg MS/ha)	375	4345,8	4592,4 <sup>b</sup>	7102,5 <sup>a</sup>	2879,5 <sup>b</sup>	3634,8	3517,7 <sup>b</sup>					
	750	5124,8	5447,9 <sup>a</sup>	4603,3 <sup>b</sup>	5324,5 <sup>a</sup>	4943,5	5304,2 <sup>a</sup>	291,8	n.s.	n.s.	0,034	
	$\bar{X}$	4735,3	5020,2 <sup>x</sup>	5852,9 <sup>w</sup>	4101,9 <sup>y</sup>	4289,2 <sup>y</sup>	4410,9 <sup>y</sup>					
OF (%)	375	9,7 <sup>b</sup>	13,8	15,3	6,0 <sup>b</sup>	8,1	5,4					
	750	13,5 <sup>a</sup>	18,1	13,3	14,4 <sup>a</sup>	11,6	10,3	0,916	0,005	0,002	n.s.	
	$\bar{X}$	11,6	15,9 <sup>w</sup>	14,3 <sup>x</sup>	10,2 <sup>y</sup>	9,8 <sup>y</sup>	7,9 <sup>z</sup>					
OLF (%)	375	3,4 <sup>b</sup>	3,8	4,3	2,7	4,2	2,4					
	750	5,4 <sup>a</sup>	6,1	5,1	6,0	5,1	3,9	0,356	0,004	n.s.	n.s.	
	$\bar{X}$											

\*Valores presentados con <sup>a,b</sup> en la misma columna indican diferencias significativas (P<0,05).

\*\*\*\*Valores presentados con <sup>w,x,y,z</sup> en la misma línea indican diferencias significativas (P<0,05).

Con respecto a la oferta de forraje (OF) se observó una diferencia significativa (P<0,05) a favor del tratamiento 750 GD (Tabla 3), registrando este tratamiento una oferta de forraje 28,1 % superior al 375. La oferta de láminas foliares (OLF) también presentó diferencia significativa a favor del tratamiento 750 (Tabla 3), siendo en el período 3 del experimento donde se registró la diferencia más marcada (2,7 vs 6,0; 375 y 750 GD respectivamente).

#### *Altura de la pastura y frecuencia de matas*

Los tratamientos no presentaron diferencias para la altura media del tapiz (P=0,315), aunque si se registró una interacción tratamiento\*período (P=0,026) durante el experimento como se evidencia en la Tabla 4.

**Tabla 4. Altura media, altura de matas y altura de estrato inferior (expresada en cm) de campo natural sometido a dos intervalos de pastoreo (375 y 750 GD) durante primavera-verano (previo a la entrada de animales).**

Ítem	Tts (GD)	$\bar{X}$	Períodos					Significancia (P=)			
			1	2	3	4	5	e.s.m.	T	P	T*P
Altura (cm)	375	28,6	27,2	34,3	19,5	28,9 <sup>b</sup>	32,9				
	750	32,3	25,5	34,5	24,6	42,4 <sup>a</sup>	34,4	1,434	n.s.	0,026	0,026
Altura mata (cm)	375	33,7 <sup>b</sup>	30,7	47,2	27,2 <sup>b</sup>	27,1 <sup>b</sup>	36,4 <sup>b</sup>				
	750	41,8 <sup>a</sup>	31,6	43,8	36,0 <sup>a</sup>	51,9 <sup>a</sup>	45,8 <sup>a</sup>	1,895	<0,001	0,003	0,043
Altura estrato inferior (cm)	375	20,6 <sup>b</sup>	17,2	29,9	20,3	13,6 <sup>b</sup>	22,2 <sup>b</sup>				
	750	26,2 <sup>a</sup>	18,3	30,1	18,2	35,3 <sup>a</sup>	29,3 <sup>a</sup>	1,474	<0,001	0,021	0,056

\*Valores presentados con <sup>a,b</sup> en la misma columna indican diferencias significativas (P<0,05).

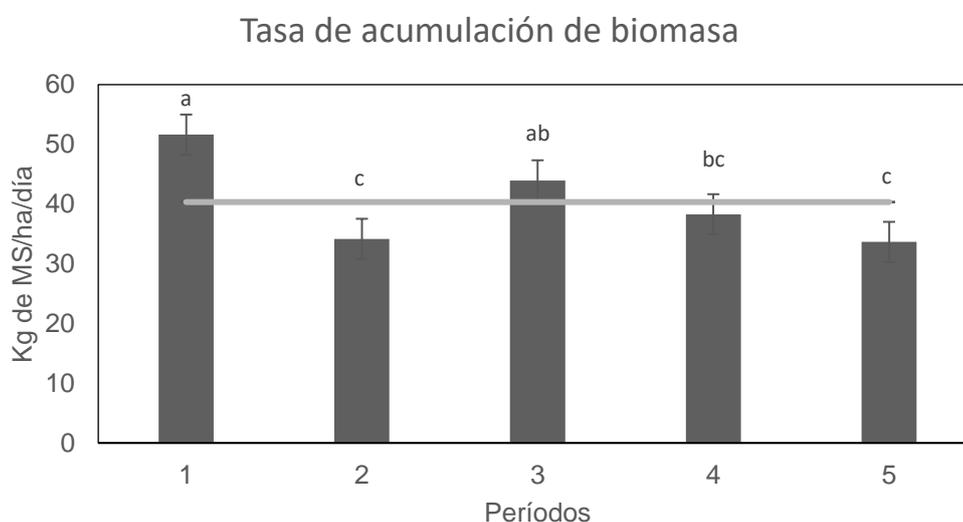
Cuando desglosamos la altura de la pastura por estratos, se evidencia una diferencia significativa tanto en el estrato inferior como en el estrato superior a favor del tratamiento 750 GD (Tabla 4).

En referencia a la frecuencia de matas, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,522$ ). Los valores registrados fueron de 46 por ciento para el tratamiento 375 GD y 53 por ciento para el tratamiento 750 GD.

#### *Tasa de acumulación de biomasa*

No se observó diferencias entre tratamientos ( $P=0,731$ ) con respecto a la tasa de acumulación de biomasa durante el experimento, la media para los tratamientos fue de 40,3 kg de MS/ha/diaria. Tampoco se observó interacción tratamiento\*período ( $P=0,221$ ). Se presentan los valores medios para ambos tratamientos en cada período durante el período experimental (Figura 4).

**Figura 4. Tasa de acumulación de biomasa media diaria de campo natural para los tratamientos 375 y 750 GD durante primavera-verano.**



\*Medias presentadas con letras minúsculas difieren significativamente por modelos mixtos ( $P<0,05$ ).

El valor máximo se registró en el primer período (51,6 kg de MS/ha/día) mientras que los valores más bajos se registraron en el segundo y quinto período (34,2 y 33,7 kg de MS/ha/día, respectivamente).

#### *Componentes estructurales de la pastura*

Con respecto a los componentes estructurales, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los cuatro componentes evaluados (Tabla 5), aunque se evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos en ciertos períodos a lo largo del ensayo. Cabe resaltar las diferencias registradas en el período cuatro con respecto al porcentaje de tallos y vainas y de material muerto entre tratamientos.

**Tabla 5. Porcentajes de materia seca (MS), hojas, tallos y vainas, material muerto (MM), otros y forraje verde (MV) de campo natural sometido a dos intervalos de pastoreo (375 y 750 GD) durante primavera-verano (previo a la entrada de animales).**

Ítem	Tts (GD)	$\bar{X}$	Períodos					e.s.m.	Significancia (P=)		
			1	2	3	4	5		T	P	T*P
MS (%)	375	44,9	53,2 <sup>a</sup>	47,5	34,2 <sup>b</sup>	42,2 <sup>a</sup>	47,3	1,984	n.s.	0,0001	0,034
	750	42,5	46,2 <sup>b</sup>	46,2	41,3 <sup>a</sup>	32,9 <sup>b</sup>	45,9				
Hojas (%)	375	38,6	27,9	30,5	37,1	53,2	44,4	1,991	n.s.	0,006	n.s.
	750	40,9	34,3	39,5	41,8	51,8	37,2				
Tallos y vainas (%)	375	9,5	5,3	12,1	7,5	7,7 <sup>b</sup>	13,1	1,771	n.s.	n.s.	n.s.
	750	14,4	7,1	14,3	13,7	22,9 <sup>a</sup>	13,8				
MM (%)	375	46,2	62,4	45,1	45,4	39,6 <sup>a</sup>	38,6	3,727	n.s.	0,007	n.s.
	750	38,9	53,8	39,8	38,2	21,8 <sup>b</sup>	41,2				
Otros (%)	375	7,5	4,5	12,3	10,0	6,6	3,9	1,794	n.s.	0,008	n.s.
	750	5,76	4,8	6,3	6,4	3,4	7,9				
FV (%)	375	51,6 <sup>a</sup>	46,5	47,4	47,0	69,6 <sup>a</sup>	47,3	1,08	<0,0001	n.s.	<0,0001
	750	42,6 <sup>b</sup>	47,1	46,2	41,3	32,6 <sup>b</sup>	45,6				

\*Valores presentados con <sup>a,b</sup> en la misma columna indican diferencias significativas (P<0,05).

El contenido de MS no presentó diferencias significativas entre tratamientos, pero se evidenció una interacción tratamiento por período (p=0,034). En relación al forraje verde (FV), se registró una diferencia significativa a favor del tratamiento 375 GD (Tabla 5), no corroborándose efecto período, pero sí una interacción tratamiento\*período.

*Actividades en pastoreo, comportamiento ingestivo, consumo de materia seca y características cualitativas de la pastura.*

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos con respecto a las actividades en pastoreo (Tabla 6). Sin embargo, sí se observaron diferencias con respecto al comportamiento ingestivo de los animales. Los animales del tratamiento 750 GD realizaron más estaciones alimentarias por minuto, pero registraron una menor tasa de bocados (Tabla 6).

**Tabla 6. Valores de actividades en pastoreo, comportamiento ingestivo, consumo de materia seca (CMS) de vaquillonas y características cualitativas de de campo natural (muestras de simulación de pastoreo) para los tratamientos 375 y 750 GD durante primavera y verano.**

Ítem	Tratamientos (GD)		e.s.m.	T (P)
	375	750		
<b>Actividades</b>				
Pastoreo (min)	503	529	16,88	n.s.
Rumia (min)	283	303	12,53	n.s.
Otras	232	193	39,40	n.s.
<b>Comportamiento</b>				
Estaciones/min	5,2 <sup>a</sup>	9,3 <sup>b</sup>	0,61	<0,001
Pasos/est	2,4	2,0	0,22	n.s.
Bocados/min	35,1 <sup>a</sup>	28,4 <sup>b</sup>	2,27	0,049
CMS ( % PV)	1,40	1.42	0,04	n.s.
<b>Calidad</b>				
PC* (%)	7,2 <sup>b</sup>	7,7 <sup>a</sup>	0,22	0,022
FDN** (%)	74,3	76,2	1,14	n.s.
DIVMO*** (%)	40,4	38,5	1,22	n.s.

Valores de media seguidos por letras minúsculas en la misma línea difieren significativamente por test de Tukey (P<0.05).

\*PC= proteína cruda

\*\*FDN= fibra detergente neutro

\*\*\*DIVMO= digestibilidad *in vitro* de materia orgánica

El número de pasos entre estaciones no difirió entre tratamientos (P=0,444), presentando un valor medio de 2,2 pasos/estación, así como el consumo de materia seca (CMS) que presentó un valor medio de 1,41% del PV para ambos tratamientos. Finalmente, con respecto a las características cualitativas de la pastura, el tratamiento 750 GD presentó un 6% más de PC que el tratamiento 375 GD (P=0,022).

## DISCUSIÓN

El intervalo de descanso de pastoreo basado en la duración de la elongación foliar (que tiene como principal factor determinante la temperatura), desempeña un papel fundamental en la morfogénesis, influenciando directamente el índice de área foliar y moldeando de esta manera la estructura de la pastura. Esta herramienta aliada a otras medidas de manejo, como el pastoreo rotativo, permiten generar ambientes pastoriles adecuados para los herbívoros domésticos. A pesar de que aún falta dilucidar aspectos sobre los tratamientos planteados, los resultados consistentes a través de los años obtenidos con el mismo protocolo experimental permiten aseverar lo anterior (Tabla x)

A pesar de que las ganancias individuales registradas en este experimento fueron consideradas bajas comparadas con los antecedentes realizados bajo el mismo protocolo en el área experimental, la productividad

por área de ambos tratamientos fue superior a la productividad media histórica por área de Uruguay (Berretta et al. 2000), que el promedio histórico (70 kg de PV/ha) del estado de Rio Grande do Sul (Nabinger, 2006) y de los valores de producción secundaria reportados por Cid et al. 2011 en Argentina (60 a 100 kg de PV/ha). Esto demuestra el potencial que posee el campo natural cuando es manejado en base a los intervalos de pastoreo propuestos. Es necesario recalcar que en nuestro experimento el valor medio de producción de kg de PV/ha fue de 175,9 kg/ha en tan solo 155 días de evaluación durante el período de crecimiento primavera – estival de las pasturas. Para ponerlo en contexto y comparando con otras experiencias realizando recría de vaquillonas, varios autores utilizando la herramienta de ajuste de oferta de forraje obtuvieron valores entre 200 a 250 kg/ha (Carvalho et al. 2006; Pinto et al. 2008; Soares et al. 2005), siendo semejantes a los encontrados en este trabajo, pero en períodos mayores de evaluación. En el mismo orden, Mezzalana et al. (2012) trabajando con cuatro ofertas de forraje diferentes durante todo el año (4%, 8%, 12% y 16%) registraron que la producción animal más alta por hectárea se observó entre los valores de 8-12% de OF (209 kg/ha). El surgimiento del concepto de oferta de forraje fue innovador ya que permitió relacionar la carga animal a una cantidad de forraje disponible en la pastura, sin embargo, tiene sus limitantes (Carvalho, 1997). Aunque la oferta de forraje describa la cantidad de alimento que está disponible para el animal, no describe la forma en que este forraje se presenta al mismo. Esta forma de distribución espacial de la parte aérea de las plantas, a la que denominamos estructura del pasto, afecta considerablemente el consumo y la selección de dietas de los animales en pastoreo (Carvalho et al. 2001). Según Bailey (2005), en las comunidades de plantas consideradas heterogéneas o complejas y en situaciones de alta oferta de forraje, los animales son capaces de adquirir una dieta cualitativamente superior al promedio de lo disponible para consumo, ya que exploran la heterogeneidad de la pastura a través de la selección.

Los intervalos de pastoreo no influyeron sobre la altura promedio de las pasturas. La altura del pasto es conocida por ser determinante del consumo (principalmente influenciando la profundidad del bocado) y por ende del desempeño productivo de los animales (Laca et al. 1992; Hodgson et al. 1994; Gonçalves et al. 2009). ¿Pero qué pasa cuando comparamos los valores de altura obtenidos por estrato? Los tratamientos presentaron marcadas diferencias con respecto a la altura media registrada para el estrato superior e inferior. Esta diferencia de altura entre estratos se acentuó en el cuarto período del experimento. Esto sumado además a una frecuencia media de matas de un 48% para los dos intervalos de pastoreo. Gonçalves et al. (2009) describieron que para un área de campo natural ubicada en la UFRGS con predominancia de especies prostradas (*P. notatum* y *A. affinis*) y con cuatro manejos de alturas diferentes (4, 8, 12 y 16 cm) el consumo se optimizaba entre 9,5 y 11,4 cm. Se considera que pasturas naturales con altura del estrato inferior mayor a 12 cm limitan el consumo de los animales debido a que se ve incrementado el tiempo de formación del bocado, pues el estrato pastoreado reduce su densidad volumétrica y perjudica la captura de pastura. Es de destacar que para las mediciones de altura en el trabajo citado se tomó en cuenta solo el estrato inferior de la pastura y se utilizó un

protocolo reduccionista. En cambio, en nuestra experiencia se tomó la altura promedio del dosel, pero además se determinó si se trataba de estrato superior o estrato inferior. Se considera que en OF altas las matas pueden alcanzar una proporción de cobertura del tapiz entre el 35 y el 45%, es decir, una situación en la que solo 60% de la superficie total sería utilizada efectivamente por los animales (Carvalho et al. 2007). Da Trindade et al. (2016) trabajando con cuatro niveles de oferta de forraje (4, 8, 12 y 16 kg de MS/100 kg de PV) en pasturas naturales concluyeron que las características del tapiz que promovían mayor consumo de MS eran: 12,1 % de OF, con una masa de forraje entre 1820 y 2280 kg de MS/ha, altura promedio del dosel entre 11,5 y 13,4 cm y con una frecuencia de matas no mayor al 30%. Considerando los valores obtenidos en nuestro estudio y comparándolos con los trabajos anteriormente expuesto se podría inferir que la estructura de la pastura limitó el consumo de MS por parte de las vaquillonas en ciertos períodos del experimento (período 4) determinando una menor performance de los animales.

Las proporciones de hojas, tallos y material senescente conforman la estructura de la pastura y como esta se presenta al animal para su consumo. La presentación del forraje afecta la selectividad, consumo, valor nutricional y finalmente a la performance animal (Soares et al. 2005; Gonçalves et al. 2009). Una de las relaciones que más incide en la selectividad de los animales según L'Huillier et al. (1986) es la relación hojas/tallos debido a que los animales tienen mayores preferencias por las primeras. Cuando los animales son enfrentados a diferentes tipos de estructura, terminan eligiendo plantas más frondosas y altas con hojas fácilmente susceptibles a la ruptura (O'reagain & Mentis, 1989). Sollenberger & Burns (2001) aseveran que la forma en que se presentan las hojas al animal y que se puedan aprehender por separado del tallo y el material muerto con baja digestibilidad, son de gran importancia en pasturas basadas en especies C4. En vista de que hubo un aumento en proporción de tallos y vainas durante el cuarto período experimental en el tratamiento 750 GD, los animales debieron dedicar más tiempo a la manipulación y aprehensión del bocado, derivando en una menor tasa de bocados por minuto.

La tasa de acumulación de biomasa media registrada en el experimento fue mayor que la reportada por Carvalho et al. (2006) trabajando en pasturas naturales del Bioma Pampa en Rio Grande do Sul, Brasil. Esto permitiría una mayor acumulación de masa de forraje por parte de la pastura, debido al período de descanso permitido entre defoliaciones y a las características de las especies de gramíneas predominantes en el área experimental. La morfología y el hábito de crecimiento de las especies tienen una gran influencia en la interrelación entre la defoliación, el IAF residual y la capacidad de intercepción de la luz, con respuestas diferentes en cada especie de acuerdo con el manejo impuesto (Rodríguez, 2011). Lemaire & Chapman (1996) argumentan que para que ocurra un balance positivo en la asimilación del carbono debe estar reestablecida la capacidad fotosintética del pastizal en sus hojas remanentes y en crecimiento después del pastoreo, así como la presencia de zonas meristemáticas activas que le permitan a la planta la formación de un nuevo sistema foliar. A través de los resultados obtenidos, podemos concluir que los dos intervalos de pastoreo utilizados no

modificaron la tasa de acumulación de biomasa y que el remanente dejado luego de cada período de pastoreo permitió que la pastura se recuperará normalmente.

La participación de los diferentes componentes morfológicos y botánicos de la pastura puede presentarse en las más variadas formas al animal, determinando variaciones importantes en la regulación del consumo de los animales a pastoreo (Thompson Hobbs et al. 2003). El tiempo de pastoreo medio de ambos tratamientos registrados se encuentra dentro de las oscilaciones descritas por Hodgson (1990), de 360 a 720 minutos/día. Es de resaltar que el tiempo encontrado para ambos tratamientos se encuentran por debajo del valor considerado por el autor como indicador de oferta limitante de forraje (540 minutos). En la misma línea, Kilgour (2012) realizó una extensa revisión de 22 estudios con diferentes condiciones en los cuales los tiempos de pastoreo variaban de 4,5 a 9,3 horas. Más específicamente, en experimento llevado a cabo sobre campo natural (Mezzalira, 2010) se observó que el tiempo de pastoreo en las ofertas de forraje consideradas adecuadas (8 a 12 del % de PV) se encontraba entre 500 a 625 min/día, lo que nos daría pie a interpretar que no estaríamos ante una situación limitante para el consumo. Al contrario, cuando se compara con ofertas que son consideradas limitantes para el consumo (4% del PV), el tiempo del pastoreo presentó 710 min/día (Da Trindade et al. 2012) y los datos que registramos son significativamente menores. Tomando en cuenta los trabajos realizados en la misma área experimental y con el mismo protocolo el tiempo medio de pastoreo fue menor. Garagorry (2012) registró un tiempo medio de 646,7 min/día, similar a los evidenciados por Barbieri et al. (2014) (627,4 min/día).

Las diferencias encontradas en el número de estaciones alimentarias visitadas por minuto, así como la tasa de bocado pueden ser explicadas por la estructura de la pastura. Como respuesta de los animales a la permanencia más prolongada en las estaciones alimentarias, se observa que comienzan a establecer un número menor de estaciones de alimentarias por minuto. Tal comportamiento de los animales puede explicarse por la mayor masa de bocado, obtenida en pasturas que combinan la densidad y la masa de forraje adecuadamente distribuidas (Gonçalves et al. 2009). El mayor número de estaciones alimentarias en el 750 GD puede haber sido influenciado por la condición de ese intervalo de descanso de beneficiar la elongación foliar de las especies de crecimiento erecto, formadoras de matas, resultando en una menor selección por los animales y por un menor número de bocados de mayor masa (Drescher et al. 2006). La duración de la permanencia en la estación alimentaria está relacionada con su abundancia de forraje, y es un indicador importante de la calidad del ambiente pastoril (Carvalho et al. 2009). Nabinger & Carvalho (2009) afirman que el intervalo de tiempo entre dos bocados sucesivos aumenta considerablemente cuando la estructura de la pastura se presenta muy alta y con elevada dispersión de hojas en la parte superior del dosel. En consecuencia, la velocidad de ingestión es restringida por el aumento de movimientos mandibulares para la manipulación del forraje cosechado.

Según Gonçalves et al. (2009), el número de estaciones visitadas por minuto es respuesta inversa al tiempo de permanencia del animal en cada estación. A medida que los animales colectan mayor cantidad de bocados y más pesados, aumenta el tiempo de permanencia en cada estación. Al interpretar nuestros resultados, podemos afirmar que las vaquillonas 750 GD tuvieron menos oportunidades de seleccionar el alimento, mostrando más estaciones por minuto y presentando una tasa de bocado más baja debido a una mayor OF y altura del estrato superior del dosel durante el cuarto período.

Los animales que se encontraban en el tratamiento de 375 GD presentaron una mayor tasa de bocados en la evaluación. Considerando que con respecto al consumo no existieron diferencias, la tasa de bocados pudo haber actuado como un mecanismo de compensación de consumo. Según Newman et al. (1994) los animales en pastoreo (tanto bovinos como ovinos) poseen 2 estrategias principales para aumentar la tasa de consumo: aumentar la masa del bocado o disminuir el tiempo de manipulación del mismo. Los bovinos, en particular, adoptan la segunda estrategia. Estos cuando son sometidos a ayuno aumentan su ingesta de forraje aumentando la tasa de bocados (Greenwood & Demment, 1988), estrategia que es posible en función de los movimientos mandibulares compuestos (aprehensión y masticación simultáneos) en esta especie (Laca et al. 1993). En el período global del experimento los animales del 375 GD fueron manejados con una oferta de forraje menor a los de 750 GD. A pesar de ser importante este dato, no nos brinda información de cómo la pastura es presentada al animal en términos de estructura.

No se encontraron diferencias entre los intervalos de pastoreo con respecto al consumo. Estos valores fueron menores a los registrados en años anteriores en la misma área experimental y podría explicar el bajo desempeño de los animales en el cuarto período ya que fue en el mismo que se realizó la evaluación de consumo. En experimentos realizados con el mismo protocolo y en la misma área, Barbieri et al. (2014) registraron valores de 1,94 y 2,14 del % de PV en los tratamientos de 375 y 750 GD respectivamente, mientras que Kuinchtner et al. (2018) registraron valores de consumo de 2,23 y 2,24 del % de PV en los tratamientos de 375 y 750 GD respectivamente. Estos son considerablemente más altos que los registrados durante el presente experimento. Los bajos consumos registrados en ambos tratamientos pueden haber sido determinados por la baja digestibilidad de la pastura. También es sabido que la reducción en la ingesta de forraje en ganado bajo régimen de pastoreo rotativo se relaciona con reducciones dinámicas en la disponibilidad de hojas en el transcurso de los días de permanencia (Wade et al. 1995). La estimación del consumo proporciona una aproximación a la capacidad del animal para obtener materia seca y nutrientes en un tipo particular de vegetación (Bonnet et al. 2011). Esta medida es particularmente útil para comprender las limitaciones en pastoreo y los mecanismos que vinculan las características de la pastura (estructurales y cualitativas) con el comportamiento ingestivo y el uso del hábitat (Stephens & Krebs, 1986; Spalinger & Hobbs, 1992; Shipley et al. 1994). En nuestro caso, nos permitió constatar que los animales se encontraban en una situación limitante y que no pudieron perpetrar un

consumo óptimo que les permitiera obtener las ganancias establecidas como objetivo.

La regulación del consumo se basa en la definición de saciedad, siendo el estado o sensación que impulsa al animal a dejar de comer y que probablemente deriva de la llegada de múltiples estímulos a los centros encefálicos que la regulan (Grovm, 1993). Dos grandes teorías intentaban explicar la regulación del consumo; una de ellas señalaba una regulación física mientras que la otra apuntaba hacia una regulación de tipo metabólica (Van Soest, 1994). En relación a la primera de estas teorías se menciona que en situaciones donde la dieta está mayoritariamente compuesta por alimentos fibrosos (como los forrajes) se produce generalmente una regulación de tipo física, debido a que los mismos permanecen más tiempo en el tracto digestivo, reducen el tránsito y como consecuencia limitan la ingestión de alimentos. En esta situación la ingestión se encuentra limitada por la capacidad del rumen y los receptores de repleción y tensión ubicados en la pared ruminal, aunque se desconoce el "llenado máximo o crítico" del órgano (Van Soest, 1994).

El control de la ingesta es multifactorial (Forbes, 2003) y depende de la estructura de la pastura, los requerimientos de los animales, la capacidad intestinal, las características cualitativas del forraje y los factores ambientales (Decruyenaere et al. 2009). Los cambios en la calidad, la cantidad y la distribución del forraje disponible tienen un efecto importante. La calidad de una pastura está relacionada con características físicas y químicas de la misma (Galli et al. 1996). Esta afecta directamente el consumo y su tasa, vía el pastoreo selectivo, e indirectamente, a través de la velocidad de procesamiento del alimento en el tracto digestivo. Es de saber general que el principal factor limitante de las pasturas naturales en la región "Campos" es la baja calidad de las mismas (Pallarés et al. 2005). La predominancia de las especies de tipo C4, determina que en condiciones de altas temperaturas y buenas precipitaciones se produzcan altas tasas de crecimiento, lo que conduce a una dilución de nutrientes y una marcada disminución de la digestibilidad, que rara vez supera el 60 por ciento. Estas condiciones se dieron particularmente en el cuarto período del experimento, en el cual el registro de lluvias fue más que el doble del promedio histórico. Es bien sabido que, en un ambiente heterogéneo con una alta oferta forrajera, la digestibilidad no permanece constante en el tiempo y el espacio, y el consumo de MS a menudo termina disminuyendo cuando disminuye la participación de material con alto valor nutricional (Fryxell, 1991). Relacionado al punto anterior, según Malafaia et al. (1998) la técnica utilizada para la determinación de digestibilidad in vitro utilizada en el experimento (Tilley & Terry, 1963) presentaría ciertas limitaciones para la evaluación de forrajes de mala calidad, requiriendo mayores tiempos de incubación. Esto determinaría que para las especies predominantes del tapiz natural presentes en el área experimental sería necesario un mayor tiempo de incubación durante la realización de dicha técnica.

También los factores ambientales como el clima (lluvia, temperatura) y la situación geográfica pueden actuar como limitantes en el comportamiento de pastoreo de los animales (Mattiauda et al. 2013). De hecho, animales

expuestos a estrés calórico pueden disminuir su CMS y, como resultado, puede producirse un balance energético negativo disminuyendo su performance productiva (Beretta et al. 2013; Kaufman et al. 2018). Las temperaturas máximas del experimento fueron registradas durante el período que se realizó la estimación del consumo y pudieron también haber sido factor condicionante para los valores registrados. Además, se debe destacar que a raíz del estudio de resistencia de principios activos garrapaticidas realizado una proporción de los animales presentó altas cargas parasitarias de *Rhipicephalus microplus*. Posiblemente esta situación haya llevado a una menor performance productiva de los animales afectados, siendo conocidos los efectos perjudiciales de este parásito sobre el ganado vacuno (Jonsson, 2006).

Los niveles de proteína cruda del forraje en la mayoría de los casos no cubren los requerimientos básicos del ganado (Pallarés et al. 2005). El contenido PC de la pastura varía entre 6 y 15%, según la estación, la composición botánica y la cantidad de material muerto. Los valores máximos de PC se producen durante el invierno y principios de la primavera, mientras que el mínimo ocurre en el verano, con pastos de estación fría con un nivel más alto de PB que las especies de estación cálida (Berretta, 1996). En el caso de nuestro experimento los niveles de PB determinados en la pastura estuvieron próximos a lo que es considerado niveles limitantes para el crecimiento microbiano ruminal (70 g/kg de MS) (Van Soest, 1994). El porcentaje de PB en la pastura presentó diferencias significativas, registrándose un valor mayor en el tratamiento 750 GD. Da Trindade (2012) trabajando con niveles crecientes de oferta de forraje en pasturas naturales de la región Depressao Central del estado de Rio Grande do Sul en Brasil obtuvo resultados similares en términos cualitativos de la pastura con respecto a la DIVMO y PB en primavera y verano. La selección de forraje por parte de los animales se da en función del valor nutritivo de las especies, de la frecuencia y abundancia de las mismas.

Así, mediante la gestión del pastoreo realizada de forma antrópica debemos tratar de generar estructuras en la pastura que permitan una buena selección y consumo por parte de los animales. De esta manera, el manejo propuesto puede convertirse en una alternativa viable para realizar una explotación adecuada y de forma sustentable de un recurso tan complejo desde el punto de vista florístico como lo es el campo natural, facilitando la comprensión del mismo y la toma de decisiones por parte de técnicos y/o productores, y consecuentemente poder explorar y mejorar los índices productivos históricos de los países de la región "Campos". A través de este trabajo se ha generado información que permite afirmar que los intervalos propuestos pueden aumentar la producción secundaria a partir del campo natural.

## **CONCLUSIONES**

El tratamiento 375 GD registró un mejor comportamiento productivo con respecto a la producción por área (kg de PV/ha) en el período evaluado, siendo manejado con una mayor carga animal durante el experimento.

Los intervalos de pastoreo planteados lograron un desarrollo corporal, performance productiva y ganancia media diaria similar en ambos grupos de vaquillonas.

Los intervalos de pastoreo determinaron diferencias en la estructura de la pastura, evidenciándose diferencias en el comportamiento ingestivo de los animales y limitando el consumo de materia seca en el período evaluado. El tratamiento 750 GD presentó una mayor OF durante el período experimental. Se registraron diferencias en la altura de los estratos superiores e inferiores de la pastura.

## **CONSIDERACIONES FINALES E IMPLICANCIAS**

Sería interesante realizar futuras investigaciones con los tratamientos planteados que engloben todo el período de recría de la hembra bovina (desde el destete a los 6 meses hasta 18 – 24 meses de edad) y evaluar su desempeño reproductivo posterior, de manera de poder diagramar estrategias eficientes de recría en base a campo natural a partir de los resultados obtenidos y saber que posibles impactos tienen sobre los índices reproductivos para poder transmitir a técnicos y/o productores. Además, se podrían plantear diferentes intervalos de descanso entre pastoreos y combinaciones de los mismos en diferentes estaciones del año para generar más información con respecto al manejo planteado.

Las principales variables de manejo de ganadería en campo natural, son la Carga como la base de ajuste principal, la Relación Lanar/Vacuno como un indicador o una variable de manejo intermedia, y los Métodos de pastoreo como la última variable de ajuste principal. En el presente trabajo pudimos trabajar sobre dos de las principales variables. Se sugiere en el futuro poder llevar a cabo trabajos de investigación utilizando los criterios de intervalos de pastoreo planteados con diferentes relaciones lanar/vacuno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agnusdei, M. G. (2013). Rol de la ecofisiología en el diseño de manejos especializados de pasturas. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 21(1), 63-78.
- Agnusdei, M. G., y Assuero, S. G. (2004). Leaf tissue flows under grazing and sward structure of different temperate forage grasses in the humid pampas of Argentina. En *II Symposium in Grassland. Ecophysiology and Grazing Ecology*. Curitiba, Brasil.
- Agnusdei, M. G., Colabelli, M., y Mazzanti, A. (1996). Morfogénesis de especies nativas y naturalizadas de la pampa deprimida (Argentina). *Revista Argentina de Producción Animal*, 16(1), 245-246.
- Albaladejo, C. (2004) Desarrollo local y nuevas ruralidades en Argentina. En C. Albaladejo y R. Bustos Cara. *Innovaciones discretas y reterritorialización de la actividad agropecuaria en Argentina, Brasil y Francia* (pp. 369-412). Bahía Blanca: UNS, INRA-SAD, Médiations, IRD/UR y Dynamiques Rurales.
- Allden, W. G., y McDWhittaker, I. A. (1970). The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*, 21(5), 755-766.
- Allen, V.G., Batello, C., Berretta, E.J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X... Sanderson, M. (2011). An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science*, 66(1), 2-28.
- Altesor, A. (2002). ¿Cuánto y cómo modificamos nuestras praderas naturales? Una perspectiva ecológica. En: A. Domínguez y R.G. Prieto, (Eds) *Perfil Ambiental del Uruguay* (pp. 57-67). Montevideo, NORDAN-COMUNIDAD.
- Altesor, A., Piñeiro, G., Lezama, F., Rodríguez, C., Leoni, E., Baeza, S., y Paruelo, J. (2005). El efecto del pastoreo sobre la estructura y el funcionamiento de las praderas naturales uruguayas: ¿Qué sabemos y cómo podemos usar ese conocimiento para manejarlas mejor? En: *Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural* (pp. 21-32). Montevideo: INIA.
- Andrade, B. O., Bonilha, C. L., Ferreira, P. M. A., Boldrini, I. I., y Overbeck, G. E. (2016). Highland grasslands at the Southern tip of the Atlantic Forest biome: Management options and conservation challenges. *Oecologia Australis*, 20(2), 175-199,
- Baeza, S., Lezama, F., Piñeiro, G., Altesor, A., y Paruelo, J. M. (2010). Spatial variability of above-ground net primary production in Uruguayan grasslands: a remote sensing approach. *Applied Vegetation Science*, 13(1), 72-85.
- Bailey, D. W. (2005). Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. *Rangeland Ecology & Management*, 58(2), 109-118.
- Bailey, D. W., y Provenza, F. D. (2008). Mechanisms determining large-herbivore distribution. En H.H.T. Prins y F. Van Langevelde (Eds.), *Resource ecology* (pp. 7-28). Dordrecht, Springer.

- Barbieri, C.W., de Quadros, F.L.F., Jochims, F., Soares, É.M., de Oliveira, L.B., Carvalho, R.M.R., Gusatto, F. (2014) Sward structural characteristics and performance of beef heifers reared under rotational grazing management on campos grassland. *American Journal of Plant Sciences* 5, 1020-1029.
- Barcellos, J. O. J. (2001). *Puberdade em novilhas Braford: desenvolvimento corporal e relações endócrinas* (Tesis doctoral, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil).
- Barcellos, J. O. J., Costa, E. C., Silva, M. D., Semmelmann, C. E. N., Montanholi, Y. R., Prates, E. R., ... y Rosa, J. (2003). *Crescimento de fêmeas bovinas de corte aplicado aos sistemas de cria*. Porto Alegre: Facultad de Agronomía, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Barreto, I.L. (1976). *Pastejo contínuo*. En A.M. Peixoto, J.C. Moura, R.S. Furlan, y V.P. Faria (Eds.), *Simpósio sobre manejo da pastagem*, 3 (p.219-251) FEALQ, Piracicaba.
- Belovsky, G. E., Fryxell, J., y Schmitz, O. J. (1999). Natural selection and herbivore nutrition: optimal foraging theory and what it tells us about the structure of ecological communities Nutritional Ecology of herbivores. *Proceedings of the V th international Symposium on the Nutrition of herbivores* (pp.1-70), Savoy, Italia.
- Beretta, V., Lobato, J. F. P., y Mielitz Netto, C. G. A. (2001). Produtividade e eficiência biológica de sistemas pecuários de cria diferindo na idade das novilhas ao primeiro parto e na taxa de natalidade do rebanho no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(4), 1278-1286.
- Beretta, V., Lobato, J. F. P., y Mielitz Netto, C. G. A. (2002). Produtividade e eficiência biológica de sistemas de recria e engorda de gado de corte no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2), 696-706.
- Beretta, V., Simeone, Á., y Bentancur, O. (2013). Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo: efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos. *Agrociencia Uruguay*, 17(1), 131-140.
- Berretta E.J., Risso, D.F., Montossi, F., Pigurina, G. (2000). Campos in Uruguay. En G. Lemaire, J. Hodgson, A. de Moraes, C. Nabinger and P.C. de F. Carvalho (Eds), *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Wallingford: CAB International. pp 377-394.
- Berretta, E.J. (1996) Campo natural: valor nutritivo y manejo. En D.F. Risso, E.J. Berretta, y A. Morón (Eds.), *Producción y Manejo de Pasturas* (pp. 113–127). Montevideo: INIA.
- Berretta, E.J. (1998) Impacto del pastoreo en el ecosistema de la pradera natural. En *Recuperación y Manejo de Ecosistemas Degradados* (pp. 55–62). Montevideo: IICA–PROCISUR.
- Berretta, E. J. (2013). Manejo de la cría vacuna en campos naturales de basalto. En: G. Quintans, A. Scarsi (Eds), *Seminario de actualización técnica. Cría Vacuna*. (pp. 47-61). Montevideo, INIA.

- BIF. (2002). *Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs*. (8ª ed.) Athens: Beef Improve.
- Bilenca, D. y Miñarro, F. (2004). *Identificación de áreas valiosas de pastizal (AVPs) en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil*. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre.
- Boldrini, I. I. (2009). A flora dos campos do Rio Grande do Sul. En *Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade* (pp.63-77) Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Boldrini, I. I., Overbeck, G. E., y Trevisan, R. (2015). *Biodiversidade de plantas. Os Campos do Sul*. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos–UFRGS, 51-60.
- Bonnet, O., Hagenah, N., Hebbelmann, L., Meuret, M., y Shrader, A. M. (2011). Is hand plucking an accurate method of estimating bite mass and instantaneous intake of grazing herbivores? *Rangeland Ecology & Management*, 64(4), 366-374.
- Briske, D. D., Derner, J. D., Brown, J. R., Fuhlendorf, S. D., Teague, W. R., Havstad, K. M., ... y Willms, W. D. (2008). Rotational grazing on rangelands: reconciliation of perception and experimental evidence. *Rangeland Ecology & Management*, 61(1), 3-17.
- Brody, S. (1945). *Bioenergetics and growth*. New York: Reinhold.
- Carámbula, M. (1977). *Producción y manejo de pasturas sembradas*. Montevideo, Hemisferio Sur.
- Carámbula, M. (1996). *Pasturas naturales mejoradas*. Montevideo, Hemisferio Sur.
- Carámbula, M. (2010). *Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje* (Vol. 1). Montevideo, Hemisferio Sur.
- Carvalho, T. H. N. D. (2011). Comportamento ingestivo de novilhas e terneiras de corte recriadas em campo nativo no período de outono-inverno (Tesis de Maestría, Universidade Federal de Santa Maria). Recuperado de <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/10773/CARVALHO%2c%20THIAGO%20HENRIQUE%20NICOLA%20DE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carvalho, P. D. F. (1997). Relações entre a estrutura da pastagem e o processo de pastejo com ovinos (Tesis de Doctorado, UNESP).
- Carvalho, P.C.F., Moraes, A. (2005). Comportamento ingestivo de Ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. En U, Cecato, y C, Cabreira Jobim, *Manejo Sustentável em Pastagem* (pp. 1-20). Maringá: UEM.
- Carvalho, P. D. F., Ribeiro Filho, H. M. N., Poli, C. H. E. C., Moraes, A. D., y Delagarde, R. (2001). Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 853-871.
- Carvalho P.C.F., Da T Rindade J.K., Da Silva S.C., Bremm C., Mezzalira J.C., Nabinger C. y A. Maral M.F. (2009). Consumo de forragem por animais em

- pastejo: Analogias e simulações em pastoreio rotativo. En S.C. Da Silva, C.G.S. Pedreira De Moura y V.D. De Faria (Eds.), *Intensificação de sistemas de produção animal a pasto* (pp. 61–94). Piracicaba, Brasil.
- Carvalho, P. C. F., Gonçalves, E. N., y Poli, C. H. E. C. (2006). Ecologia do pastejo. *Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem*, 3, 43-72.
- Carvalho, P. D. F., Fischer, V., Santos, D. D., Ribeiro, A. M., Quadros, F. D., Castilhos, Z. M., ... y Jacques, A. V. (2006). Produção animal no bioma campos sulinos. *Brazilian Journal of Animal Science*, 35, 156-202.
- Carvalho, P. C. D. F., Santos, D. D., y Neves, F. P. (2007). Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. *Simpósio de Forrageiras e Produção Animal*, 2, 23-59.
- Carvalho, P. C. F., Trindade, J. K., Da Silva, S. C., Bremm, C., Mezzalira, J. C., Nabinger, C., ... y Gonçalves, E. M. (2009). Consumo de forragem por animais em pastejo: analogias e simulações em pastoreio rotativo. En S.C. Da Silva, C.G.S. Pedreira, J.C. Moura, V.P. Faria (Eds.), *Proceedings of the XXV symposium on manejo de pastagens* (pp. 61-93).
- Celestino, E. L. D. F. V., y Salomoni, P. S. E. (2006). Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa incidente em biomassa aérea da vegetação campestre natural no bioma Campos Sulinos do Brasil. *Ciência Rural*, 36(2), 656-659.
- Chapman, D. F. y Lemaire, G. (1993). Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. En *Proceedings of the XVII International Grassland Congress*. Palmerston North and Rockhampton, (pp. 95-104).
- Cid, M. S., Grecco, R. F., Oesterheld, M., Paruelo, J. M., Cibils, A. F., y Brizuela, M. A. (2011). Grass-fed beef production systems of Argentina's flooding pampas: Understanding ecosystem heterogeneity to improve livestock production. *Outlook on AGRICULTURE*, 40(2), 181-189.
- Colabelli, M., Agnusdei, M., Mazzanti, A., y Labreveux, M. (1998). El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. *Boletín técnico, INTA Balcarce*, 148, 1 -14.
- Conant, R. T., Paustian, K., y Elliott, E. T. (2001). Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological Applications*, 11(2), 343-355.
- Confortin, A. C. C., Rocha, M. G. D., Quadros, F. L. F. D., Glienke, C. L., Rossi, G. E., y Moraes, A. B. D. (2010). Structural and morphogenical characteristics of black oats and Italian ryegrass on pasture submitted to two grazing intensities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(11), 2357-2365.
- Confortin, A. C. C., Quadros, F. L. F., Santos, A. B., Seibert, L., Severo, P. O., y Ribeiro, B. S. R. (2017). Leaf tissue fluxes of Pampa biome native grasses submitted to two grazing intervals. *Grass and Forage Science*, 72(4), 654-662.

- Crawshaw, D., DallAgnol, M., Cordeiro, J. L. P., y Hasenack, H. (2007). Caracterização dos campos sul-rio-grandenses: uma perspectiva da ecologia da paisagem. *Boletim Gaúcho de Geografia*, 33(1), 233-252.
- Cruz, P., De Quadros, F. L. F., Theau, J. P., Frizzo, A., Jouany, C., Duru, M., y Carvalho, P. C. F. (2010). Leaf traits as functional descriptors of the intensity of continuous grazing in native grasslands in the south of Brazil. *Rangeland Ecology & Management*, 63(3), 350-358.
- Cruz, P., Lezana, L., Durante, M., Jaurena, M., Figari, M., Oliveira, L. B. D., ...y Quadros, F. L. (2019). A functional classification of 63 common Poaceae in the "Campos" grasslands of South America. *Ecología Austral* 29:239-248
- Czarnocki, J., Sibbald, I. R., y Evans, E. V. (1961). The determination of chromic oxide in samples of feed and excreta by acid digestion and spectrophotometry. *Canadian Journal of Animal Science*, 41(2), 167-179.
- da Silveira Pontes, L., Maire, V., Schellberg, J., y Louault, F. (2015). Grass strategies and grassland community responses to environmental drivers: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 1297–1318 1.
- da Trindade, J. K., Pinto, C. E., Neves, F. P., Mezzalira, J. C., Bremm, C., Genro, T. C., ... y Carvalho, P. C. (2012). Forage allowance as a target of grazing management: implications on grazing time and forage searching. *Rangeland Ecology & Management*, 65(4), 382-393.
- da Trindade, J. K., Neves, F. P., Pinto, C. E., Bremm, C., Mezzalira, J. C., Nadin, L. B., ... y Carvalho, P. C. (2016). Daily forage intake by cattle on natural grassland: response to forage allowance and sward structure. *Rangeland Ecology & Management*, 69(1), 59-67.
- Davies, A. (1993). Tissue turnover in the sward. En A. Davies, R.D. Baker, S.A. Grant and A.S (Eds.), *Laidlaw Sward Measurement Handbook* (2ª ed. pp. 183-216) Kenilworth: British Grassland Society.
- de Faccio Carvalho, P. C., & Batello, C. (2009). Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. *Livestock Science* 120(1-2), 158-162.
- de LEMOS, R. C. (1973). Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. *Embrapa Solos-Séries anteriores (INFOTECA-E)*.
- Decruyenaere, V., Buldgen, A., Stilmant, D. (2009). Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods: a review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 13, 559-573.
- Del Puerto, O. (1969). *Hierbas del Uruguay*. Montevideo: Nuestra Tierra.
- Díaz, R. (2006). La expansión productiva por delante. *Revista INIA* 9, 37-39
- Díaz, S., Noy-Meir, I., y Cabido, M. (2001). Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology*, 38(3), 497-508.

- Donaghy, D. J., y Fulkerson, W. J. (1998). Priority for allocation of water-soluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. *Grass and Forage Science*, 53(3), 211-218.
- Drescher, M., Heitkönig, I. M., Raats, J. G., y Prins, H. H. (2006). The role of grass stems as structural foraging deterrents and their effects on the foraging behaviour of cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 101(1-2), 10-26.
- Durán, A., & García Préchac, F. (2007). *Suelos del Uruguay: Origen, clasificación, manejo y conservación*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Eggers, L., Cadenazzi, M., y Boldrini, I. I. (2004). Phyllochron of *Paspalum notatum* FL. and *Coelorhachis seloana* (Hack.) camus in natural pasture. *Scientia Agricola*, 61(4), 353-357.
- Eloy, L. R., Rocha, M. G. D., Pötter, L., Salvador, P. R., Stivanin, S. C. B., y Hampel, V. D. S. (2014). Biomass flows and defoliation patterns of alexandergrass pasture grazed by beef heifers, receiving or not protein salt. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 36(2), 123-128.
- Euclides, V. P. B., y Macedo, M. C. M. (1988). Avaliação de diferentes metodos de amostragem para se estimar o valor nutritivo de forrageiras sob pastejo. En *Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia*, Viçosa.
- Escuder, C. (1997). Manejo de la defoliación efecto de la carga y método de pastoreo. INTA Balcarce.
- Evans, D. R., & Williams, T. A. (1982). Growth of white clover with S23 perennial ryegrass under cutting and rotational grazing. *Report of the Welsh Plant Breeding Station for*, 1981, 42-44.
- Frank, A. B., y Bauer, A. (1995). Phyllochron differences in wheat, barley, and forage grasses. *Crop Science*, 35(1), 19-23.
- Frank, A. B., y Hofmann, L. (1989). Relationship among grazing management, growing degree-days, and morphological development for native grasses on the Northern Great Plains. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 42(3), 199-202.
- Fryxell, J. M. (1991). Forage quality and aggregation by large herbivores. *The American Naturalist*, 138(2), 478-498.
- Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Sheehan, J., Siebert, S. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478, 337–342.
- Forbes, T. D. A. (1988). Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. *Journal of Animal Science*, 66(9), 2369-2379.
- Forbes, J.M. (2003). The multifactorial nature of food intake control. *Journal of Animal Science* 81, 139-144.

- Forbes, J. M. (2007). A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. *Nutrition Research Reviews*, 20(2), 132-146.
- Formoso, F. (2000). Manejo de la alfalfa para la producción de forraje. *INIA Boletín de Divulgación*, 69, 1-19.
- Fox, D. G., Sniffen, C. J., y O'connor, J. D. (1988). Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *Journal of Animal Science*, 66(6), 1475-1495.
- Fulkerson, W. J., y Slack, K. (1995). Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*: 2. Effect of defoliation frequency and height. *Grass and forage Science*, 50(1), 16-20.
- Galli, J. R., Cangiano, C. A., y Fernández, H. H. (1996). Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 16(2), 119-142.
- Garagorry, F. C. (2008). Construção de uma tipologia funcional de gramíneas em pastagens naturais sob diferentes manejos (Tesis de Maestría. Universidade Federal de Santa María. Centro de Ciências Rurais. Departamento de Zootecnia, Brasil).
- Garagorry, F. C. (2012). *Alternativas de manejo de pastagem natural submetida a pastoreio rotativo*. (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil).
- Garnier, E., Laurent, G., Bellmann, A., Debain, S., Berthelie, P., Ducout, B., Roumet, C. y Navas, M. L. (2001). Consistency of species ranking based on functional leaf traits. *New Phytologist*, 152(1), 69-83.
- Gonçalves, E. N., Carvalho, P. C. D. F., Kunrath, T. R., Carassai, I. J., Bremm, C., y Fischer, V. (2009). Plant-animal relationships in pastoral heterogeneous environment: process of herbage intake. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(9), 1655-1662.
- Greenwood, G.B., Demment, M.W. (1988). The effects of fasting on short-term cattle grazing behavior. *Grass and Forage Science*, 43, 377-386.
- Gregorini, P., Gunter, S. A., Beck, P. A., Soder, K. J., y Tamminga, S. (2008). The interaction of diurnal grazing pattern, ruminal metabolism, nutrient supply, and management in cattle. *The Professional Animal Scientist*, 24(4), 308-318.
- Gonçalves, E.D. y Quadros, F. L. F. D. (2003). Características morfogênicas de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo em sistemas intensivos de utilização. *Ciência Rural*, 33(6), 1129-1134.
- Gonçalves, E. N., Carvalho, P. C. D. F., Kunrath, T. R., Carassai, I. J., Bremm, C., y Fischer, V. (2009). Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(9), 1655-1662.

- Grovum, W. (1993) Apetito, sapidez y control del consumo de alimento. En: C.D Church. (Ed.) El rumiante: fisiología digestiva y nutrición (pp 225-242). Zaragoza, Acribia.
- Guido, A., Varela, R. D., Baldassini, P., y Paruelo, J. (2014). Spatial and temporal variability in aboveground net primary production of Uruguayan grasslands. *Rangeland Ecology & Management*, 67(1), 30-38.
- Gunn, R. G., Sim, D. A., y Hunter, E. A. (1995). Effects of nutrition in utero and in early life on the subsequent lifetime reproductive performance of Scottish Blackface ewes in two management systems. *Animal Science*, 60(2), 223-230.
- Gutiérrez, R., y Modernel, P. (2011). Los procesos de adopción y manejo tecnológico en la producción familiar criadora. *Revista del Plan Agropecuario*, 140, 60-63.
- Hall, J. B., Staigmiller, R. B., Bellows, R. A., Short, R. E., Moseley, W. M., y Bellows, S. E. (1995). Body composition and metabolic profiles associated with puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science*, 73(11), 3409-3420.
- Haydock, K. P., y Shaw, N. H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Animal Production Science*, 15(76), 663-670.
- Helrich, K. Association of Official Analytical Chemists. (1990). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15ª ed.), Arlington: Association of Official Analytical Chemists .
- Hengeveld, G. M. (2007). Moving to eat, optimal foraging and environmental heterogeneity. En *Moving to eat: animal foraging movements in a heterogeneous environment*, (pp. 1-9). Recuperado de <https://edepot.wur.nl/21595>
- Heringer, I., y Carvalho, P. C. D. F. (2002). Ajuste da carga animal em experimentos de pastejo: uma nova proposta. *Ciência Rural*. 32(4), 675-679.
- Hodgson, J. (1985). The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. *International Grassland Congress*, 15, 63-66.
- Hodgson, J.(1990). *Grazing Management. Science info practice*. Harlow: Longman.
- Hodgson, J., Clark, D.A., Mitchell, R.J. (1994). Foraging behavior in grazing animals and its impact on plant communities. En G.C. Fahey (Ed.), *Forage quality and utilization*, (pp. 796-827). Lincon: American Society of Agronomy.
- Hoekstra, J. M., Boucher, T. M., Ricketts, T. H., y Roberts, C. (2005). Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters*, 8(1), 23-29.
- Hopper, H. W., Williams, S. E., Byerley, D. J., Rollosson, M. M., Ahmed, P. O., y Kiser, T. E. (1993). Effect of prepubertal body weight gain and breed on carcass composition at puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science*, 71(5), 1104-1111.

- Hunt, I. V. (1969). Introducción experimental a los problemas de manejo de pasturas en la Mesopotamia Argentina. *INTA Serie didáctica* 8, 3 – 23.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografía e Estadística (2004). *Mapa de Biomas do Brasil*. Recuperado de <http://mapas.ibge.gov.br/tematicos>
- Jacques, A. V. A. (2003). A queima das pastagens naturais: efeitos sobre o solo e a vegetação. *Ciência Rural*, 33(1), 177-181.
- Jaurena, M., Formoso, D., Miller, R., y Rebuffo, M. (2013). Campo natural: patrimonio del país y fundamento de la estabilidad productiva de la ganadería. *Revista INIA*, 32, 30-35.
- Jaurena, M., Porcile, V., Baptista, R., Carriquiry, E., Díaz, S. (2018). La Regla Verde: una herramienta para el manejo del campo natural. *Revista INIA*, 54, 24-27.
- Jonsson, N. N. (2006). The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to *Bos indicus* cattle and their crosses. *Veterinary parasitology*, 137(1-2), 1-10.
- Joubert, D. M. (1954). The influence of winter nutritional depressions on the growth, reproduction and production of cattle. *The Journal of Agricultural Science*, 44(1), 5-66.
- Kahmen, S., y Poschlod, P. (2008). Effects of grassland management on plant functional trait composition. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 128(3), 137-145.
- Kaufman, J. D., Pohler, K. G., Mulliniks, J. T., y Ríus, A. G. (2018). Lowering rumen-degradable and rumen-undegradable protein improved amino acid metabolism and energy utilization in lactating dairy cows exposed to heat stress. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 386-395.
- Kilgour, R. J. (2012). In pursuit of “normal”: A review of the behaviour of cattle at pasture. *Applied Animal Behaviour Science*, 138(1), 1-11.
- Kleyer, M. (1999). Distribution of plant functional types along gradients of disturbance intensity and resource supply in an agricultural landscape. *Journal of Vegetation Science*, 10(5), 697-708.
- Kozloski, G. V., Netto, D. P., Oliveira, L. D., Maixner, A. R., Leite, D. T., Maccari, M., ... y Quadros, F. L. F. D. (2006). Uso de óxido de cromo como indicador da excreção fecal de bovinos em pastejo: variação das estimativas em função do horário de amostragem. *Ciência Rural*, 36(2), 599-603.
- Kuinchtner, B.C., Quadros, F.L.F.D., Jochims, F., Casanova, P.T., Dutra, G.M., Ongaratto, F., Carvalho, R.M.R.D. (2018). Performance and feed intake of beef heifers on rotational grazing of natural grassland receiving protein and energy supplement in cool season. *Ciência Rural* 48, 1-8.
- Kunkle, W. E., Sand, R. S., y Garces-Yepez, P. (2002). Strategies for successful development of beef heifers. (SS-ANS-15). Department of Animal Sciences,

Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville.

- Laca, E. A. (1993). A conceptual model to explain variation in ingestive behaviour within a feeding patch. *Proceedings of the XVII International Grassland*. New Zealand and Queensland.
- Laca, E. A. (2009). New approaches and tools for grazing management. *Rangeland Ecology & Management*, 62(5), 407-417.
- Laca, E. A., y Demment, M. W. (1991). Herbivory: the dilemma of foraging in a spatially heterogeneous food environment. En *Plant defenses against mammalian herbivory* (pp. 29-44). Boca Raton: CRC.
- Laca, E.A., Ungar, E.D., Seligman, N. Demment, M.W. (1992). Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science*, 47, 91-102.
- Laca, E. A., Demment, M.W., Distel, R.A., Griggs, T.C. (1993). A conceptual model to explain variation in ingestive behavior within a feeding patch. En *International Grassland Congress*, 17. Palmerston North, New Zealand.
- Lamond, D. R. (1970). The influence of undernutrition on reproduction in the cow. *Animal Breeding Abstract*, 38, 359-372.
- Lapitz, R., Evia, G., y Gudynas, E. (2004). *Soja y carne en el Mercosur: comercio, ambiente y desarrollo agropecuario*. Montevideo: Coscoroba.
- Lattanzi, F. A. (1998). *Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento otoño-invernal y la morfogénesis de cultivares de festuca alta con diferentes patrones de crecimiento estacional* (Doctoral dissertation, Tesis Magíster Scientiae, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina).
- Lemaire, G. y Chapman, D. (1996). Tissue flows in grazed plant communities. En J. Hodgson y A.W. Illus (Eds.), *The Ecology and Management of Grazing Systems* (pp. 3-36). Wallingford: CAB International.
- Lemaire, G., y Agnusdei, M. G. (2000). Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. En G. Lemaire, J. Hodgson, A. de Moraes, P.C. de F. Carvalho, C. Nabinger (Eds), *Grassland ecophysiology and grazing ecology* (pp. 265–287). Wallingford: CAB International.
- Lemaire, G., Da Silva, S. C., Agnusdei, M., Wade, M., y Hodgson, J. (2009). Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. *Grass and Forage Science*, 64(4), 341-353.
- Lenzi, A., Machado, L. C. P., de Quadros, F. L. F., Machado Filho, L. C. P., Barbero, L. M., y Roma, C. C. (2009). Desempenho animal e produção de forragem sob pastejo contínuo ou pastoreio racional voisin. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4(3).
- Lezama, F., Altesor, A., León, R. J., y Paruelo, J. M. (2006). Heterogeneidad de la vegetación en pastizales naturales de la región basáltica de Uruguay. *Ecología Austral*, 16(2), 167-182.

- L'Huillier, P. J., Poppi, D. P., Fraser, T. J. (1986). Influence of structure and composition of ryegrass and prairie grass-white clover swards on the grazed horizon and diet harvested by sheep. *Grass and Forage Science*, 41, 259-267.
- Lobato, J. F. P. (1999). Considerações efetivas sobre seleção, produção e manejo para maior produtividade dos rebanhos de cria. *Produção de bovinos de corte*, 1, 286-302.
- Lobato, J. F. P. (2003). A “vaca ideal” e o seu manejo em sistemas de produção de ciclo curto. En: *Simpósio Da Carne Bovina: da produção ao Mercado Consumidor* (pp. 9-43). São Borja-RS.
- Lowman, B. G., Scott, N., Somerville, S. (1976). Condition score of cattle; revised edition. *East of Scotland College of Agriculture. Bulletin* Nº 6, 8.
- Machado, J. M., Rocha, M. G. D., Quadros, F. L. F. D., Confortin, A. C. C., Santos, A. B. D., Sichonany, M. J. D. O., ... y Rosa, A. T. N. D. (2013). Morphogenesis of native grasses of Pampa Biome under nitrogen fertilization. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(1), 22-29.
- Malafaia, P. A. M., VALADARES FILHO, S. D., Vieira, R. A. M., Silva, J. D., y Pereira, J. C. (1998). Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27(4), 790-796.
- Maraschin, G. E. (1998). Manejo de pastagens nativas, produtividade animal e dinâmica da vegetação em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. *Reunião do grupo técnico em forrageiras do Cone Sul—zona campos*, 17, 47-54.
- Maraschin, G. E. (2001). Production potential of South American grasslands. *International Grassland Congress* 19, 5-18.
- Martino, D., Methol, M., Oleaga, A., Pirelli, H., Rodríguez, L., Vidal, L. ... y Kindgard, A. (2008). Cambios en el uso de la tierra. En *GEO Uruguay*, (pp. 56-117). Montevideo, PNUMA.
- Mattiauda, D. A., Tamminga, S., Gibb, M. J., Soca, P., Bentancur, O., y Chilibroste, P. (2013). Restricting access time at pasture and time of grazing allocation for Holstein dairy cows: ingestive behaviour, dry matter intake and milk production. *Livestock Science*, 152(1), 53-62.
- Mazzanti, A. E. (1993). Uso eficiente de pasturas bajo corte o pastoreo. En *Jornadas de Actualización Técnica en Invernada. Memorias*. (pp. 11 – 18). INTA/ Facultad de Ciencias Agrarias. Mar del Plata, Balcarce.
- Mazzanti, A., Lemaire, G., y Gastal, F. (1994). The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass and Forage Science*, 49(2), 111-120.

- McIntyre, S., y Lavorel, S. (2001). Livestock grazing in subtropical pastures: steps in the analysis of attribute response and plant functional types. *Journal of Ecology*, 89(2), 209-226.
- McMaster, G. S., y Wilhem, W. W. (1995). Accuracy of equations predicting the phyllochron of wheat. *Crop Science*, 35(1), 30-36.
- Methol, R. (1989). El pastoreo rotativo una herramienta de trabajo. *Almanaque del Banco de Seguros del Estado (Uruguay) 1989*: 190 – 192.
- Mezzalira, J. C. (2010). O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogênicos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem. (Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil).
- Mezzalira, J. C., Carvalho, P. C. D. F., Trindade, J. K. D., Bremm, C., Fonseca, L., Amaral, M. F. D., y Reffatti, M. V. (2012). Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. *Ciência Rural*, 42(7), 1264-1270.
- MGAP- DIEA (2019). Anuario Estadístico Agropecuario 2019. Montevideo, Uruguay, 256 pp.
- Millot, J. C., Risso, D., y Methol, R. (1987). *Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay*. Montevideo: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- Millot, J.C., Boggiano, P., De Souza, D. y Saldanha, S. (1989). Presentación del Plan de Actividades: Proyecto – Manejo de Pasturas Naturales. En *XI Reuniao do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical* (pp. 341-354). Lages, SC, Brasil.
- Modernel, P., Rossing, W. A., Corbeels, M., Dogliotti, S., Picasso, V., y Tittonell, P. (2016). Land use change and ecosystem service provision in Pampas and Campos grasslands of southern South America. *Environmental Research Letters*, 11(11), 113002.
- Montossi, F., Berretta, E. J., San Julián, R., Risso, D. F., y Pigurina, G. (1998). Aspectos de manejo de pasturas naturales y mejoradas para incrementar la producción y calidad de productos animales en los sistemas ganaderos de las regiones de basalto y cristalino del Uruguay. En *Reunião do Grupo Técnico Regional em Forrageiras do Cone Sul, Zona Campos*. Lages, SC, Brasil.
- Moraes, A. D., Maraschin, G. E., y Nabinger, C. (1995). Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. *Simpósio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros*. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília.
- Mossman, D. H., y Handly, G. J. (1977). A theory of beef production. *New Zealand Veterinary Journal*, 25(4), 96-100.

- Mott, G. O., y Lucas, H. L. (1952). The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. En: International Grassland Congress 6(1952), 1380-1395.
- Nabinger, C. (1980). Técnicas de melhoramento de pastagens naturais no Rio Grande do Sul. *Seminário sobre pastagens. Rio Grande do Sul De que pastagens necessitamos* (pp 28-58). Rio Grande do Sul.
- Nabinger, C. (1997). Principios da exploração intensiva de pastagens; produção de bovinos a pasto. En *Simposio sobre Manejo da Pastagem 13º* (pp.15-95). FEALQ. Piracicaba, Brazil.
- Nabinger, C. (1997). Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. *Simpósio sobre manejo da pastagem*, 14, 213-251.
- Nabinger, C. (2006). Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropico brasileiro. *Simpósio de Forrageiras e Pastagens*, 1, 25-76.
- Nabinger, C. y Carvalho, P. (2008). Avanços no manejo do pasto para a produção bovina. *Jornada Técnica em sistemas de produção de bovinos de corte e cadeia produtiva: a pecuária que dá certo*, 3, 21-70.
- Nabinger, C., y de Faccio Carvalho, P. C. (2009). Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia*, 13(3), 18-27.
- Nabinger, C., y Pontes, L. D. S. (2001). Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. *Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia*, 38, 755-771.
- Nabinger, C., Moraes, A. D., y Maraschin, G. E. (2000). Campos in southern Brazil. En I. Lemaire, J. Hodgson, A.I de Moraes, P. C. de Faccio Carvalho, C. Nabinger, *Grassland ecophysiology and grazing ecology* (pp. 355-376). Wallingford: CABI.
- Nelsen, T. C., Short, R. E., Reynolds, W. L., y Urick, J. J. (1985). Palpated and visually assigned condition scores compared with weight, height and heart girth in Hereford and crossbred cows. *Journal of Animal Science*, 60(2), 363-368.
- Newman, J.A., Penning, P.D., Parsons, A.J. Harvey, A. Orr, R.J. (1994). Fasting affects intake behavior and diet preference of grazing sheep. *Animal Behavior*, 47,185-193.
- O'Reagain, P.J., Mentis, M.T. (1989).The effect of plant structure on the acceptability of different grass species to cattle. *Journal of Grassland Society of South Africa*, 6, 163-170.
- Olson, D. M., y Dinerstein, E. (2002). The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89, 199-224.
- Overbeck, G. E., Müller, S. C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V. D., Blanco, C. C., ...y Forneck, E. D. (2007). Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9(2), 101-116.

- Owens, F. N., Dubeski, P., y Hanson, C. F. (1993). Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, 71(11), 3138-3150.
- Pallarés, O.P.; Berretta, E. J. y Maraschin, G. E. (2005) The South American Campos ecosistema. En: J. M. Suttie, S. G. Reynolds y C. Batello, *Grassland of the World* (pp. 171-220). Roma: FAO – Food and Agriculture of the United Nations.
- Parsons A.J. (1988). The effects of season and management on the growth of grass swards. En Jones, M.B., Lazenby, A. (Eds.), *The Grass Crop: The Physiological Basis of Production* (pp. 129-177). London: Chapman and Hall.
- Paruelo, J. M., Guerschman, J. P., Piñeiro, G., Jobbagy, E. G., Verón, S. R., Baldi, G., y Baeza, S. (2006). Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia*, 10(2), 47-61.
- Patterson, D. J., Perry, R. C., Kiracofe, G. H., Bellows, R. A., Staigmiller, R. B., y Corah, L. R. (1992). Management considerations in heifer development and puberty. *Journal of Animal Science*, 70(12), 4018-4035.
- Peacock, J.M. (1975). Temperature and leaf growth in *Lolium perenne*. III. Factors affecting seasonal differences. *Journal of Applied Ecology* 12:685-697.
- Pedroso, C. E. D. S., Monks, P. L., Ferreira, O. G. L., Tavares, O. M., y Lima, L. S. (2009). Características estruturais de milheto sob pastejo rotativo com diferentes períodos de descanso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(5), 801-808.
- Pérez-Clariget, R.; Carriquiry, M. y Soca, P. (2007). Estrategias de manejo nutricional para mejorar la reproducción en ganado bovino. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 15: 114-119.
- Pillar, V. D. (2003). Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. Em V. Claudino-Sales, *Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação*, (pp.209-216). Fortaleza: Expressão Gráfica.
- Pillar, V. D. P., y Lange, O. (Eds.). (2015). *Os campos do sul*. Porto Alegre/RS: Rede Campos Sulinos-UFRGS.
- Pillar, V. D. P., Jacques, A. V. A., y Boldrini, I. I. (1992). Fatores de ambiente relacionados à variação da vegetação de um campo natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 27(8), 1089-1101.
- Pinheiro Machado, L. C. (2004). *Pastoreo racional Voisin: tecnologia agroecológica para el tercer milenio*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Pinto, C. E. (2003). Produção primária e secundária e comportamento ingestivo de novilhos submetidos a distintas ofertas de fitomassa total de uma pastagem natural na Depressão Central do Rio Grande do Sul. (Tesis de Maestría. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre).

- Pinto, C. E., Carvalho, P. C. D. F., Frizzo, A., Fontoura Júnior, J. A. S. D., Nabinger, C., y Rocha, R. (2007). Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. *Revista brasileira de zootecnia*, 36(2), 319-327.
- Quadros, F. L.F., Cruz, P., y Theu, J. P. (2006). Uso de tipos funcionais de gramíneas como alternativa de diagnóstico da dinâmica e do manejo de campos naturais. *43 Reunião anual da sociedade brasileira de Zootecnia*. João Pessoa, Brasil.
- Quadros, F. D., Trindade, J. P. P., y Borba, M. (2009). A abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. En: *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade* (pp. 206-213). Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Quadros, F. L. F. D., Garagorry, F., Carvalho, T. H. N. D., Rocha, M. G. D., y Trindade, J. P. P. (2011). Utilizando a racionalidade de atributos morfogênicos para o pastoreio rotativo: experiência de manejo agroecológico em pastagens naturais do Bioma Pampa. *Cadernos de Agroecologia/Revista Brasileira de Agroecologia*, 6, 716-720.
- Quadros, F. L. F. D., Kuinchtner, B.C., Soares, E.M., de Carvalho, R.M.R., Seibert, L., Casanova, P.T., y Marin, L. (2017). Produtividade e estratégias de manejo de pastoreio em campo natural. En: REUNIÓN DEL GRUPO TÉCNICO EN FORRAJERAS DEL CONO SUR, 24., 2017, Tacuarembó. Bioma Campos: retomando un camino de oportunidades para una producción ganadera sustentable: memorias (pp. 9-16). Tacuarembó: *INIA y UDELAR*.
- Quintans, G., y Vaz Martins, D. (1994). Efecto de diferentes fuentes de suplemento sobre el comportamiento de terneras. En G. Quintans, G. Pigurina, H. Saravia, (Eds.), *Avances en la Suplementación de la Recría e Invernada Intensiva* (pp. 2-8). Treinta y Tres: *INIA*.
- Quintans, G. y Vázquez, A.I. (2002). Effect of premature weaning and suckling restriction with nose plates on the reproductive performance of primiparous cows under range conditions. En *Proceedings of the Sixth International Symposium in Domestic Ruminants*, (pp. A65). Crieff, Scotland.
- Quintans, G., Pigurina, G. y Paiva, N. (1999). Rodeo de cría. En *Alternativas de manejo para la zona Este* (pp. 1-23). Treinta y Tres: *INIA*.
- Quintans, G., Vaz Martins, D., Carriquiry, E., Pigurina, G., y Saravia, H. (2008). Recría vacuna: antecedentes y nuevos enfoques. En G. Quintans, J.I. Velazco, G. Roig. (Eds.), *Seminario de actualización técnica: cría vacuna*, (pp. 53-55). Montevideo: *INIA*.
- Riewe, M.E. (1980) Expected animal response to certain grazing strategies. En: J.L. Wheelery, R.D. Mochrie, R.D. (Eds.). *Forage evaluation: concepts and techniques* (pp. 341-355). Canberra: *CSIRO*.

- Rocha, M. G. D., y Lobato, J. F. P. (2002). Avaliação do desempenho reprodutivo de novilhas de corte primíparas aos dois anos de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(Supp 3),1388-1395.
- Rodríguez, P. D. P. (2011). Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. *Pastos*, 32(2), 109-137.
- Rodríguez, C., Leoni, E., Lezama, F., & Altesor, A. (2003). Temporal trends in species composition and plant traits in natural grasslands of Uruguay. *Journal of Vegetation Science*, 14(3), 433-440.
- Rosengurtt, B., Gallinal, J. P., Bergalli, L., Aragono, L. y Campal, E.F. (1939). Estudios sobre praderas naturales del Uruguay. La variabilidad de la composición de las praderas. *Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos*,11 (3), 28-33.
- Ruyle, G. B., y Dwyer, D. D. (1985). Feeding stations of sheep as an indicator of diminished forage supply. *Journal of Animal Science*, 61(2), 349-353.
- Sala, O.; Chapin III, S.; Armesto, J.; Berlow, E.; Bloomfield, J. y Dirzo, R. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *science* 287: 1170-74.
- Saldanha, S. (2005). Manejo del pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de basalto y suelos arenosos de cretácico. Frecuencia de las defoliaciones. En *Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural*. Montevideo: INIA.
- Santos, D. T. (2007). *Manipulação da oferta de forragem em pastagem natural: efeito sobre o ambiente de pastejo e o desenvolvimento de novilhas de corte*. (Tesis Doctora. Universidade Federal do Rio Grande do Sul).
- Scarlato, S., Carriquiry, M., Do Carmo, M., Faber, A., Genro, C., y Soca, P. (2011). *Conducta de vacas de cría en pastoreo de campo nativo: efecto de la oferta de forraje sobre la expresión del patrón temporal y espacial de pastoreo* (Tesis Doctoral. Facultad de Agronomía, Universidad de la República).
- Seibert, L. (2015). Efeito do pastoreio rotativo sobre a composição florística e estrutural de uma pastagem natural do bioma pampa. (Tesis de Maestría. Universidad Federal de Santa María).
- Schellberg J. y Pontes L.S. (2012). Plant functional traits and nutrient gradients on grassland. *Grass and Forage Science*, 67, 305–319.
- Shipley, L. A., J. E. Gross, D. E. Spalinger, N. T. Hobbs, and B. A. Wunder. (1994). The scaling of intake rate in mammalian herbivores. *American Naturalist* 143:1055–1082.
- Short, R. E., Staigmiller, R. B., Bellows, R. A., y Greer, R. C. (1994). Breeding heifers at one year of age: biological and economic considerations. En M.J. Fields, R.S. Sands, *Factors affecting calf crop* (pp. 55-68) . Boca Raton: CRC.

- Silva, S. C. D., y Nascimento Júnior, D. D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 122-138.
- Simon, J. C., y Lemaire, G. (1987). Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. *Grass and Forage Science*, 42(4), 373-380.
- Smetham, M. (1981). Manejo del pastoreo. En: R. H. M. Langer, *Las pasturas y sus plantas* (pp. 209-270). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Smith, A.M., Reid, J.T. (1955). Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. *Journal of Dairy Science*, 38(5), 515-524.
- Soares, A. B., Carvalho, P. C. D. F., Nabinger, C., Semmelmann, C., Trindade, J. K. D., Guerra, E., ... y Frizzo, A. (2005). Animal and forage production on native pasture under different herbage allowance. *Ciência Rural*, 35(5), 1148-1154.
- Soca, P., Carriquiry, M., Quintans, G., López, C., Espasandín, A., Trujillo, A.I., Marichal, M.J., Astessiano, A.L. y Pérez-Clariget, R. (2008). Empleo del flusing y destete temporario de forma táctica para mejorar indicadores reproductivos y concentración de preñez en vacas primíparas. En *Seminario de actualización técnica: Cría vacuna* (pp. 120-134). Montevideo: INIA.
- Sollenberger, L. E., y Burns, J. C. (2001). Canopy characteristics, ingestive behaviour and herbage intake in cultivated tropical grasslands. *International Grassland Congress 19*: 321-327.
- Soriano, A. (1992). Río de La Plata Grasslands. En Coupland, R. T. (Ed.). *Natural grasslands. Introduction and Western Hemisphere. Ecosystems of the World* (Vol. 8A, pp. 367-407). Amsterdam: Elsevier.
- Spalinger, D. E., and N. T. Hobbs. (1992). Mechanisms of foraging in mammalian herbivores: new models of functional response. *American Naturalist* 140, 325-348.
- Stephens, D. W., y J. R. Krebs. (1986). *Foraging theory*. Princeton: Princeton University.
- Stoddart, J. L.; Thomas, H.; Lloyd, E. J.; Pollock, C.J. (1986). The use of a temperature-profiled position transducer for the study of low temperature growth in Graminae. *Planta* 167:359-363.
- Streck, E. V., Kampf, N., y Klamt, E. (1999). Atualização da classificação taxonômica das unidades de mapeamento do levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul. *Informativo da EMATER/RS*, 16, (19), 5.
- Streck, E. V., Kämpf, N., Dalmolin, R. S. D., Klamt, E., Nascimento, P. D., Schneider, P., ... y Pinto, L. F. S. (2008). *Solos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: UFRGS.
- Stuth, J. W. (1991). Foraging behavior. En J.W. Stuth, (Ed.), *Grazing Management: An Ecological Perspective* (pp. 65-83). Portland: Timber.

- Stuth, J., y Maraschin, G. E. (2000). Sustainable management of pasture and rangelands. En *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology* (pp.339-354). Wallingford: CAB International.
- Suertegaray, D. M., y Silva, L. D. (2009). Tchê Pampa: histórias da natureza gaúcha. En *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade* (pp. 42-62). Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Suttie, J. M., Reynolds, S. G., y Batello, C. (Eds.). (2005). *Grasslands of the World*. Roma: FAO.
- Teague, R., Provenza, F., Kreuter, U., Steffens, T., y 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.
- Theau, J. (2004). *Evolución de herramientas de diagnóstico sobre a base del diálogo entre investigación y extensión. El ejemplo de las praderas naturales de los pirineos. Desarrollo local y nuevas ruralidades en Argentina*. Bahía Blanca: INRA-SAD.
- Thompson Hobbs, N., Gross, J. E., Shipley, L. A., Spalinger, D. E., y Wunder, B. A. (2003). Herbivore functional response in heterogeneous environments: a contest among models. *Ecology*, 84(3), 666-681.
- Thurrow, J. M., Nabinger, C., Castilhos, Z. M. D. S., Carvalho, P. C. D. F., Medeiros, C. M. O., y Machado, M. D. (2009). Estrutura da vegetação e comportamento ingestivo de novillos em pastagem natural do Rio Grande do Sul. *Revista brasileira de zootecnia*. 38(5), 818-826.
- Tilley, J. M. A., y Terry, R. A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science*, 18(2), 104-111.
- Tothill, J. C., Hargreaves, J. N. G., Jones, R. M., y McDonald, C. K. (1992). *BOTANAL—a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling*. Canberra: CSIRO.
- Vallentine, J. F. (1990). *Grazing Management*, (Academic Press, Inc.: San Diego, CA.).
- Valles, B.; Castillo, E.; Barragán, J.; Jarillo, J.; Ocaña, E. (2010). Dinámica de una pastura mixta bajo pastoreo intensivo en el trópico húmedo veracruzano. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 14 (1), 3 – 22.
- Van Soest, P. J. (1963). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. 2. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*, 46, 829-835.
- Vargas, C. A., Olson, T. A., Chase, C. C., Hammond, A. C., y Elzo, M. A. (1999). Influence of frame size and body condition score on performance of Brahman cattle. *Journal of Animal Science*, 77(12), 3140-3149.

- Voisin, A., Bressou, C., and Machado, N. B. P. (1974). *Produtividade do pasto*. Rio de Janeiro: Mestre.
- Wade, M. H., Peyraud, J. L., Comerón, E. A., and Lemaire, G. (1995). The dynamics of daily milk production and sward height under paddock grazing conditions. *Annales de Zootechnie*, 44,127-127.
- Wagner, A. P. L., Weber, E., Hasenack, H., Klering, E.V, Fontana, D. C. (2011). Variabilidade Temporal do NDVI/MODIS na Análise de Remanescentes da Ecorregião das Savanas Uruguaias. En: *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* (pp. 5600 – 5606). INPE. Curitiba.
- Watson, D.J. (1947). Comparative physiological studies in the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Ann. Bot.* 11, 41–76.
- Watts, W.R. (1972). Leaf extension in *Zea mays*. II. Leaf extension in response to independent variation of the temperature of the apical meristem, of the air around temperature of the apical meristem, of the air around the leaves, and the root zone. *Journal of Experimental Botany*, 23 (76), 713-721.
- Wilhelm, W.W. y McMaster, G.S.(1995). Importance of the Phyllochron in Studying Development and Growth in Grasses. *Crop Science*, 35 (1),1-3.
- Williams, C. H., David, D. J., y Lismaa, O. (1962). The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *The Journal of Agricultural Science*, 59(3), 381-385.