

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**INSTALACIÓN DE *Paspalum notatum* BAJO MÉTODOS CONTRASTANTES
DE PASTOREO OVINO EN UN ÁREA DE RESTAURACIÓN DE CAMPO
NATURAL**

por

**Micaela GARCÍA GARIGOYCHEA
Victoria PINA GAYOSO**

**Trabajo Final de Grado presentado
como uno de los requisitos para
obtener el título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY**

2022

Trabajo final de grado aprobado por:

Director:

Lic. Biol. (Dr.) Felipe Lezama

Ing. Agr. (M. Sc.) Washington Bell

Lic. Biol. (Dra.) Daniella Bresciano

Ing. Agr. (M. Sc.) Martín Do Carmo

Fecha: 12 de diciembre de 2022

Autor:

Micaela García Garigoychea

Victoria Pina Gayoso

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República por todos los conocimientos y herramientas brindadas en los años de carrera.

A los tutores Felipe Lezama y Washington Bell, por su dedicación y vocación para compartir sus conocimientos, y por su disposición para ayudarnos y orientarnos en el trabajo final de nuestra carrera.

A los funcionarios del CRS, en particular a los de la unidad de ovinos, por la ayuda brindada durante la etapa experimental del trabajo.

A nuestra familia, por el apoyo incondicional que nos han dado durante toda la carrera.

A nuestros amigos y compañeros por la ayuda y los buenos momentos compartidos.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2. 1 CAMPO NATURAL.....	3
2. 1. 1 <u>Características del campo natural</u>	3
2. 2 DEGRADACIÓN DEL CAMPO NATURAL.....	4
2. 3 RESTAURACIÓN DEL CAMPO NATURAL.....	6
2. 4 MANEJO DEL PASTOREO.....	7
2. 4. 1 <u>Pastoreo continuo</u>	9
2. 4. 2 <u>Pastoreo rotativo</u>	11
2. 5 SELECTIVIDAD DEL PASTOREO.....	12
2. 5. 1 <u>Factores que afectan la selectividad</u>	13
2. 6 ESPECIE DE INTERÉS: <i>Paspalum notatum</i>	19
2. 7 HIPÓTESIS.....	20
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	21
3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	21
3. 2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	22
3. 3 CLIMA Y PERÍODO EXPERIMENTAL.....	22
3. 4 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23

3. 5 OBTENCIÓN DE DATOS.....	24
3. 5. 1 <u>Largo plazo</u>	24
3. 5. 2 <u>Corto plazo: Evaluación de patrones de defoliación</u>	25
3. 6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	25
3. 6. 1 <u>Metodología de cálculo</u>	25
3. 6. 1. 1 Frecuencia de defoliación.....	25
3. 6. 1. 2 Intensidad de defoliación.....	26
3. 6. 2 <u>Análisis de datos</u>	26
4. <u>RESULTADOS</u>	27
4. 1 VARIABLES CLIMÁTICAS.....	27
4. 2 CARACTERIZACIÓN DEL CAMPO EN EL LARGO PLAZO..	28
4. 2. 1 <u>Variación temporal de la altura del pasto en las parcelas bajo tratamientos de pastoreo contrastantes</u>	28
4. 2. 2 <u>Variación temporal de la composición florística de las parcelas</u>	29
4. 3 CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA EN EL CORTO PLAZO.....	30
4. 3. 1 <u>Número promedio de hojas por macollo y densidad promedio de macollos por terrón</u>	30
4. 3. 2 <u>Evaluación de altura y disponibilidad en materia seca por tipo de pastoreo</u>	31
4. 3. 3 <u>Evaluación de la altura e intensidad de defoliación del pasto del terrón y la celda contigua</u>	34
4. 3. 4 <u>Evaluación de la frecuencia de defoliación de <i>Paspalum notatum</i></u>	35
4. 3. 5 <u>Evaluación de la intensidad de defoliación <i>Paspalum notatum</i></u>	36

5. <u>DISCUSIÓN</u>	38
5.1 CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA Y LA COMPOSICIÓN DE LA PASTURA EN EL LARGO PLAZO.....	39
5.2 PATRONES DE DEFOLIACIÓN DE LA PASTURA A DISTINTAS ESCALAS.....	38
6. <u>CONCLUSIONES</u>	41
7. <u>RESUMEN</u>	42
8. <u>SUMMARY</u>	43
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	44

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Mecanismos de escape presentes en las plantas para evitar ser consumidas por los animales.....	17
2. Clasificación de la preferencia del forraje y su función asociada...	19
3. Condiciones meteorológicas durante el período de evaluación.....	22
4. Especies vegetales dominantes en cobertura en el terrón de CN y en la celda continua.....	29
5. Intensidad de defoliación de terrones y celdas de cada tratamiento para las fechas de medición. Letras diferentes expresan diferencias significativas entre las intensidades de los tratamientos.....	35
Figura No.	Página
1. Croquis de la Unidad de Ovinos de la estación experimental CRS y sitio de ensayo (potrero 3).....	21
2. Diseño experimental de largo plazo realizado para evaluar la capacidad de restauración de campo natural a través de transferencia de panes de pasto bajo dos regímenes de pastoreo contrastantes. Las parcelas grandes representan los potreros y las chicas la distribución de los terrones.....	23
3a. Temperaturas medias durante el período en estudio (febrero a abril del 2021) y temperaturas medias de la serie histórica 1985-2015 de INIA Las Brujas.....	27
3b. Precipitaciones durante el período en estudio (febrero a abril de 2021) y precipitaciones medias de la serie histórica 1985-2015 de INIA Las Brujas para el mismo período.....	27

4.	Altura del pasto comprimido promedio de las parcelas medida con plato forrajero a la entrada y la salida de los animales desde la implantación de los terrones y el comienzo del experimento de largo plazo (n=3).....	28
5.	Número de hojas promedio por macollo de pastoreo rotativo y continuo.....	30
6.	Número de macollos promedio por terrón en cada tipo de pastoreo.....	31
7a.	Altura promedio de las parcelas de cada pastoreo al inicio y al final del período experimental.....	31
7b.	Disponibilidad en base seca promedio por tratamiento.....	32
8a.	Correlación de la altura medida por el plato forrajero con la disponibilidad de materia seca medida por método directo en todas las parcelas.....	33
8b.	Correlación de la altura medida por el plato forrajero con la disponibilidad de materia fresca medida por método directo en todas las parcelas.....	33
9.	Altura de los terrones y de las celdas linderas durante las fechas de medición.....	34
10.	Frecuencia de defoliación de <i>Paspalum notatum</i> (%) en las tres fechas de medición. Letras distintas indican diferencias significativas dentro del tratamiento.....	36
11.	Intensidad de defoliación de <i>Paspalum notatum</i> (%) en las tres fechas de medición. Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada tratamiento.....	36

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, el campo natural es el componente prioritario de la base forrajera de rodeos y majadas en los sistemas ganaderos (Chilibroste, 2005), los cuales conforman una de las principales actividades agropecuarias del país. Los campos naturales en los últimos años han estado sometidos a procesos de intervención debido al crecimiento de los rubros agrícolas y forestales, lo que ha determinado una disminución de casi 110 mil hectáreas por año del área de campos naturales (Jaurena et al., 2013). Estos cambios en el uso de la tierra amenazan la conservación de los ecosistemas de campo natural, la diversidad de especies y de la variabilidad genética intraespecífica a escala local y regional.

Además del cambio de hábitat, otra de las causas de la pérdida de diversidad genética de las especies presentes en el campo natural, es el sobrepastoreo (Ayala et al., 2008). El sobrepastoreo se da por el incremento de la carga animal por encima de la capacidad de carga que lleva a la disminución del vigor y producción de especies deseables, y en condiciones extremas a importantes pérdidas de suelo (Jaurena et al., 2013). Un incorrecto manejo en el método de pastoreo también puede convertirse en una amenaza para la conservación del campo natural. El pastoreo de tipo continuo y con altas cargas provoca la sustitución de especies productivas, la cual se hace más intensa a medida que aumenta la relación lanar/vacuno (Ayala et al., 2008). El manejo del pastoreo rotativo se debe realizar con un correcto tiempo de descanso y ocupación, como también con una correcta dotación, para asegurar la eficiencia en la producción y conservación del tapiz forrajero.

La selectividad animal es un proceso de gran relevancia en los sistemas donde la base forrajera es el campo natural dado que se aprovecha la gran diversidad que éste presenta y se potencia la producción animal. Es un proceso dinámico el cual implica múltiples factores. La importancia técnica y económica de la selectividad animal está relacionada a su incidencia sobre el valor nutritivo de la dieta consumida y consecuentemente sobre la productividad obtenida. Es necesario conocer el proceso de selección para aprovecharlo a favor del sistema y potenciar los recursos y la economía, generando estrategias de manejo sustentables y a la vez una producción animal rentable.

Existe una búsqueda continua de herramientas para revertir la situación de degradación de los campos y producir en forma sustentable y sostenible, por lo que parte de este trabajo se plantea introducir especies vegetales características de campo natural en un campo degradado, a partir de trasplantes de pastos y suelo. Esta investigación surge de un experimento de mayor escala temporal donde se evalúa la capacidad de restauración de un campo degradado frente a los distintos métodos de pastoreo con ovinos. En particular, el experimento aborda la reintroducción de *Paspalum notatum* en campos

degradados por agricultura, y altamente invadidos por especies exóticas, lo que representa un gran desafío desde el punto de vista del manejo del pastoreo, en el sentido de identificar manejos que favorezcan su instalación y persistencia.

El objetivo general de este trabajo es evaluar cómo es afectado el comportamiento de *Paspalum notatum* en un área de restauración de campo natural bajo dos manejos de pastoreo contrastantes con ovinos, pastoreo continuo y pastoreo rotativo con intervalos de ocupación y descansos fijos. Específicamente se plantea determinar la frecuencia e intensidad de defoliación de una especie nativa, *Paspalum notatum*, la cual fue introducida, en un área degradada, dominada por la especie exótica invasora *Cynodon dactylon*, a partir de trasplantes provenientes de un campo natural. Se plantea asimismo relacionar la información de selectividad con la respuesta de la especie trasplantada en el largo plazo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CAMPO NATURAL

2.1.1 Características del campo natural

Uruguay forma parte de la región de los pastizales del Río de la Plata (Soriano, 1991). La vegetación dominante de la región, denominada campo natural, se define como un tipo de cobertura vegetal formada de gramíneas, con plantas herbáceas y subarbustivas, donde los árboles son raros (Berretta y do Nascimento, 1991). A pesar de que los valores promedio de los parámetros climáticos estarían indicando que la vegetación dominante debería ser boscosa, la irregularidad de los mismos, que trae aparejada períodos frecuentes de sequías en cualquier época del año, ha llevado al desarrollo de una vegetación herbácea típica de la región (Chebataroff, 1969, Del Puerto, 1969).

Actualmente el campo natural ocupa el 64,3 % del área total del Uruguay (MGAP. DIEA, 2013), y es la principal fuente de forraje de los rodeos y majadas en los sistemas productivos ganaderos del Uruguay. Integra además una proporción variable de la base nutricional de los sistemas que practican una secuencia agrícola – ganadera o una agricultura forrajera más intensiva (Risso, 2005).

El principal componente del campo natural son las gramíneas (Rosengurtt, 1979), en su mayoría estivales ordinarias, muy adaptadas al pastoreo, cuya cantidad y calidad de forraje es máxima en primavera, pero muy reducida en invierno lo que causa un pronunciado desbalance productivo a nivel predial (García Préchac y Durán, 2001). Se encuentran también una cantidad pequeña de leguminosas y un conjunto elevado de especies de otras familias botánicas que se consideran malezas (Carámbula, 1991). El componente gramíneo está constituido por dos grupos fundamentales, especies invernales (tipo C3) y especies estivales (tipo C4), generando que en otoño y primavera se de la máxima producción de biomasa (Rosengurtt, 1943). Más allá de estas generalidades, el campo natural en Uruguay posee una gran variabilidad en la composición florística y cobertura, explicado por factores como el material geológico que dio origen a suelos de diferente textura, fertilidad y profundidad, por el clima y por el manejo (Berretta, 1996).

El componente precipitaciones dentro del factor clima afecta sustancialmente la producción primaria de las pasturas (Pruel et al., 2010). La precipitación media anual del Uruguay es de 1200 mm en el sur y 1600 mm en el norte (Castaño et al., 2011), en Uruguay las precipitaciones tienen un régimen isohigro, pero presenta alta variabilidad entre años a nivel mensual (Grasso et al., 2015). A su vez, la alta radiación solar, las temperaturas favorables y la adecuada disponibilidad de agua en el suelo en estos períodos, resulta en un mayor

crecimiento de las pasturas, siendo máximo hacia mediados-fines de primavera (Risso, 1993).

Los principales factores limitantes del campo natural en la performance animal son la cantidad de forraje disponible y la distribución estacional del mismo (Berretta, 1991). Los cambios estacionales son más o menos regulares en el ecosistema de campo natural, pero dentro de las estaciones, la influencia del clima con eventos inesperados, aumenta la variabilidad de la producción de forraje y tiene una influencia marcada en aquellas estaciones donde se produce la mayor parte del crecimiento (Berretta, 1991). Los estudios en diferentes comunidades y épocas muestran que hay un predominio de especies de ciclo estival (varios autores citados por Berretta, 1996). En otoño e invierno aumenta la participación relativa de las especies invernales en el forraje disponible, pero sin superar la participación de las estivales. Dentro de las invernales, alrededor del 50 % de ellas son hierbas enanas y pastos ordinarios, mientras que los pastos finos son escasos. Este predominio de especies estivales es lo que explica la mayor producción de forraje en primavera y verano.

2.2 DEGRADACIÓN DEL CAMPO NATURAL

La degradación del campo natural lleva a la pérdida de vigor y producción de especies deseables, así como a importantes pérdidas a nivel de suelos. Esta situación induce a un contexto de deterioro ecológico y económico que resulta incompatible con el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles. El incremento de la carga animal por encima de la capacidad de soporte del campo natural es una de las principales causas de degradación (Jaurena et al., 2012).

En la actualidad la degradación de los pastizales naturales cobra gran importancia, debido a que aumenta considerablemente esta situación en los ecosistemas pastoriles a nivel mundial. Una estimación global de Gang et al. (2014) mostró que casi la mitad de los ecosistemas de pastizal estaban degradados, y casi el 5 % de estos mostraban niveles de degradación fuertes a extremos. Los pastizales naturales se están degradando progresivamente en todo el mundo debido a la acción humana (p. ej., por causa del sobrepastoreo de herbívoros domésticos), pero no existe un marco conceptual ampliamente aceptado para abordar los estudios de degradación, ni una definición clara de lo que es la "degradación del campo natural" (Tiscornia, 2019).

En Uruguay se ha reportado que la degradación del campo natural lleva a la pérdida de vigor y producción de especies deseables, así como a importantes pérdidas a nivel de suelos. Esta situación induce a un contexto de deterioro ecológico y económico que resulta incompatible con el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles (Jaurena et al., 2012). Por lo tanto, el proceso de degradación implica aspectos ecológicos, de productividad y socioeconómicos.

La especie *Cynodon dactylon*, comúnmente conocida como “gramilla”, es una hierba perenne, rizomatosa y estolonífera, que se encuentra presente en los climas tropicales, subtropicales y templado. Se caracteriza por ser una de las malezas más problemáticas a nivel mundial, en el país, es una de las malezas que ocupa mayor área, independientemente del tipo de producción y/o rotación. La gramilla se comporta en forma muy agresiva en la estación de verano; determinando que la misma constituya una de las causas más importantes de degradación de las praderas en Uruguay (Ríos et al., 1997).

Según Tiscornia (2019) se identifican impulsores, procesos y consecuencias de la degradación del campo natural. Los primeros se definen como fuerzas externas o cambios que causan deterioro en el tapiz vegetal (pastoreo excesivo o cambio de uso del suelo). Los segundos, como cambios medibles en las condiciones de las pasturas que pueden evaluarse utilizando indicadores (reducción del crecimiento de las plantas). Por último, las consecuencias son los impactos o resultados del proceso de degradación de las pasturas, como la reducción de la Productividad Primaria Neta Aérea. Estos “impulsores”, “procesos” y “consecuencias” pueden variar según la variabilidad de lluvias, el gradiente bioclimático y el historial evolutivo de pastoreo. La degradación de las pasturas tiene impulsores multicausales; sin embargo, la complejidad de este proceso permanece en su mayor parte inexplorada, ya que la mayoría de los estudios se centran en impulsores individuales.

Los principales “impulsores” de degradación son: el cambio climático, específicamente el calentamiento y el aumento en la frecuencia de sequías prolongadas, y las perturbaciones antropogénicas, y con gran relevancia la interacción entre ambos factores (Tiscornia, 2019). En cuanto al factor antropogénico, el sobrepastoreo, que ocurre cuando la carga ganadera excede la capacidad de carga de las pasturas, es el componente de degradación más generalizado, sobre todo en la ganadería extensiva, sistema predominante en el Uruguay. La falta de pastoreo también podría ser una fuente de degradación que afecte la productividad y composición de especies (Tiscornia, 2019). El fuego como factor antropogénico también puede ser una fuente de degradación. La recuperación de la producción de biomasa aérea y subterránea y la eficiencia en el uso del agua requiere al menos dos años después de una quema. En campos con otro tipo de vegetación la herramienta del fuego puede servir para mantener la estructura y función de las pasturas (Tiscornia, 2019).

Según Tiscornia (2019), la fertilización inadecuada, otro componente antropogénico, y/o la introducción de especies exóticas también son “impulsores” de la degradación. Se ha observado que muchas veces promueve la invasión de malezas, debilitando la vegetación nativa. La calidad del forraje es uno de los puntos más preocupantes en la degradación desde el punto de vista de la productividad ganadera.

Los “procesos” provocados por la degradación son cambios en los parámetros de la vegetación, como la disminución del IAF, la cobertura vegetal, la altura y el vigor de la vegetación en las pasturas. Ocurre entonces una sustitución de especies de alta calidad forrajera por especies de baja calidad forrajera, debido a la pérdida de vigor, y por lo tanto de la pérdida de su capacidad competitiva de las especies valiosas (Tiscornia, 2019). También hay una desaceleración del ciclo de los nutrientes y una reducción significativa de la materia orgánica del suelo, se da menor infiltración, aumentando la erosión del suelo (Tiscornia, 2019). Los indicadores más utilizados para ver el grado de degradación de una pastura, son la cobertura vegetal o proporción de suelo desnudo, la productividad de las especies o diversidad y composición de los grupos funcionales (Tiscornia, 2019).

Las principales “consecuencias” de la degradación del campo natural son pérdidas económicas, producto de la falta de alimento de calidad para la producción ganadera; y problemas ambientales como la desaceleración en el ciclo del agua y nutrientes, el flujo de energía, la regulación del clima, la pérdida de biodiversidad y el control de la erosión, entre otras (Tiscornia, 2019).

2.3 RESTAURACIÓN DEL CAMPO NATURAL

La restauración se define como el proceso de ayudar a restaurar un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (Society for Ecological Restoration, citado por Overbeck et al., 2016). Las acciones de restauración ecológica involucran a diferentes sectores y actores de la sociedad y buscan restaurar un nivel mínimo de biodiversidad y variabilidad en la estructura y funcionamiento de los procesos ecológicos, considerando sus valores ecológicos, económicos y sociales (Overbeck et al., 2016).

Las estrategias de restauración se dividen básicamente en dos grupos: restauración activa, que propone una intervención directa para acelerar el desarrollo de la vegetación, como la plantación de plántulas o la siembra; y restauración pasiva, en la que se aísla el área degradada de perturbaciones externas, por ejemplo, impidiendo la entrada de ganado, para permitir la regeneración natural de la comunidad (Overbeck et al., 2016).

En la restauración activa, aunque se han desarrollado varias técnicas, la más utilizada es la de trasplante de mudas. La selección de especies para plantar generalmente se basa en información del ecosistema de referencia. Inicialmente, es importante utilizar especies de crecimiento rápido, conocidas como especies pioneras, ya que éstas pronto desarrollan una cubierta de dosel que brinda condiciones favorables para el establecimiento de otras especies. La plantación de especies propias de bosques maduros o de regeneración natural es más eficaz en condiciones de mayor sombra y humedad. Por lo tanto, la elección de especies debe considerar sus características ecológicas y su potencial de establecimiento

en las diferentes fases de restauración, con intervenciones de corto, mediano y largo plazo, con el objetivo de retomar la trayectoria de sucesión de las especies en el ecosistema (Overbeck et al., 2016).

Además del transplante de mudas, existe un conjunto alternativo de técnicas que se pueden utilizar, como la instalación de perchas artificiales para atraer aves dispersoras de semillas y la transposición de suelo de áreas conservadas (con la consiguiente transferencia de semillas, raíces, propágulos y organismos al área en restauración). Estas técnicas tienen como objetivo acercar el sistema a las características de un sistema natural, agregando heterogeneidad y complejidad al atraer fauna asociada. En estos contextos, el paisaje circundante tiene una gran influencia, ya que cuanto más sea modificado por el ser humano y fragmentado, más lento será el proceso de restauración (Overbeck et al., 2016).

2.4 MANEJO DEL PASTOREO

El pastoreo es el proceso en el cual el herbívoro consume plantas para adquirir energía y nutrientes, determinando a nivel de ecosistema el flujo de energía desde niveles tróficos inferiores (organismos productores) hacia niveles tróficos superiores (Scarlatto, 2012).

El pastoreo puede utilizarse como una herramienta para aumentar la productividad de los campos naturales y controlar su composición de especies. Según Boggiano, citado por Bordaberry et al. (2017), el pastoreo actúa sobre la pastura a través de la defoliación selectiva de las plantas, el pisoteo, la deposición de heces y orina y la dispersión de las semillas. De estas actividades la defoliación es la que ejerce mayor poder modificador del forraje, actuando a través de la frecuencia, intensidad y distribución espacial y temporal en relación al estado fenológico de las plantas.

El manejo del pastoreo incluye estrategias de ajuste de carga animal, el método de carga animal y cualquier otro factor disponible para gestionar la defoliación. La frecuencia, la intensidad y el momento del pastoreo son los principales aspectos del pastoreo que afectan el rebrote de las plantas. Maximizar el crecimiento de las plantas, la calidad del forraje y la cosecha del forraje de manera eficiente por parte de los animales en pastoreo, son los objetivos finales del manejo del pastoreo (Dubeux y Sollenberger, 2020).

La carga animal está representada por los kilos de peso vivo animal en determinada superficie. Una manera más simple de representarlo que evita la necesidad de pesar los animales, es mediante lo que se denomina dotación, que es el número de animales por unidad de superficie en un momento dado. Otra propiedad del pastoreo es la relación lanar/vacuno, que permite definir el nivel de especialización del establecimiento considerando la dotación de ovinos y vacunos que maneja (MGAP.DIEA, 2001).

La frecuencia de pastoreo es el número de veces que un área es pastoreada en determinado período de tiempo y/o el intervalo de tiempo entre un pastoreo y el otro. Es una variable necesaria para una correcta utilización de la pastura, al igual que la variable intensidad de defoliación y el período de tiempo en que los animales ocupan la superficie forrajera (Nabinger, 1997). Al aumentar la frecuencia de pastoreo, es decir, los días entre un pastoreo o corte y el siguiente, se afecta la sobrevivencia y crecimiento de las plantas (Donaghy y Fulkerson, 2002). Consecuentemente es importante definir para cada especie la frecuencia de defoliación óptima, dado que influye significativamente en la producción de materia seca (MS) del campo natural (Velasco et al., 2007) y en el comportamiento del forraje en general (Acosta et al., 1998).

La defoliación favorece a la especie más postrada como consecuencia de un mejor aprovechamiento de la luz. La frecuencia y la intensidad de la defoliación deben ser dirigidas en forma tal que podamos mantener las especies en las proporciones adecuadas, asegurando la producción en la estación siguiente o la obtención del máximo rendimiento en determinada época. Aquí el crecimiento de cada especie en relación a las otras y el compromiso de alcanzar el mejor ambiente local favorable para cada una de ellas, son factores igualmente importantes para las consecuencias fisiológicas inmediatas a la defoliación (Langer, 1970).

La alta frecuencia de pastoreos determina una disminución del nivel de reservas y el peso de las raíces, lo que origina menor producción de forraje y rebrotes más lentos. Disminuciones marcadas de las reservas conlleva al debilitamiento de la planta, a mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades y a la muerte (Formoso, 2000). Respecto al efecto de la frecuencia de defoliación sobre la calidad de esta pastura Mérola y Rodríguez (1985) reportan que los tratamientos con pastoreos aliviados favorecen la mayor contribución de pastos duros y ordinarios, en tanto que tratamientos frecuentes a intermedios (20 a 60 días de reposo) favorecen la contribución de pastos finos y tiernos. Estos autores observaron el mayor índice de valor cultural de la pastura con pastoreos cada 60 días y el menor con alivios de 80 días. También se evidenció una tendencia a aumentar la relación gramíneas invernales/gramíneas estivales, cuando los manejos son más laxos en invierno y primavera temprana (80 días) y más frecuentes en verano (20/40 días), aunque en esta última estación la respuesta en estos últimos años ha dependido del balance hídrico en dicha estación (Rosengurtt, citado por Boggiano et al., 2005).

La frecuencia de pastoreo se puede determinar a través de la altura de la pastura, número de días, cantidad de fitomasa o a través del número de hojas de cada macollo. Varios autores (Mitchell, Barker y col., y Van Loo, citados por Werner, 2012) concuerdan que el número de hojas es un muy buen indicador del

momento óptimo para la defoliación, esto en función del estado fisiológico de la planta.

La intensidad de defoliación se define como la proporción anual del forraje producido que es consumido o destruido por el pastoreo (Heady y Child, 1994). La intensidad de pastoreo es controlada a partir de la carga animal por potrero y los días de pastoreo en cada potrero (Olmos, 1990). Existen dos formas de expresar la intensidad de defoliación, una es el porcentaje de utilización y la otra el residuo o biomasa remanente (Borrelli y Oliva, 2001).

Los distintos sistemas de pastoreo fueron pensados para mejorar la pastura y rara vez para obtener mayores desempeños animales individuales (Pieper, citado por Valentine, 1990). Aunque la lógica del diseño de los sistemas se basó en el aumento del desempeño animal por unidad de superficie a partir del aumento en la capacidad de carga (Launchbaugh et al., citados por Valentine, 1990).

Existen variables básicas que sirven para la clasificación de los diferentes sistemas de pastoreo como el período de pastoreo y el período de descanso. El período de pastoreo refiere al tiempo efectivo de acceso del animal. El período de descanso se refiere al período durante el cual se impide al animal el acceso a un área específica de pastoreo, pudiendo abarcar desde unas horas hasta un año o más (Valentine, 1990).

2. 4. 1 Pastoreo continuo

El pastoreo continuo es el método de pastoreo más utilizado en el país, en establecimientos con poca subdivisión y grandes potreros. Millot et al. (1987) y Valentine (1990) lo definen como el acceso irrestricto del ganado a cualquier parte de la pastura durante todo el período de pastoreo, donde el área en cuestión será pastoreada por un número más o menos fijo de animales durante el año. Nunca se permiten descansos totales en la pastura. Este sistema tiene menores requerimientos de infraestructura ya que requiere pocos potreros, y por lo tanto menor inversión en alambrados y aguadas (Millot et al., 1987).

Bajo método de pastoreo continuo la fijación de cargas y relación lanar/vacuno apropiadas es fundamental para una correcta utilización del forraje (Millot et al., 1987). La carga puede ser fija o variable, esta última ayudará a la recuperación de la pastura, evitando el sobrepastoreo.

En nuestro país el pastoreo continuo con cargas relativamente elevadas y fijas a lo largo del año, ha contribuido a la predominancia de especies rastreras estivales (que escapan a la cosecha del animal) y malezas enanas y de alto porte y ha provocado una importante y continua pérdida de especies finas, principalmente invernales (Saldanha, 2005).

El mayor problema del pastoreo continuo sería que los animales prefieren ciertas zonas dentro del potrero. Dichas áreas corresponden a los lugares donde se encuentran próximos la aguada, el forraje y el abrigo. Incluso a cargas relativamente ligeras, dichas áreas reciben un uso excesivo (Holechek et al., 1989).

El comportamiento selectivo animal perjudica las especies más palatables afectando su sobrevivencia (por la frecuencia e intensidad de las defoliaciones y las ventajas competitivas de las menos consumidas). Esto conduce a cambios regresivos en la composición de las pasturas (Arche y Smeins, citados por Saldanha, 2005).

Estrategias de manejo dentro del pastoreo continuo puede fomentar a la producción vegetal, como, por ejemplo, la frecuencia en que una planta es pastoreada en un pastoreo continuo depende de la dotación que determina la presión de pastoreo, las características de la planta y del tipo de categoría animal utilizada (Nabinger, 1997). Si el forraje, mediante un manejo apropiado, es mantenido a lo largo de toda la estación de crecimiento en estado vegetativo, tierno y de buena digestibilidad, muy seguramente se logrará el éxito (carga variable) (Carámbula, 1977).

El manejo dentro del pastoreo continuo puede ser como se mencionó anteriormente con carga fija o variable. Según Valentine (1990) una carga variable durante el año, hace que el manejo sea más ajustado a las diferentes estaciones de crecimiento de la pastura, con el objetivo de utilizar el forraje a una tasa similar a la de su crecimiento; por otro lado, la carga fija tiene como criterio la tasa de crecimiento promedio del año. De acuerdo con Valentine (1990) la carga fija puede provocar muchos problemas productivos ya que se ejerce gran presión de pastoreo en ciertas épocas del año, como en invierno con bajas tasas de crecimiento de las pasturas, afectando tanto a las plantas como las performances animales. Otra consecuencia de las cargas fijas utilizadas en Uruguay sería el subpastoreo, generalmente en primavera donde las tasas de crecimiento son mayores, provocando también prejuicios a las pasturas (Milot et al., 1987).

Una continua remoción de las hojas por el animal tiene un profundo efecto sobre la capacidad fotosintética de las hojas remanentes. En pasturas mantenidas con bajo índice de área foliar las nuevas hojas son producidas en condiciones de alta luminosidad, sin ser sombreadas por las hojas más viejas, de esta forma desarrollan alta capacidad fotosintética; en tanto con altas presiones de pastoreo muchas hojas jóvenes y que aún se encuentran en fase de expansión son removidas; de esta manera una parte muy importante de las hojas fotosintéticamente más eficientes es removida, esta problemática aumenta cuanto mayor sea la intensidad de pastoreo. Por esta razón, a pesar del alto potencial fotosintético de las hojas y la adaptación de las plantas mantenidas en bajo índice de área foliar, esto no es suficiente para compensar la reducción en el área foliar,

redundando en una baja productividad de la pastura. En tanto en bajas presiones de pastoreo que determinen la mantención de un índice de área foliar próximo a la máxima interceptación de la radiación, el pastoreo continuo puede ser más favorable que el pastoreo rotativo pues mantiene un índice de área foliar constante a lo largo de la estación favorable. Se evita así una reducción en la interceptación debido a la drástica reducción del IAF después de la defoliación, lo que se observa en el pastoreo rotativo, sobre todo si el período de brotación coincide con un período de alta disponibilidad de energía luminosa, como en la primavera y verano (Nabinger, 1997).

2. 4. 2 Pastoreo rotativo

El pastoreo rotativo se basa en el aprovechamiento del forraje durante cortos períodos de tiempo con moderadas a altas cargas de animales, dejando períodos alternados de descanso a través de la utilización de dos o más lotes de pastoreo (Allen et al., 1991). Se efectúan en diversos potreros mediante turnos de rotación, los que se prolongan de acuerdo a la cantidad de forraje disponible, siendo la frecuencia de los turnos variable. La principal finalidad del pastoreo rotativo es utilizar la pastura en el momento en que esta alcanza un equilibrio adecuado entre el alto rendimiento de materia seca por hectárea y un máximo valor nutritivo. Para que el pastoreo rotativo pueda llegar a ser exitoso deben de evitarse condiciones extremas de crecimiento y defoliación (Carámbula, 1977).

En situaciones en que la vegetación posee bajo potencial de recuperación luego del pastoreo se considera esencial la implementación del pastoreo rotativo (Drewry, 2006, Müller et al., 2007).

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) (Carámbula, 1977). Los cambios de franjas influyen directamente sobre el comportamiento ingestivo de los animales. Al entrar los animales a una nueva franja la tasa y tamaño de bocados son mayores (Hodgson, 1971).

Un aspecto importante que no debe olvidarse 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). Heitschmidt et al. (1982) ha observado que tratamientos donde se permite

el descanso de la pastura ya sea en forma rotativa o estacional, permite un incremento de la carga animal por hectárea manteniendo las ganancias individuales.

El tiempo de permanencia del ganado en cada división y el tiempo que esta se deja recuperar, depende del crecimiento de la pastura, esto es, la realización de cambios frecuentes cuando hay crecimiento rápido y menos frecuentes con crecimiento lento, lo cual solo es posible con un número grande de divisiones. Es necesario conocer el crecimiento de la pastura, 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 (Valles et al., 2010). De esto se deriva que Los días de pastoreo y de descanso, o sea la frecuencia de turnos de pastoreo, no pueden ser definidos en forma concisa y varían de acuerdo con las condiciones ambientales y con la estación del año (Carámbula, 1977).

En general el proceso es de alta velocidad en los meses de primavera y verano, mientras que, con la disminución de las temperaturas en otoño e invierno, los intervalos de aparición de hojas son más lentos. Por lo tanto, la utilización eficiente del forraje bajo corte o pastoreo intermitente, debe pasar necesariamente por la regulación precisa de los períodos de descanso entre cosechas sucesivas.

2.5 SELECTIVIDAD DEL PASTOREO

La selectividad del pastoreo puede ser definida como “un proceso dinámico, multifactorial, que integra los requerimientos animales y sus capacidades metabólicas, con un vasto conjunto de plantas con diferentes configuraciones químicas y espaciales que determinan distintos valores absolutos y relativos de los diferentes componentes de la dieta” (Robbins, citado por Montossi et al., 2000). Los rumiantes en pastoreo, principalmente los ovinos, se caracterizan por tener la capacidad de realizar una fuerte selección del forraje que consumen (Poppi et al., 1987). La selectividad animal influye sobre la digestibilidad de la dieta ingerida en comparación con el forraje ofrecido, y afecta al consumo a través del tamaño del bocado.

La selectividad es un proceso de dos fases que involucra la selección del sitio de pastoreo, seguido por la selección del bocado (Poppi et al., 1987). El consumo selectivo de sitios de pastoreo por parte del ganado genera zonas fuertemente pastoreadas y otras que no han sido pastoreadas, que varían de tamaño (Bakker et al., 1983). La selección a nivel de planta hace referencia a la que ocurre entre especies con diferente estructura, contenido de nutrientes y calidad de las hojas, que determinan la tasa de consumo. Hay una respuesta

consistente de los animales a la agregación de parches en el espacio dada por la selección de los de mayor calidad (O'Reagain y Schwartz, 1995). El consumo de forraje dentro del parche está determinado por interacciones entre el tamaño, manejo del animal y la altura, densidad y la rigidez de la pastura en el parche (Prache y Peyraud, 2001). En consecuencia, la calidad de la dieta consumida en términos generales es superior a la calidad del tapiz ofrecido, presentando mayores valores de proteína cruda y menores valores de fibra, resultando en mayores valores de digestibilidad y por tanto mayor valor energético.

Según Formoso (1996) los ovinos son capaces de pastorear selectivamente aún en condiciones de escasez de forraje. Su anatomía les permite realizar una selección de aquellas plantas y partes de plantas más nutritivas. De esta manera las preferencias de los animales que pastorean y su capacidad selectiva frente a las distintas opciones que les ofrece una flora compleja, afectan la cosecha del forraje y determinan variaciones en los componentes de la vegetación.

Rosengurtt (1979) utiliza el término apetecibilidad adjudicándose grados, alta, media y baja a cada especie. El autor cita que las gramíneas cambian su grado de apetecibilidad al cambiar de estados fisiológicos.

La investigación directa de la apetecibilidad de las diferentes especies a campo, en campo natural es muy difícil, también se destaca el importante efecto de la variación individual entre animales, por ejemplo, animales alimentados con pastos de alta cantidad de agua como la avena o concentrados, suelen buscar momentáneamente especies más groseras y de menor valor nutritivo que les permita balancear su dieta (Rosengurtt, 1943).

Los ovinos, seleccionan una dieta compuesta por un porcentaje alto de hierbas y rebrotes de pastos (Oficialdegui y Rodríguez, 1984). Dichos patrones de consumo suelen sufrir modificaciones, de acuerdo a la variación de la disponibilidad de los distintos componentes, así como la presión de pastoreo.

La elección de las dietas está influenciada por la tasa de consumo potencial, por la altura y el volumen de forraje (distribución vertical y horizontal de los componentes) (Montossi et al., 2000). En el caso de ovinos, estos presentan una anatomía adaptada a seleccionar plantas y partes de las plantas más nutritivas, prefiriendo hojas más cortas y densas (Formoso, 1996). Todo ello trae aparejado una mayor presión de pastoreo sobre las especies más valiosas, las que, consecuentemente van desapareciendo del tapiz

2. 5. 1 Factores que afectan la selectividad

Diferentes autores exponen una gran variedad de factores que podrían estar afectando en mayor o menor medida el comportamiento selectivo de los

animales en pastoreo, es así como se pueden clasificar en función de su naturaleza de origen.

- Factores individuales del animal:

La anatomía y la fisiología de los diferentes rumiantes están directamente relacionadas con la capacidad selectiva de cada especie (Church, 1993, Romney y Gill, 2000). Dado que los rumiantes más pequeños tendrían mayores costos metabólicos por unidad de volumen del rumen que los rumiantes más grandes, estos, debieran seleccionar forrajes con mayor tasa de fermentación, rápida producción de energía y alta tasa de pasaje en el rumen (un ejemplo de estos son los ovinos). Los rumiantes más grandes, como los vacunos, pueden aprovechar aquellos forrajes más pobres de calidad, dado que al tener mayor retención durante el tiempo de rumia los pueden digerir mejor (Demment y Van Soest, 1985).

Dentro de cada especie de herbívoro hay variaciones en la selectividad relacionadas a características de los animales. Por ejemplo, la selectividad de los ovinos se ve afectada en función de el tamaño, la edad, el sexo, la fase reproductiva, el potencial para crecer, la producción de lana y de leche, el estado de gordura, el estado sanitario y el grado de aislamiento proporcionado por el vellón (Irazoqui, 1987). Por otro lado, las razas difieren en tamaño y en características de producción, lo que dicta distintos factores como requerimientos nutricionales, consumo de materia seca y la habilidad digestiva. Éstos influyen en qué plantas y en qué proporción un animal elige incluirlas en su dieta (Frost y Mosley, 2016). También se han observado diferencias significativas en el consumo selectivo de dos razas de cabras, lo que podría indicar que razas de animales rumiantes de distinto origen, sometidos a procesos evolutivos diferentes, desarrollaron mecanismos de adaptación distintos, lo que influye directamente en la capacidad de selección del animal (Pritz et al., 1997).

Machos y hembras seleccionan diferentes dietas, en parte por las diferencias en tamaño y sobre todo en los requerimientos nutricionales durante la reproducción. Las características morfológicas y fisiológicas, como la tasa de crecimiento y la eficiencia de conversión, también contribuyen a diferencias en las dietas. Los machos generalmente tienen mayor estatura y mayor tamaño muscular que las hembras, por lo que pueden tener mayores requerimientos de energía. Hembras y machos de la mayoría de las especies herbívoras se separan cuando no es estación de cría, lo que lleva a que usen diferentes porciones del área forrajera y que tengan diferentes consumos de forraje (Frost y Mosley, 2016). Así mismo, en un estudio donde se evaluó el consumo de novillos y toros, se concluyó que el comportamiento ingestivo era afectado por el sexo del ganado (Puzio et al., 2019).

La edad puede afectar profundamente la selección de la dieta y la tolerancia a los componentes secundarios de las pasturas. Los requerimientos metabólicos disminuyen con la edad, por lo que animales de mayor edad necesitan menos forraje, determinando menor tiempo de pastoreo. Comparado con los adultos, los animales jóvenes, en crecimiento, necesitan dietas altas en proteína y energía y de menor contenido de fibra. La búsqueda por dietas más nutritivas genera mayor gasto de energía. Esto combinado con un limitado conocimiento del pastoreo, puede llevar a animales más jóvenes a probar alimentos nuevos y a volver a consumir alimentos que antes pudieron haberle causado malestar. A medida que los herbívoros envejecen, los dientes incisivos se deterioran, por lo que son menos hábiles en el pastoreo y en el mantenimiento de los requerimientos, particularmente en forraje corto. Este deterioro en la dentición también influye en la selectividad del forraje (Frost y Mosley, 2016). Sin embargo, también se ha observado que las variaciones encontradas en la selectividad, asociados con la edad del animal, han sido muy escasas, probablemente explicado por la inestabilidad en los patrones de selección de los animales jóvenes (Arnold y Hodgson, citados por Montossi et al., 2000).

El estado fisiológico del animal afecta el comportamiento en pastoreo, por ejemplo Arnold (1975) reportó que ovejas lactantes incrementaron su tiempo de pastoreo diario en comparación con ovejas no lactantes. Se ha reportado una mayor selectividad de parches en vacas lactantes en relación a vacas secas, seleccionando una mayor cantidad de bocados en parches de forraje verde (Farruggia et al., 2006).

Las enfermedades infecciosas (como aftosa, “foot rot”, eczema facial, etc.), las parasitarias (como sarna, miasis, vermes gástricos, etc.), los diversos trastornos traumáticos (como la penetración de la piel por cola de zorra, flechillas, etc.), y trastornos dentales (como el prognatismo, el reemplazo de incisivos o su rasamiento, etc.) actúan como estímulos depresores del consumo, lo que afectaría directamente el comportamiento selectivo de los ovinos (Irazoqui, 1987).

Los animales usan experiencias pasadas con los alimentos para tomar decisiones de consumo sobre nuevos alimentos. Si una planta nueva tiene gusto similar a una planta que causó malestar previamente al animal, es menos probable que éste la consuma. En contraposición, si tiene un gusto similar a una planta nutritiva el animal consumirá esa planta más fácilmente, este concepto se denomina “generalización” (Frost y Mosley, 2016).

Todos los sentidos de los rumiantes (vista, tacto en los labios y boca, gusto, olfato y oído) en condiciones de pastoreo parecen estar relacionados a la selección de la dieta (Arnold y Hill y Vallentine, citados por Montossi, 2000).

- Factores sociales que afectan la selectividad animal:

Para que el apetito específico por un nutriente se desarrolle, es necesario que los animales aprendan a asociar las propiedades sensoriales de cada comida con el contenido de ese nutriente específico. Se ha demostrado en algunas situaciones de confinamiento que los animales aprenden sobre la comida más rápido cuando están en corrales grupales que cuando están en corrales individuales. El comportamiento de los animales en grupo puede diferir marcadamente de la de los animales mantenidos individualmente, hay fuerte evidencia de la existencia de una “sabiduría nutricional” que es pasada entre individuos (ej: madres a crías, mayores a jóvenes) (Forbes, 2007).

Se debe lograr una adecuada carga animal para potenciar las ganancias individuales y por superficie. Con cargas muy altas, se hipoteca la capacidad selectiva del animal por la baja disponibilidad de forraje. Con cargas demasiado bajas, valores altos de oferta de forraje, se genera una estructura de pastura que no permita al animal explotar su capacidad de selección y la ganancia individual disminuya (Luisoni, 2010).

Cuando los animales se encuentran en grupo en donde existe una jerarquía social desarrollada, a veces deben competir por el acceso a la comida. Un animal subordinado puede no tener el mismo acceso a la comida, mientras que un animal dominante puede estar obligado a mantener su posición comiendo más de la “mejor” comida. Esto se ve acentuado cuando el espacio no es suficiente para todos los animales del grupo. Estos factores pueden afectar la tasa de consumo, la tasa de encuentro y por ende la capacidad selectiva (Forbes, 2007).

- Factores del forraje que afectan la selectividad de los animales:

El animal antes de seleccionar especies de plantas o partes de plantas entre la estructura del forraje, debe tomar decisiones espaciales. El nivel selección de la dieta, dentro de un paisaje, se caracteriza por características fisonómicas y térmicas de una unidad de manejo, estas influyen en los patrones de movimiento de los animales. Una determinada unidad de paisaje se caracteriza por los límites, la distribución de las comunidades vegetales, el grado de accesibilidad y distribución de los focos hídricos, termales y minerales (Stuth y Heitschmidt, 1991). Este proceso es lo que se denomina deflación jerárquica, el animal selecciona un sitio antes que una especie en particular.

La estructura de la pastura se puede definir como la distribución espacial en tres dimensiones en que se presenta el forraje. La altura, la densidad y la distribución vertical de la biomasa, lo cual define la calidad de una pastura. Esta estructura varía con la alternativa forrajera, las especies componentes, la edad de la pastura, la estación del año y estado fenológico, el manejo del pastoreo (carga, período de descanso), la fertilidad, la presencia de malezas y con el tipo de suelo. Todas estas características definen la accesibilidad y la facilidad de la cosecha,

lo que incide directamente en la preferencia o no por parte de los animales (Saldanha, 2011a).

La frecuencia de plantas afecta la probabilidad de encuentro del animal con las diferentes especies de plantas, así mismo, afecta la cantidad de decisiones dietarias que se harán en función de esa frecuencia (Stuth y Heitschmidt, 1991).

La abundancia absoluta y relativa de las especies, así como su composición nutricional, son importantes determinantes en las decisiones forrajeras que toma el animal. La abundancia absoluta de la comida refiere a la densidad total de cada planta individual en el ambiente, y corresponde al costo energético en la búsqueda del alimento por parte del animal. Esta frecuencia en tiempo y espacio se denomina tasa de encuentro (Ackroff, 1992).

La accesibilidad del tejido es primariamente función de la proximidad del tejido a la superficie del suelo, influenciado a su vez por la altura y el ángulo de las hojas y los macollos (Stuth y Heitschmidt, 1991).

Otra dimensión de la accesibilidad al forraje es la “disponibilidad”. Esta disponibilidad de la pastura (kgMS/ha) refiere al costo de obtenerla una vez que es localizada, es el costo de “manipulación”. Una especie puede ser abundante y al mismo tiempo inasequible si el animal no puede asumir el costo de obtenerlo (Ackroff, 1992). Agnusdei y Mazzanti (2001) encontraron que la diferencia en la proporción de individuos defoliados de diferentes especies se hacía menor a medida que aumentaba la disponibilidad de biomasa. Esto evidencia que en algunos casos la accesibilidad es más relevante que la especie en sí misma.

Existen diferencias en el contenido de fibra, el valor nutritivo y la proporción de fracción verde, según la estación del año. Esto genera diferencias en la selectividad animal, variando en función de la disponibilidad de material verde, asociado a su preferencia dado su mayor valor nutritivo (Saldanha, 2011a).

Existen mecanismos de escape que se relacionan primeramente con la accesibilidad y palatabilidad de la planta a herbívoros específicos. Al nivel de tallo la probabilidad y severidad de la defoliación puede ser reducida por un número de mecanismos originados a través de una variedad de parámetros morfológicos, tales como accesibilidad del tejido, que es una función de la proximidad del tejido al suelo influenciado por el ángulo y longitud de las hojas y los tallos, medios mecánicos para escapar el pastoreo, que incluyen presencia de espinas y características de la epidermis (espinas, vellosidades ceras etc.). La presencia de pubescencias en las hojas o tallos de las plantas, así como espinas y otras defensas mecánicas son un factor importante de selectividad, donde solamente las especies herbívoras adaptadas pueden alcanzar las partes nutritivas de las plantas (Tarazona et al., 2012).

La asociación de especies palatables con menos palatables pueden influenciar la frecuencia e intensidad de defoliación (Loza, 1993).

Cuadro No. 1. Mecanismos de escape presentes en las plantas para evitar ser consumidas por los animales.

Nivel de organización	Mecanismo de Escape	Morfología
Tallos	Accesibilidad del tejido	Nº. y long. de entrenudos ángulo, long. hojas, ángulo de hojas, relación. hoja/tallo.
	Deferentes mecánicos	Espinas, vellosidades
	Características de epidermis	Vellosidades, ceras, silicatos.
	Anatomía de la hoja	Turgencia, presencia de tejido vascular.
Planta	Accesibilidad del tejido	Acumulación de tallos relación de tallos veget. tallos reprod.

Fuente: Tomado de Loza (1993).

Los compuestos secundarios son un grupo diverso de moléculas que están involucradas en la adaptación de las plantas a sus ambientes, pero que no forman parte de la secuencia bioquímica primaria del crecimiento y la reproducción celular. Hay más de 24.000 estructuras, incluyendo muchos compuestos que tienen efectos antinutricionales o tóxicos en mamíferos.

Los compuestos secundarios están involucrados en la defensa contra herbívoros y patógenos, regulación de simbiosis, control de la germinación de semillas e inhibición química para competencia entre plantas. Por lo tanto, estos compuestos, son una parte integral de las interacciones entre especies de plantas y comunidades de animales. (Harborne, citado por Reed et al., 2000). Son compuestos bioquímicos que contribuyen a evitar su pastoreo (Stuth y Heitschmidt, 1991).

En situaciones experimentales, algunos animales han demostrado que son capaces de elegir distintivamente entre un rango de alimentos presentados, confirmando la teoría de que los animales monitorean su consumo y su demanda de nutrientes. Por ejemplo, en un experimento llevado a cabo con ovejas en crecimiento y diferentes estrategias de alimentación, reportaron que los animales seleccionaron una composición de dieta que cubría sus requerimientos

(Kyriazakis y Oldham, 1992). Sin embargo, se discute la posibilidad que la selección por una composición nutricional determinada pueda ser en función de la condición ruminal, y en este sentido, se ha manifestado que las ovejas generan cambios en el corto plazo en la selección de la dieta, para promover condiciones ruminales efectivas, para así alcanzar el consumo que permite al animal cubrir las necesidades por nutrientes y energía. Estos cambios tendrían efectos positivos en el largo plazo dado que aseguraría un rápido crecimiento y desarrollo (Cooper et al., 1994).

Otro factor del forraje que afectaría la selectividad es la “palatabilidad”, que refiere a los factores inherentes a una especie de planta que genera una respuesta selectiva por parte del animal (Stuth y Heitschmidt, 1991).

Cuadro No. 2. Clasificación de la preferencia por forraje y su función asociada.

Clase de selectividad	Rol nutricional	Rol funcional
Preferido	Performance	Potenciador de dieta
Proporcional	Mantenimiento	Aumento
Forzado	Subsistencia	Supervivencia
Perjudicial	Tóxico	Muerte
No consumible	+/- Composición	Reducida capacidad de tener efecto

Fuente: Adaptado de Stuth y Heitschmidt (1991).

2. 6 ESPECIE DE INTERÉS: *Paspalum notatum*

Es una especie nativa, de tipo productivo tierno, perenne, estival, la temperatura óptima para el crecimiento se ubica entre 25 y 30°C (Russell y Webb, 1976). Con gran adaptación a distintos ambientes. Se propaga generando estolones, rizomas, macollos y semillas del mes de enero al mes de abril.

Tiene una apetecibilidad prolongada y una productividad baja (Rosengurtt, 1979). La producción de forraje se concentra en primavera, verano y otoño, siendo enero el mes de mayor producción. En pasturas sembradas del Uruguay, la producción anual de forraje es variable (3362 – 11208 kg MS.ha-1 .año) según el cultivar, manejo y ambiente (Wallau et al., 2019).

Durante inviernos poco rigurosos tiene un escaso crecimiento que se detiene cuando se registran heladas intensas. En veranos relativamente secos se mantiene mejor que otras especies estivales por su sistema radicular profundo y denso (Colman y Wilson, 1960); en estos casos se convierte en la especie más

importante de la vegetación. Florece relativamente tarde en el verano y sus cañas se desintegran rápidamente (Berretta, 1997).

Su valor nutritivo es función de la época, manejo nutricional y del pastoreo, los valores de digestibilidad oscilan entre 50 a 60% en la época de crecimiento, mientras que el porcentaje de proteína cruda entre 10 a 15% (Wallau et al., 2019).

Es una de las principales gramíneas presentes en los campos naturales de Uruguay, con potencial para ser cultivada como pastura permanente de alto potencial productivo o como componente estival de pasturas cultivadas. Por ejemplo, existe una cultivar “Sepé” del INIA que tiene un gran potencial como especie recuperadora de campos naturales degradados o campos que salen de un sistema agrícola y buscan retornar a un sistema ganadero (Giorello et al., 2021).

2.7 HIPÓTESIS

Para el experimento se plantean dos hipótesis

En primer lugar, que los trasplantes de *Paspalum notatum* en una matriz de *Cynodon dactylon* van a experimentar una defoliación altamente selectiva debido a su mayor calidad.

En segundo lugar, que los trasplantes van a experimentar menor frecuencia de defoliación bajo pastoreo rotativo (PR) (con descansos) que bajo pastoreo continuo (PC) durante los períodos de ocupación debido a una reducción de la selectividad del pastoreo en las parcelas PR. A partir de la segunda hipótesis se espera observar una mayor implantación y propagación de *Paspalum notatum* bajo PR.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Ovinos de la estación experimental Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía (CRS), ubicada en el km 35 del Camino Folle en Progreso, departamento de Canelones. En la figura No. 1 se detallan los potreros de la Unidad de Ovinos y se resalta el potrero 3 donde se llevó a cabo el experimento.

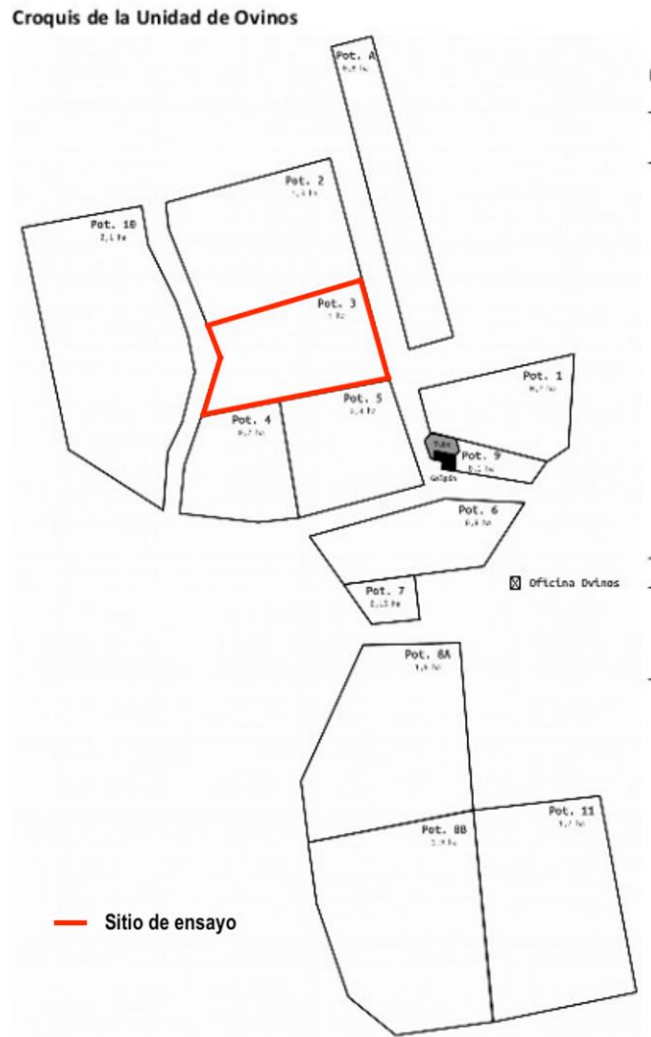


Figura No. 1. Croquis de la Unidad de Ovinos del Centro Regional Sur y con contorno rojo el sitio de ensayo (potrero 3).

3.2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (MAP. DSF., 1976), el área donde se llevó a cabo el experimento se encuentra sobre la unidad de suelos Tala-Rodríguez, presentando como suelos dominantes Brunosoles Éútricos Típicos/Lúvicos y Vertisoles Rúpticos Lúvicos, y como asociados Brunosoles Subéútricos Típicos/Lúvicos, Argisoles Éútricos/Subéútricos Melánicos Abrúpticos y Planosoles Subéútricos Melánicos.

Asociaciones de suelo como Tala-Rodríguez aseguran potenciales de producción elevados, siendo su fertilidad natural elevada, y existiendo importantes zonas aptas para la realización de cultivos (IMC, s.f.).

3.3 CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El período de evaluación dio comienzo el 18 marzo de 2021, culminando el 26 de marzo del mismo año.

Durante el experimento se registraron las precipitaciones en el CRS y se complementa la información con los registros de temperatura de la estación meteorológica de INIA Las Brujas, a 13 km lineales del CRS.

Cuadro No. 3. Condiciones meteorológicas durante el período de evaluación.

Precipitaciones (mm)	Temperatura mínima (°C) (promedio 2da quincena marzo) (INIA)	Temperatura media (°C) (promedio 2da quincena marzo) (INIA)	Temperatura máxima (°C) (promedio 2da quincena marzo) (INIA)
95	15,2	19,5	24,7

3. 4 DISEÑO EXPERIMENTAL

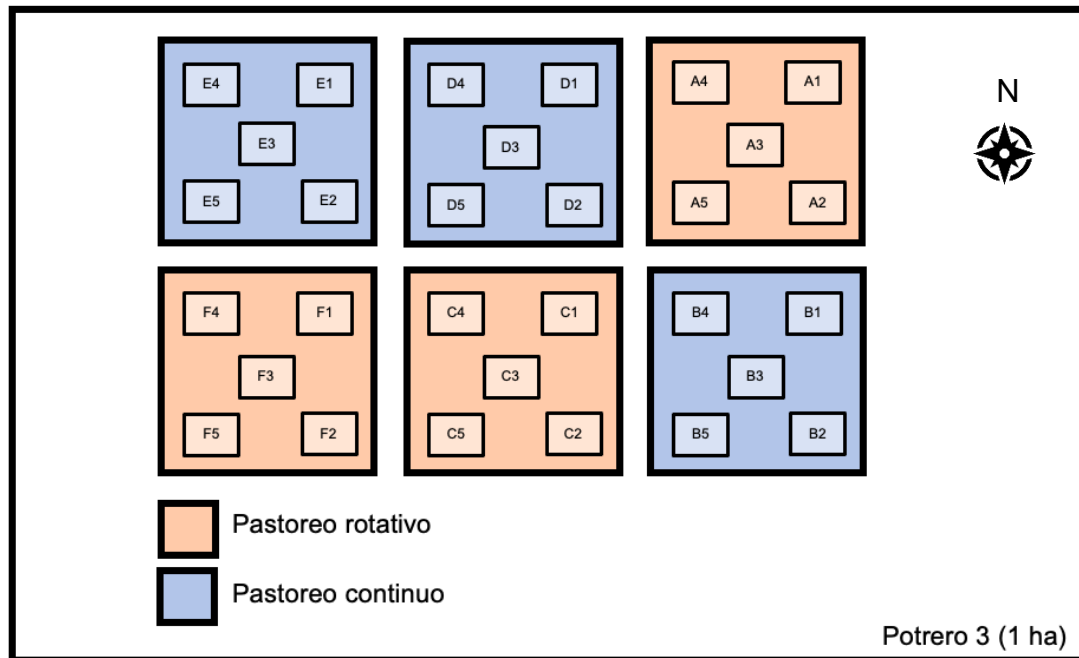


Figura No. 2. Diseño experimental de largo plazo realizado para evaluar la capacidad de restauración de campo natural a través de transferencia de panes de pasto bajo dos regímenes de pastoreo contrastantes. Las parcelas grandes representan los potreros y las chicas la distribución de los terrones.

El estudio se basó en un experimento de restauración de campo natural instalado en setiembre del 2019 en un potrero de 1 hectárea, con historia de agricultura intensiva en el pasado, pero que en los últimos 35 años ha permanecido sin laboreo ni aplicaciones de herbicidas. El área a restaurar fue seleccionada en base a su vegetación dominada por especies típicamente invasoras de campo (*Cynodon dactylon*, *Festuca arundinacea*), y una presencia muy baja de especies nativas (campo receptor), como la reportada en distintos estudios de degradación de campo natural del país. El experimento siguió un diseño completamente al azar, compuesto por tres repeticiones de cada tratamiento de pastoreo (Figura No. 2). Se dispusieron al azar tres parcelas para cada tratamiento. Dentro de cada parcela se colocaron 5 terrones con trasplantes de pasto de 20x20 cm de superficie y 10 cm de profundidad, todos conteniendo la especie de interés, *Paspalum notatum*. También se registraron datos de cobertura de especies en celdas adyacentes de las mismas dimensiones.

Los terrones fueron introducidos en setiembre del 2019, traídos de un campo natural de Barrancas de Melilla con antecedentes agrícolas de hace más de 40 años (campo donante), desarrollado sobre la formación de suelos Toledo.

Se denominará “terrón” al pan de pasto de 20x20, con una profundidad de 10 cm, introducido en el sitio de estudio y “celda contigua” a la porción de campo natural propio del tapiz inmediatamente adyacente al terrón introducido, del mismo tamaño.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

PR: pastoreo rotativo. Cada 2 meses se abren las parcelas a un lote de 30-40 ovejas durante una semana.

PC: pastoreo continuo. Con períodos de presencia completa y períodos funcionando como nocheros; con carga variable dependiendo de la estación o disponibilidad de MS.

Al momento de las evaluaciones de defoliación, las parcelas de tratamiento rotativo contaban con 2 meses de descanso, mientras que las parcelas de tratamiento continuo fueron aliviadas 2 semanas previamente, con el objetivo de que hubiera macollos intactos al comienzo del experimento.

Para la realización del pastoreo se utilizaron 30 ovejas y 1 carnero de la raza Highlander. Los animales presentaban una condición corporal promedio de 3,25, un peso vivo promedio de 63,7 kg y buen estado sanitario. Pastorearon una superficie aproximada de 0,7 hectáreas durante 7 días, resultando en una carga viva de 1911 kg o 4,67 UG/ha. El pastoreo fue libre dentro del potrero ya que las parcelas experimentales no se marcaron ni delimitaron.

3.5 OBTENCIÓN DE DATOS

En esta tesis se presenta y analiza información obtenida a dos escalas temporales: el seguimiento del experimento de largo plazo, con mediciones realizadas entre setiembre 2019 y octubre 2021, y el estudio de corto plazo de patrones de defoliación, con mediciones realizadas entre el 18 y el 26/3/21. Si bien el foco está en el segundo componente, el primero permite darle un contexto general al estudio.

3.5.1 Largo plazo

Las mediciones de largo plazo fueron realizadas por los encargados del experimento. Se realizaron registros de la altura de las parcelas, previo a la entrada de los animales y luego de la salida de los mismos, con un medidor de altura comprimida “plato forrajero” (modelo EC10 de la marca Jenquip), desde setiembre de 2019. El mismo estima la cantidad de MS a partir de la altura comprimida de las pasturas. También se realizaron muestreos florísticos en octubre de 2019, 2020 y 2021 en cuadros de 20x20 cm en el terrón trasplantado y en la celda contigua. En cada cuadro se registró el número de especies

presentes y la cobertura de cada una a través de su estimación visual (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

3. 5. 2 Corto plazo: Evaluación de patrones de defoliación

Para llevar a cabo la investigación se realizaron una serie de mediciones que contemplaban la disponibilidad de materia fresca, de materia seca, la altura de la especie de interés y la frecuencia, como porcentaje de macollos defoliados, e intensidad de defoliación de la misma.

En primer lugar, se determinó la altura del forraje de cada parcela previo al pastoreo con el “plato forrajero”. Simultáneamente se realizaron tres mediciones de altura con regla en un cuadrante de 50x20 que se repitió cinco veces dentro de cada parcela. Esos mismos cuadrantes fueron cortados y dicho forraje fue pesado antes y después de secarse en una estufa a 60 °C durante 48 horas, para determinar la disponibilidad de materia fresca y de materia seca.

En los terrones trasplantados, se evaluó la altura del pasto previa al pastoreo, así como también la altura de de la celda lindera de igual superficie. Dentro de cada terrón, se contabilizó la cantidad de macollos de *Paspalum notatum*. Además, se seleccionaron 5 macollos de la especie, indentificándolos individualmente mediante cables coloreados. De éstos, se midió la altura y la cantidad de hojas de cada uno para poder determinar la defoliación posteriormente.

Después de la entrada de los animales a pastorear, se midió la altura del pasto de los terrones, del área lindera y la altura de los macollos seleccionados, en tres mediciones 22/03, 24/03 y 26/03.

Luego de retirados los animales se estimó la altura del forraje con el “plato forrajero”, así como también se realizaron cortes, pesajes y mediciones de las parcelas con la metodología previamente explicada.

3. 6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3. 6. 1 Metodología de cálculo

3. 6. 1. 1 Frecuencia de defoliación

La frecuencia de defoliación o porcentaje de macollos defoliados refiere al número de individuos defoliados expresados como porcentaje. La frecuencia acumulada de defoliación por parcela se calculó utilizando la altura recabada en campo para cada fecha y macollo. Cuando la altura del macollo era menor a la inicial se determinó como macollo defoliado (1) y cuando la altura era la misma, como macollo no defoliado (0). Por último, se realizó un conteo de cuántos habían

sido defoliados en la parcela en relación al total de macollos y se colocó el resultado en forma porcentual.

3. 6. 1. 2 Intensidad de defoliación

Para la variable intensidad de defoliación de los macollos también se utilizaron las medidas de alturas recabadas a campo, en donde la altura de la fecha inicial corresponde al 100% y las alturas de los macollos para las otras fechas estudiadas representan el grado de defoliación. Para cada tratamiento se realizó el promedio de intensidad de defoliación por fecha, representado como porcentaje.

En el caso de la intensidad de defoliación para los macollos marcados y la superficie contigua se utilizó la misma metodología mencionada, pero en los casos que la altura de las fechas finales era mayor a la inicial, se asumió que la altura era igual a la de inicio, es decir, que no había ocurrido defoliación. Se tomó esta definición dado que las mediciones fueron realizadas al azar en la superficie contigua y en algún caso el promedio podía ser mayor a la inicial debido a la alta variabilidad a escala microespacial.

3. 6. 2 Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos independientes. Luego, las medias de los efectos significativos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey (5%). Se usó el procedimiento de t-Test del programa estadístico Graph Pad Prism.

Con el mismo programa se analizó la relación entre los datos de MS, MF y altura promedio mediante un análisis de correlación lineal. También se realizaron todos los gráficos de barra que se presentan con el desvío estándar de la media.

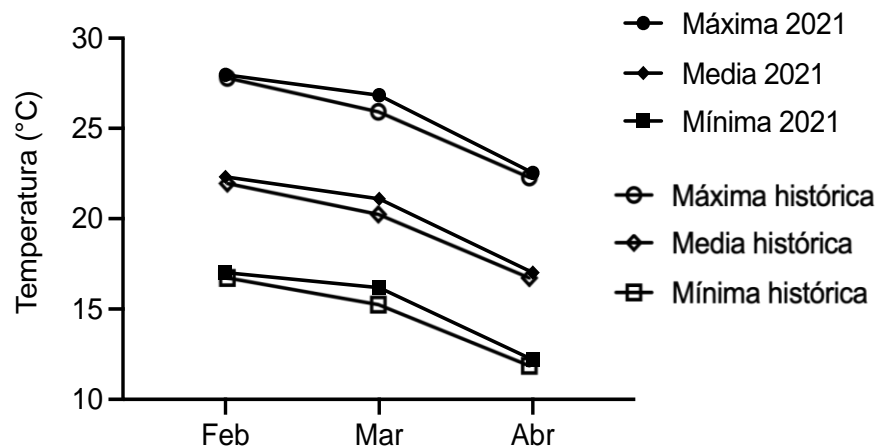
Las variables estudiadas fueron, número de hojas por macollo, número de macollos por terrón, altura promedio de parcelas, materia seca promedio de parcelas, frecuencia e intensidad de defoliación de *Paspalum notatum*, intensidad de defoliación de terrones y de celdas contiguas.

4. RESULTADOS

4.1 VARIABLES CLIMÁTICAS

En los siguientes gráficos se presentan los datos obtenidos durante el período experimental en cuanto a temperaturas y precipitaciones.

a)



b)

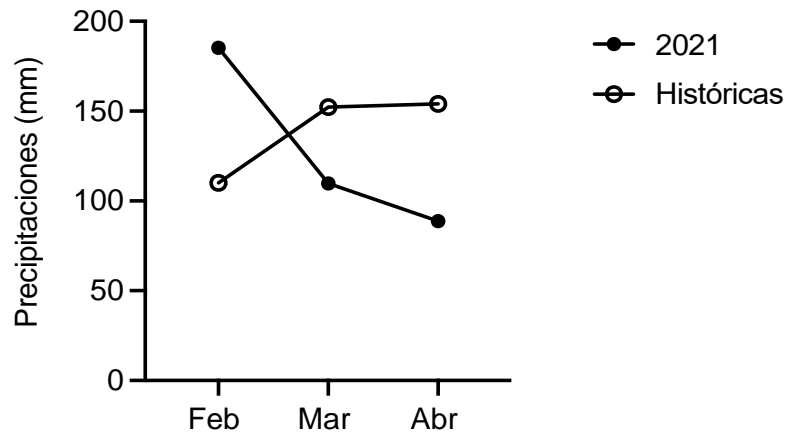


Figura No. 3. a) Temperaturas medias durante el período en estudio (febrero a abril del 2021) y temperaturas medias de la serie histórica 1985-2015 de INIA Las Brujas. b) Precipitaciones durante el período en estudio (febrero a abril de 2021) y precipitaciones medias de la serie histórica 1985-2015 de INIA Las Brujas para el mismo período.

Durante el período experimental la temperatura tuvo un comportamiento muy próximo a los valores históricos (Figura No. 3a).

Por otro lado, como se puede observar en la Figura No. 3b, las precipitaciones durante el período en estudio fueron contrastantes a la media histórica para dichos meses. Febrero presentó mayor cantidad de precipitaciones y marzo y abril fueron los meses con menos precipitaciones.

4. 2 CARACTERIZACIÓN DEL CAMPO EN EL LARGO PLAZO

4. 2. 1 Variación temporal de la altura del pasto en las parcelas bajo tratamientos de pastoreo contrastantes

Se presenta a continuación (Figura No. 4) la altura de entrada y de salida de las parcelas medidas con el plato forrajero para los distintos tratamientos (pastoreo continuo y pastoreo rotativo) desde la implantación de los terrones hasta el comienzo del período experimental.

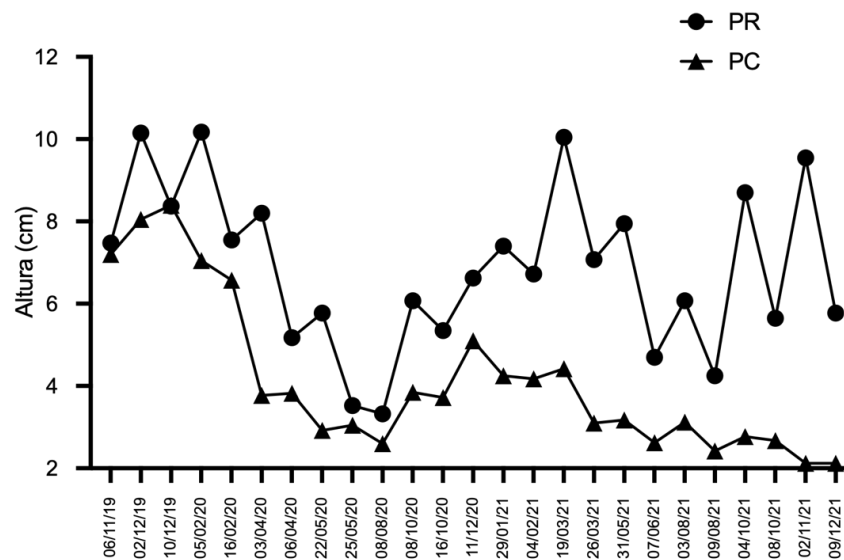


Figura No. 4. Altura del pasto comprimido promedio de las parcelas medida con plato forrajero a la entrada y la salida de los animales desde la implantación de los terrones y el comienzo del experimento de largo plazo (n=3). Por cuestiones visuales se representan las entradas y las salidas en intervalos regulares. PC = pastoreo continuo, PR= pastoreo rotativo.

La altura del pasto durante el período de un año siguió la curva de producción anual del forraje, es decir, en primavera aumenta su altura y disminuye en la estación invernal para ambos tratamientos (Figura No. 4). A su vez, en el pastoreo continuo hay menor altura que en el método de pastoreo rotativo para todas las fechas analizadas, como también la distribución de este método es continua, sin presencia de picos, debido a la ausencia de períodos de reposo en la pastura (Figura No. 4). Se destacan dos períodos claros en el transcurso del tiempo, un primer período en donde el tratamiento rotativo cuando es pastoreado

se asemeja con la curva del tratamiento continuo; y un segundo período el cual comienza posterior al invierno del 2020 en donde se diferencian ambas curvas de los tratamientos en forma permanente (Figura No. 4).

4. 2. 2 Variación temporal de la composición florística de las parcelas

Asimismo se evaluaron las especies dominantes en cobertura para cada año tanto en los terrones trasplantados como en sus celdas continuas.

Cuadro No. 4. Especies vegetales dominantes en cobertura en el terrón de CN y en la celda continua, ordenadas de mayor a menor según su porcentaje de cobertura. PR= pastoreo rotativo, PC= pastoreo continuo.

	PR		PC	
	Terrón	Celda	Terrón	Celda
2019	<i>Axonopus affinis</i> 12,6%	<i>Gaudinia fragilis</i> 43,0%	<i>Axonopus affinis</i> 16,5%	<i>Gaudinia fragilis</i> 32,7%
	<i>Paspalum notatum</i> 10,1%	<i>Juncus</i> 25,0%	<i>Paspalum notatum</i> 15,6%	<i>Cynodon dactylon</i> 17,7%
	<i>Carex phalaroide</i> 9,7%	<i>Cynodon dactylon</i> 11,6%	<i>Piptochaetium montevidense</i> 12,9%	<i>Lotus corniculatus</i> 5,6%
2020	<i>Gaudinia fragilis</i> 28,3%	<i>Gaudinia fragilis</i> 43,0%	<i>Paspalum notatum</i> 28,7%	<i>Cynodon dactylon</i> 36,8%
	<i>Paspalum notatum</i> 19,7%	<i>Cynodon dactylon</i> 22,9%	<i>Gaudinia fragilis</i> 26,8%	<i>Gaudinia fragilis</i> 27,8%
	<i>Piptochaetium montevidense</i> 16,6%	<i>Juncus</i> 7,0%	<i>Cynodon dactylon</i> 8,6%	<i>Festuca arundinacea</i> 16,8%
2021	<i>Paspalum notatum</i> 31,1%	<i>Cynodon dactylon</i> 36,2%	<i>Paspalum notatum</i> 30,7%	<i>Cynodon dactylon</i> 29,2%
	<i>Gaudinia fragilis</i> 15,3%	<i>Gaudinia fragilis</i> 27%	<i>Gaudinia fragilis</i> 25,4%	<i>Gaudinia fragilis</i> 23,6%
	<i>Cynodon dactylon</i> 8,4%	<i>Stipa setigera</i> 12,0%	<i>Cynodon dactylon</i> 8,2%	<i>Paspalum notatum</i> 9,5%

Se puede observar en el Cuadro No. 4 que en ambos tratamientos (PC y PR) en el terrón implantado ocurre un proceso muy similar; en el año de

implantación (2019) hay presencia dominante de dos especies nativas, *Axonopus affinis* y *Paspalum notatum*, al año siguiente el *Axonopus affinis* deja de ser la especie con mayor cobertura, siendo reemplazada por una especie exótica (*Gaudinia fragilis*), mientras que la otra especie nativa mencionada continúa con la misma posición en el ranking de importancia. En el año 2021 se pudo observar como *Paspalum notatum* pasa a ser la especie con mayor cobertura, superando a especies exóticas como *Gaudinia fragilis* y *Cynodon dactylon*. La dominancia de *Cynodon dactylon* es generalizada; también para el 2021 en el tratamiento de PC aparece con mayor frecuencia la especie de interés para esta investigación. En el mismo año aparece en el pastoreo rotativo la especie *Stipa setigera*.

4.3 CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA EN EL CORTO PLAZO

4.3.1 Número promedio de hojas por macollo y densidad promedio de macollos por terrón

A continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre las características de número de hojas y número de macollos de *Paspalum notatum* en los terrones implantados.

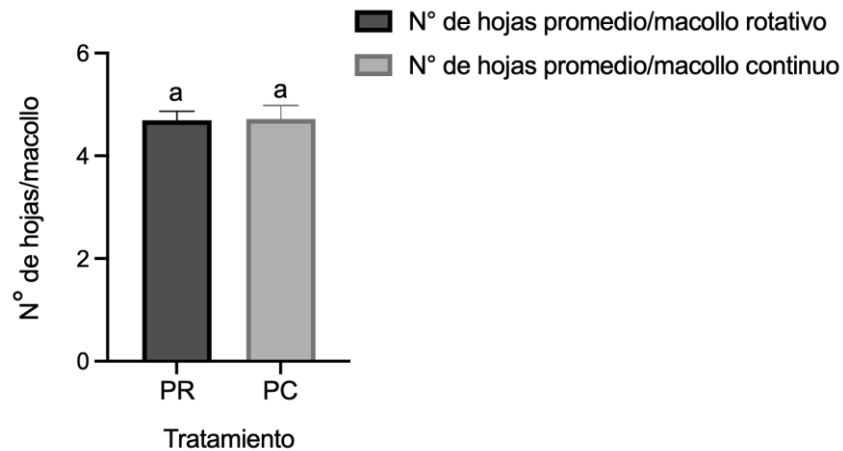


Figura No. 5. Número de hojas promedio por macollo de pastoreo rotativo y continuo.

El número de hojas promedio por macollo no presentó diferencias significativas entre ambos tratamientos, ubicándose en promedio en ambos casos en el entorno de 4,5 hojas/ macollo ($T= 0,08482$; $p= 0,9365$) (Figura No. 5).

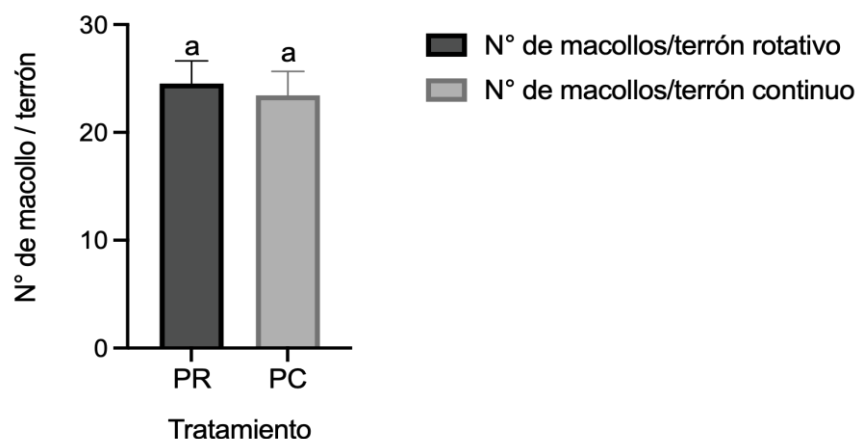


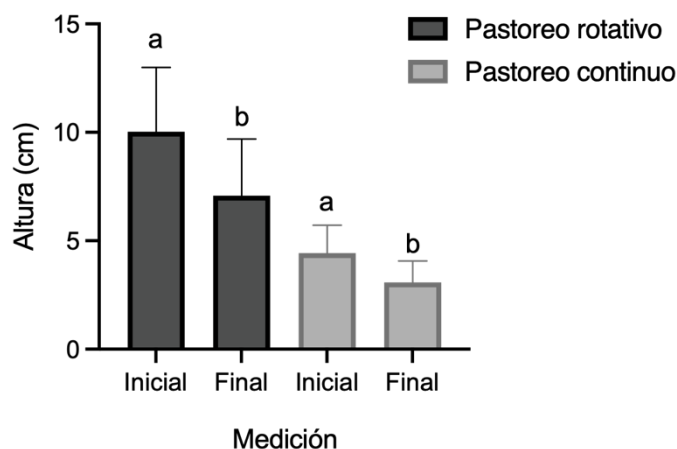
Figura No. 6. Número de macollos promedio por terrón en cada tratamiento.

Al evaluar el promedio de número de macollos por terrón en cada uno de los tratamientos, no se observó diferencia significativa ($T=0,3602$; $p=0,7215$). Sin embargo, se puede destacar una tendencia al mayor número de macollos por terrón en el tratamiento de pastoreo rotativo, siendo 24,5 el promedio, mientras que, para el pastoreo continuo, el promedio de macollos por terrón es de 23,4.

4. 3. 2 Evaluación de altura y disponibilidad en materia seca por tipo de pastoreo

Se presentan la altura y la disponibilidad promedio de las tres parcelas de cada tratamiento al inicio y al final del experimento (Figura No. 7). Además, se analizó la disponibilidad de biomasa en las parcelas por método directo al inicio y al final de la etapa de evaluación para los dos tipos de pastoreo en estudio.

a)



b)

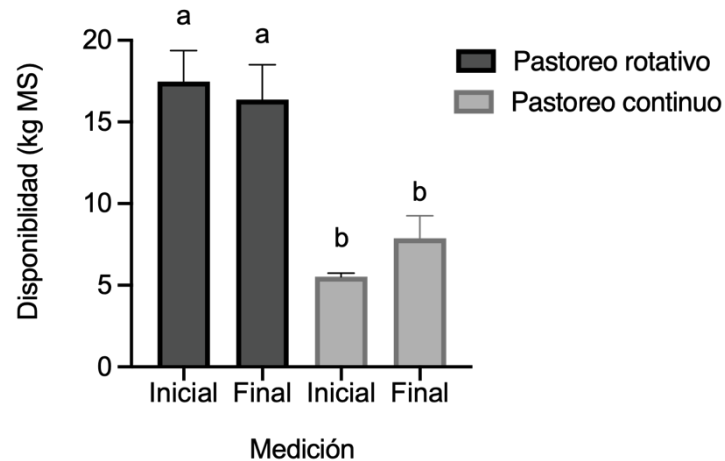


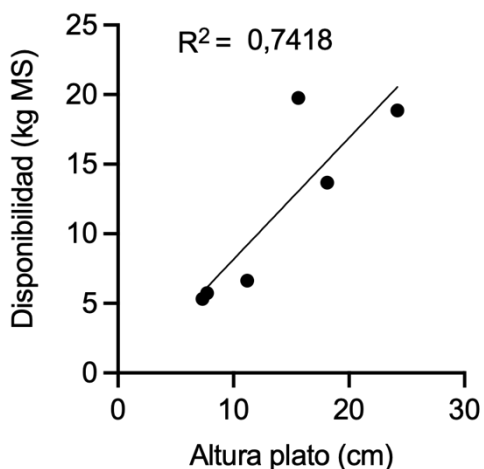
Figura No. 7. a) Altura promedio de las parcelas de cada pastoreo al inicio y al final del período experimental. Letras diferentes expresan diferencias significativas dentro de cada tratamiento. b) Disponibilidad en base seca promedio por tratamiento. Letras diferentes expresan diferencias significativas entre tratamientos.

En la Figura No. 7.a se pueden observar diferencias significativas en altura dentro del tratamiento entre la fecha inicial y final, tanto para el rotativo ($T=2,378$; $p=0,0549$), como para el continuo ($T=2,645$; $p=0,0383$). Así mismo, también hubo diferencias significativas entre tratamientos, tanto para la fecha inicial ($T=5,513$; $p=0,0015$) como la fecha final ($T=4,517$; $p=0,0039$), presentando el pastoreo rotativo mayor altura promedio final que el pastoreo continuo (56%). La reducción de altura del pasto en términos porcentuales fue similar, PR fue del 29% y PC fue del 30%.

En la Figura No. 7.b se observa que la cantidad de MS disponible presentó diferencias significativas entre tratamientos ($F=9,741$; $p=0,0101$) pero no dentro de los tratamientos para las dos fechas de medición (rotativo $T=0,3800$, $p=0,7232$; continuo $T=1,684$, $p=0,2343$). El pastoreo rotativo presentó un 52% más de MS al final del experimento.

En la Figura No. 8, se analiza la correlación entre las alturas promedio de cada una de las parcelas devueltas por el plato, con la MF resultante de los cortes y pesado de las mismas y con la MS resultante del secado de las mismas.

a)



b)

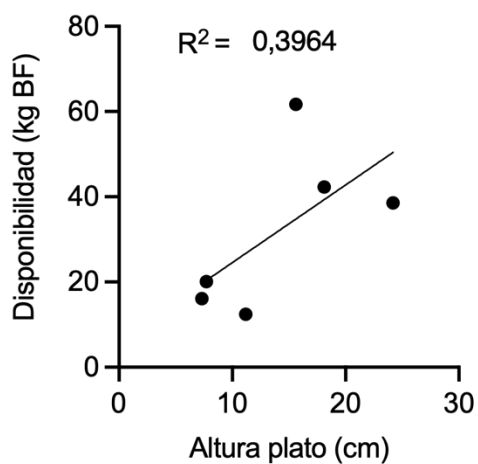


Figura No. 8. a) Correlación de la altura medida por el plato forrajero con la disponibilidad de materia seca medida por método directo en todas las parcelas. b) Correlación de la altura medida por el plato forrajero con la disponibilidad de materia fresca (biomasa fresca) medida por método directo en todas las parcelas.

Con respecto a la correlación entre altura y disponibilidad de MS, se encontró que los valores de materia seca varían de manera sistemática respecto a los valores de altura, dado que el coeficiente de regresión es de 74% ($r = 0,8613$,

$p= 0,0275$) (Figura No. 8.a). Con dicho resultado se puede afirmar que existe una correlación alta y positiva entre la altura y la disponibilidad en materia seca. Es decir, cuanto mayor sea la altura que presente una parcela, mayor será la materia seca acumulada en la misma. A diferencia del resultado obtenido anteriormente, para la correlación de altura y disponibilidad en base fresca el resultado de correlación es moderado 40% ($r= 0,6296$, $p= 0,1804$), existe una correlación moderada y positiva entre ambos factores (Figura No. 8.b).

4. 3. 3 Evaluación de la altura e intensidad de defoliación del pasto del terrón y la celda contigua

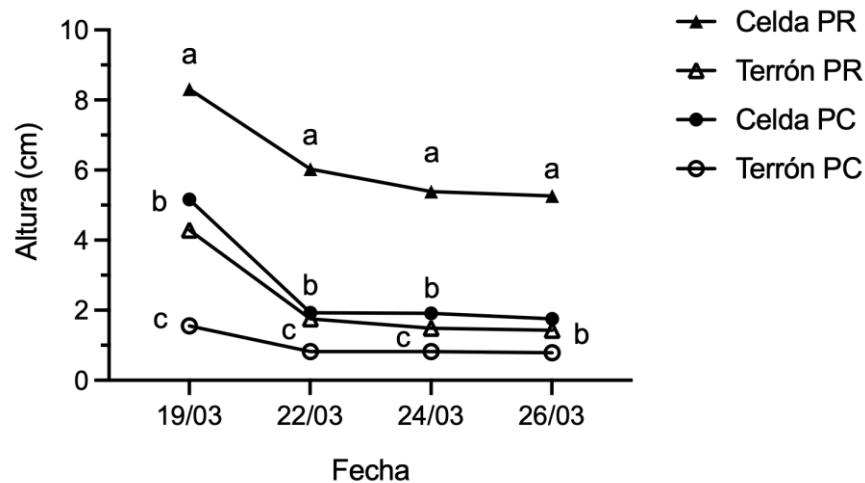


Figura No. 9. Altura del tapiz de los terrones y de las celdas linderas durante el período de evaluación de corto plazo.

Al inicio de la evaluación (19/3) se observaron diferencias de altura del pasto entre tratamientos (Figura No. 9). La celda contigua al terrón bajo pastoreo rotativo mostró la mayor altura promedio, el terrón bajo pastoreo rotativo y la celda contigua bajo pastoreo continuo valores intermedios, y el terrón bajo PC la menor altura ($F=40,72$; $p=0,0215$). En las siguientes dos evaluaciones (22 y 24/3), se observó una reducción en las alturas en todos los tratamientos de pastoreo, manteniéndose las diferencias significativas entre los tres grupos de la primera fecha. En la última evaluación (26/3) se asemejan las alturas de los terrones de ambos tratamientos de pastoreo y la celda del PC con la altura más baja, mientras que la celda contigua de PR se mantuvo con valores de altura superiores ($F= 44,09$; $p=0,0096$). La reducción de la altura en términos relativos en el primer intervalo (19/3-22/3), fue mayor en los terrones de CN que en sus celdas contiguas (47,4% vs 26,2%). A partir del 22/3 la altura se mantuvo relativamente estable, cambiando solamente el terrón PC en el último intervalo (Cuadro No. 5).

Cuadro No. 5. Intensidad de defoliación de terrones y celdas linderas de cada tratamiento para las fechas de medición. Letras diferentes expresan diferencias significativas dentro de cada fecha entre las intensidades de cada uno de los tratamientos (terrón, celda, PR, PC).

	Intensidad de defoliación (%)			
	Terrón		Celda	
	PR	PC	PR	PC
22/03	58,1 a	36,7 b	26,5 c	25,8 c
24/03	64,4 a	37,9 b	31,1 c	27,2 c
26/03	66,5 a	39,8 b	31,8 c	30,0 c

A partir de la Figura No. 9.a se pueden calcular las distintas intensidades de defoliación (Cuadro No. 5) que hubo tanto entre los tratamientos como entre los terrones y sus celdas contiguas. Se puede apreciar que la intensidad fue mayor en los terrones de CN que en las celdas contiguas para los dos tipos de pastoreo. Así mismo, la intensidad de defoliación del terrón de pastoreo rotativo fue mayor que la intensidad de defoliación del terrón de pastoreo continuo, para las tres fechas. Al comparar la intensidad de defoliación de las celdas contiguas no se encontraron diferencias significativas entre tipos de pastoreo, para ninguna de las tres fechas.

4. 3. 4 Evaluación de la frecuencia de defoliación de *Paspalum notatum*

La frecuencia de defoliación de *Paspalum notatum* no mostró diferencias significativas dentro de cada tratamiento de pastoreo para las tres fechas de medición (rotativo $F=2,022$; $p= 0,2132$; continuo $F= 0,2667$; $p=0,7745$), pero sí varió significativamente entre métodos de pastoreo ($T= 4,875$; $p= 0,0082$) (Figura No. 10). El promedio de la frecuencia de defoliación de PR se ubicó en 87% mientras que el de PC fue de 64%.

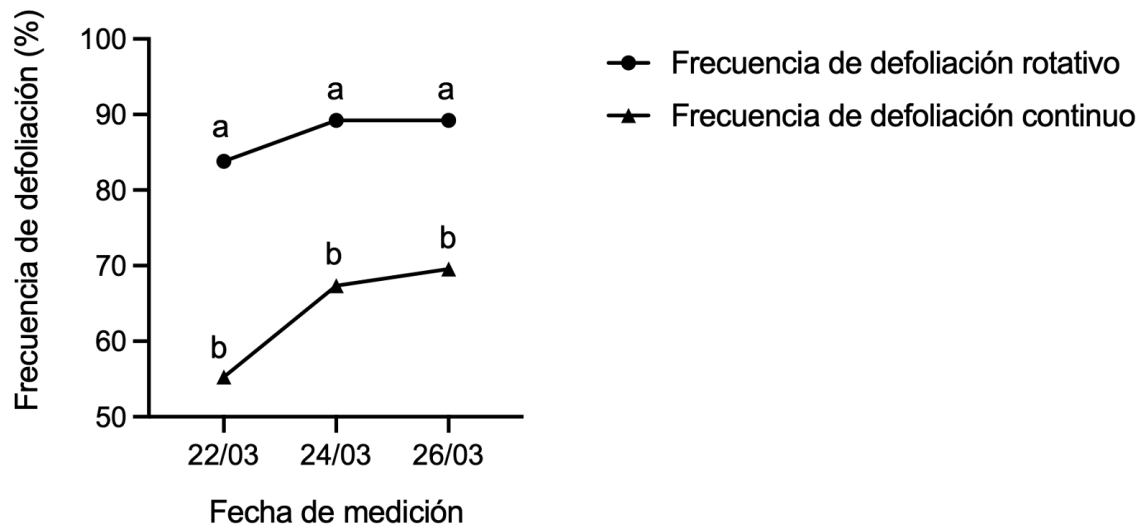


Figura No. 10. Frecuencia de defoliación de *Paspalum notatum* (%) en las tres fechas de medición. Letras distintas indican diferencias significativas dentro del tratamiento.

4. 3. 5 Evaluación de la intensidad de defoliación *Paspalum notatum*

Se evaluó la intensidad de defoliación de cada macollo de *Paspalum notatum* en las tres fechas de medición, como porcentaje de la altura del forraje removido.

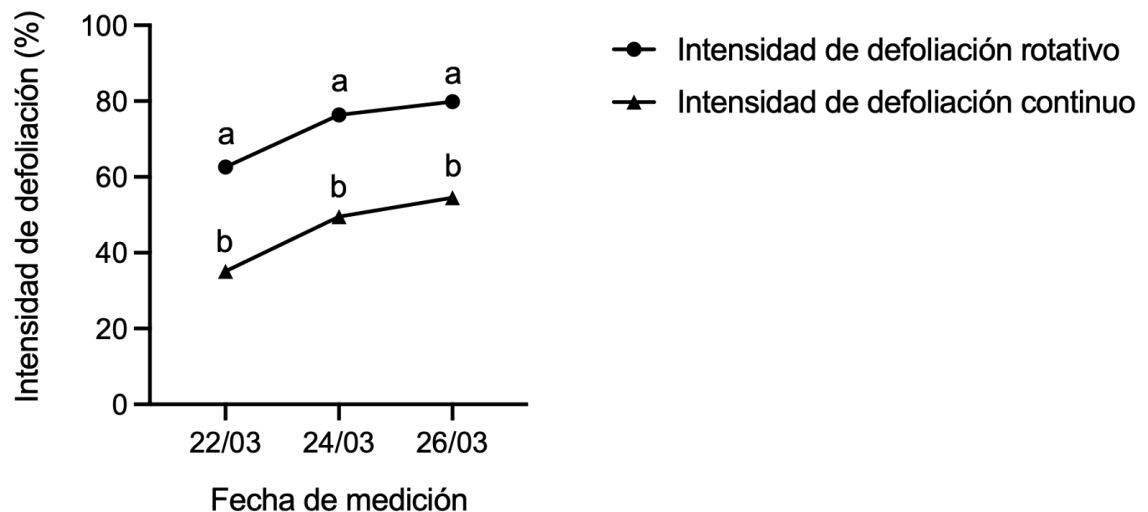


Figura No. 11. Intensidad de defoliación de *Paspalum notatum* (%) en las tres fechas de medición. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.

La intensidad de defoliación fue significativamente mayor en el tratamiento de pastoreo rotativo que en el de pastoreo continuo en las tres fechas ($T= 3,396$; $p=0,0274$). Si bien hubo una tendencia de aumento en la intensidad del primer al último día en ambos tratamientos de evaluación esta no fue significativa ($T=2,693$; $p=0,0545$). En promedio, para las tres fechas, la intensidad de defoliación de PR fue de 73% mientras que bajo pastoreo continuo fue de 46%.

Tanto la intensidad como la frecuencia de defoliación en la especie de interés tiene el mismo comportamiento en ambos tratamientos, es decir, aumentan en gran medida de la primera a la segunda fecha y continúan a la tercera fecha con incrementos decrecientes.

5. DISCUSIÓN

5.1 CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA Y LA COMPOSICIÓN DE LA PASTURA EN EL LARGO PLAZO

Después de dos años de instalado el experimento se observaron marcados cambios en la estructura y composición de la pastura.

La divergencia entre las curvas observada a partir del invierno 2020 se podría deber a que hubo un cambio en la estructura del forraje, un aumento en el porcentaje de tejido senescente en el tratamiento rotativo, explicado por largos períodos de descansos que llevan a una pérdida de calidad de la pastura por madurez de la planta (Nabinger, 1998). En la estación primaveral, el crecimiento del pasto es mayor y los descansos deben ser más cortos para que el forraje no se encañe y pierda rápidamente calidad, ya que el animal evitará dicho forraje. De esta manera no se logra el efecto de emparejamiento deseado y como consecuencia, se traslada forraje de una entrada a la siguiente aumentando así la altura del mismo.

Las especies dominantes que se encontraron desde el inicio de la implantación de terrones hasta el período en estudio fueron variando tanto en el terrón como en la celda contigua. En la celda contigua hay una mayor frecuencia de especies exóticas y de bajo valor productivo, reflejando la degradación del campo natural. Sin embargo, para el año 2021 la aparición de la *Stipa setigera*, que es invernal y de un valor productivo tierno-fino, demostraría un aumento en la calidad del tapiz natural. Debido a que ambos pastoreos se manejan en forma distinta, se estimula el desarrollo de especies diferentes, como fue mencionado anteriormente, según Millot et al. (1987), el pastoreo continuo favorece a especies postradas (*Paspalum notatum*), que escapan del diente animal; mientras que en el pastoreo rotativo se favorecen las especies erectas (*Stipa setigera*).

En el caso del terrón implantado la variación temporal es más relevante, se puede destacar el aumento de *Paspalum notatum* bajo los dos tratamientos de pastoreo, lo que refuerza la potencialidad de esta especie como especie objetivo en proyectos de restauración. Sin embargo, más allá de *Paspalum notatum* la tendencia observada no es muy alentadora para ninguno de los dos tipos de pastoreo, ya que las especies nativas son sustituidas año tras año por especies exóticas, que contribuyen a la degradación del campo. Un ejemplo claro de lo mencionado es la reducción de la cobertura, incluso llegando a la desaparición en algunos terrones de *Axonopus affinis* desde el inicio de las mediciones. Esta desaparición de la especie puede deberse también al consumo dirigido por parte de los animales.

Entre ambos métodos de pastoreo el pastoreo continuo presenta una menor altura en relación al pastoreo rotativo, explicado por el manejo en sí, un manejo aliviado (PR) no sólo presenta un mayor aporte de las gramíneas, sino que dentro de estas, hay una mayor expresión de los pastos erectos, más productivos, aunque decaen en su calidad fácilmente cuando se manejan con descansos excesivos (Heady y Child, 1994). Por el contrario, un manejo intenso (PC) promueve pastos cortos de porte más rastrero, que en general mantienen sus puntos de crecimiento en la superficie del suelo o muy cerca de ella, que no elevan los meristemas apicales hasta próximo al inicio reproductivo y que mantienen en los estratos inferiores un área importante de tejidos fotosintéticos para posibilitar el rebrote (Heady y Child, 1994).

La ausencia de diferencias significativas en el número de hojas promedio en cada tratamiento (Figura No. 5), es un resultado esperable, dado que la tasa de aparición foliar constituye unas de las variables morfogenéticas de la estructura de las plantas, es decir, es un factor asociado fuertemente a la genética y el ambiente y no tanto al manejo (Chapman y Lemaire, 1993).

De acuerdo a los antecedentes, se esperaba menor densidad de macollos en PR, dado que pastoreos menos intensos o frecuentes generan que se reduzca la relación rojo/rojo lejano que llega a la base de la pastura por sombreado del forraje verde acumulado (Gautier et al., 1999), resultando así en una disminución del macollaje. Sin embargo, los resultados muestran cantidades similares entre tratamientos (Figura No. 6). La similitud en densidad de macollos se condice con la similitud de cobertura de *Paspalum notatum* en los dos tratamientos.

5.2 PATRONES DE DEFOLIACIÓN DE LA PASTURA A DISTINTAS ESCALAS ESPACIALES

En el período de pastoreo evaluado se manifestaron diferencias en la selectividad entre tratamientos de pastoreo dependiendo de la escala analizada, demostrando así la capacidad que tiene el ovino para seleccionar su dieta manteniendo cierta jerarquía de defoliación (Poppi et al., 1987).

A nivel de parcela, el ovino no manifestó selectividad ya que los animales consumieron MS de manera similar entre tratamientos. A pesar de que en el tratamiento de pastoreo rotativo había 56% más de MS, lo que podría permitir mayor oportunidad de selección, los animales no mostraron preferencia por éste. Esto se podría deber a la pérdida de calidad del forraje por una acumulación de MS, característica de la estación del año donde se llevó a cabo el experimento (otoño) (Saldanha, 2011b). Por otro lado, el animal podría no haber preferido dicho forraje, por la altura excesiva que presentaba el mismo, que escapa del horizonte de pastoreo del ovino (Stuth y Heitschmidt, 1991).

A nivel de parche, en primer lugar, los ovinos seleccionaron fuertemente por la calidad del forraje, al mostrar preferencia por los terrones de campo natural que contenían *Paspalum notatum* en alta proporción, frente a las celdas contiguas, que presentaban una matriz de *Cynodon dactylon*. Esto coincide con lo reportado por Formoso (1996) que planteó que estos herbívoros son capaces de seleccionar con este grado de detalle, diferenciando plantas y partes de plantas más nutritivas. Estos resultados son consistentes con la primera hipótesis planteada en este trabajo y se alinean con lo planteado por Rosengurtt (1979), quien plantea que la apetecibilidad del *Paspalum notatum* es mayor que la de *Cynodon dactylon*.

A nivel de planta se manifestó una marcada selectividad dependiente de la accesibilidad de los tejidos. Esto se evidencia con la frecuencia e intensidad de defoliación de la especie de interés, donde aquellos macollos pertenecientes al tratamiento rotativo con mayor altura, presentaron una mayor frecuencia e intensidad de defoliación en todo el experimento. Esto coincide con lo mencionado por Stuth y Heitschmidt (1991), que una planta de mayor accesibilidad, por la altura y por el ángulo de las hojas respecto a la superficie, tiene menor costo de "manipulación", por lo que es preferida. Este concepto se refuerza cuando se observa que de la segunda a la tercera fecha la frecuencia en dicho pastoreo se estabiliza, es decir el animal no lo prefiere y no lo vuelve a defoliar.

La segunda hipótesis que planteaba que los terrones de PR iban a presentar menor selectividad, fue rechazada dado que se observó que en las parcelas de PR la intensidad y la frecuencia de defoliación fue mayor que en las parcelas de PC. Esto se puede haber debido a que el animal no fue obligado a seleccionar en dichas parcelas dando margen a que los animales entonces prefirieran el forraje más verde del terrón de campo natural.

A modo de consideración metodológica, la diferencia de altura resultado de la selectividad no se evidenció en una diferencia de materia seca. Esto se puede deber a que pasturas con diferente estructura, ya sea densa y baja o laxa y alta, pueden generar una misma cantidad de forraje (García, 1995). Esta estructura del forraje puede verse afectada por el tipo de pastura, el manejo del pastoreo, el momento del año, la edad de la pastura y las condiciones de fertilidad (García, 1995). En el pastoreo continuo la estructura del tapiz vegetal tiene una mayor proporción de especies rastreras y en el pastoreo rotativo predominan las especies erectas. También, en el diseño experimental se confunde la carga animal con el método de pastoreo, ya que la carga instantánea del PR debería ser la misma que la carga que tiene el PC todo el año. Entonces el experimento evalúa el tipo de pastoreo, pero existe en él un efecto carga asociado, dado que la carga instantánea del PR es menor que la carga total del PC. Así no se logra el pastoreo no selectivo que es objetivo dentro de un método rotativo.

6. CONCLUSIONES

Queda demostrada la alta capacidad de *Paspalum notatum* como especie objetivo de restauración, ya que logró implantarse exitosamente bajo dos modalidades de pastoreo con ovinos contrastantes y con regímenes de selectividad diferentes.

Existió una variación en la composición botánica de los terrones y las celdas contiguas en el correr de los años evaluados, donde la cobertura del *Paspalum notatum* crece en los terrones y la cobertura del *Cynodon dactylon* aumenta en las celdas contiguas.

El método de pastoreo no generó diferencias significativas en el número de hojas por macollo ni tampoco en el número de macollos por terrón.

La altura promedio de las parcelas varió dentro de cada método de pastoreo para las mediciones inicial y final. El tipo de pastoreo también generó diferencias significativas entre los promedios de alturas de las parcelas contrastantes.

La materia seca promedio acumulada por superficie no varió dentro de los tratamientos para las mediciones inicial y final. Entre las parcelas de los tratamientos continuos y rotativos si se encontraron diferencias significativas entre la disponibilidad de MS para las mediciones mencionadas.

La intensidad de defoliación de los terrones en estudio fue mayor que la intensidad de defoliación para la celda contigua, independientemente del tipo de pastoreo. Al comparar los tratamientos, la intensidad de defoliación de los terrones fue mayor para el pastoreo rotativo que en el continuo, sin embargo, en las celdas contiguas no hubo diferencias significativas en la intensidad de defoliación.

La frecuencia de defoliación de los macollos de *Paspalum notatum* fue mayor en el pastoreo rotativo que en el pastoreo continuo, para las tres fechas de medición.

La intensidad de defoliación de *Paspalum notatum* fue mayor en el pastoreo rotativo que en el pastoreo continuo, para las tres fechas de medición.

De estos resultados se desprende en primer lugar, la preferencia animal por la especie *Paspalum notatum*, presente en todos los terrones y en gran cantidad como se presentó en la Figura No. 6. Esta selectividad es independiente del tipo de pastoreo, sin embargo, la intensidad y la frecuencia de defoliación es

mayor en el pastoreo rotativo. En segundo lugar, se destaca la preferencia animal por el forraje que presenta mayor accesibilidad.

7. RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Ovinos de la estación experimental Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía, ubicado en el km 35 del Camino Folle en Progreso, en el departamento de Canelones. Se realizó el potrero N°3 en un área de aproximadamente 1 hectárea. El período de evaluación fue del 18/03/2021 al 26/03/2021. El objetivo del presente trabajo fue evaluar cómo es afectada la selectividad de los ovinos en un área de restauración de campo natural, bajo dos métodos de pastoreo contrastantes, rotativo y continuo. Específicamente se plantea determinar la frecuencia e intensidad de defoliación de una especie nativa, *Paspalum notatum*, la cual fue introducida en el área de estudio a partir de terrones provenientes de campos vírgenes. Los tratamientos entonces fueron pastoreo continuo y pastoreo rotativo, en 3 repeticiones cada uno. Las variables analizadas fueron número de hojas por macollo, número de macollos por terrón, altura promedio de parcelas, materia seca promedio de parcelas, frecuencia de defoliación *Paspalum notatum*, intensidad de defoliación de *Paspalum notatum*, intensidad de defoliación de terrones y de celdas contiguas. Como resultados del experimento se obtuvo que, tanto el *Paspalum notatum* como el *Cynodon dactylon* aumentaron su cobertura en los terrones trasplantados y en las celdas contiguas, respectivamente. El tipo de pastoreo no influyó en el número de hojas por macollo ni en el número de macollos por terrón. Si influyó en las alturas promedio de las parcelas, donde fue mayor la altura inicial y final del rotativo frente a las del continuo. Además, dentro de cada método de pastoreo también se encontraron diferencias significativas entre las alturas iniciales y finales. La MS promedio de las parcelas no varió dentro de los tratamientos para las mediciones inicial y final. Entre las parcelas de los tratamientos continuos y rotativos si se encontraron diferencias significativas entre la disponibilidad de MS para las mediciones mencionadas. La intensidad de defoliación de los terrones en estudio fue mayor que la intensidad de defoliación para la celda contigua, independientemente del tipo de pastoreo. Al comparar los tratamientos, la intensidad de defoliación de los terrones fue mayor para el pastoreo rotativo que en el continuo, sin embargo, en las celdas contiguas no hubo diferencias significativas en la intensidad de defoliación. La frecuencia de defoliación de los macollos *Paspalum notatum* fue mayor en el pastoreo rotativo que en el pastoreo continuo, para las tres fechas de medición. La intensidad de defoliación de *Paspalum notatum* fue mayor en el pastoreo rotativo que en el pastoreo continuo, para las tres fechas de medición.

Palabras clave: selectividad; ovinos; campo natural; campo natural degradado; pastoreo continuo; pastoreo rotativo; *Paspalum notatum*; intensidad de defoliación; frecuencia de defoliación

8. SUMMARY

The experiment was carried out in the Sheep Unit of the Centro Regional Sur, experimental station of the Faculty of Agronomy, located at km 35 of Camino Folle in Progreso, in the department of Canelones. The paddock N°3 was made in an area of approximately 1 hectare. The evaluation period was from 03/18/2021 to 03/26/2021. The objective of this study was to evaluate how sheep selectivity is affected in a natural range restoration area, under two contrasting grazing methods, rotational and continuous. Specifically, it is proposed to determine the frequency and intensity of defoliation of a native species, *Paspalum notatum*, which was introduced in the study area from clods from virgin fields. The treatments then were continuous grazing and rotational grazing, in 3 repetitions each. The variables analyzed were number of leaves per tiller, number of tillers per clod, average plot height, average plot dry matter, *Paspalum notatum* defoliation frequency, *Paspalum notatum* defoliation intensity, clod and boundary cell defoliation intensity. As results of the experiment, it was obtained that both *Paspalum notatum* and *Cynodon dactylon* were more present on the clod and on the border cell, respectively. The type of grazing did not influence the number of leaves per tiller or the number of tillers per clod. It did influence the average heights of the plots, where the initial and final height of the rotary was higher than those of the continuous one. Furthermore, within each grazing method significant differences were found between the initial and final heights. The average DM of the plots did not vary within the treatments for the initial and final measurements. Between the plots of the continuous and rotational treatments, significant differences were found between the availability of DM for the mentioned measurements. The intensity of defoliation of the clods under study was greater than the intensity of defoliation for the border cell, regardless of the type of grazing. When comparing the treatments, the intensity of defoliation of the clods was higher for rotational grazing than in continuous grazing, however, in the neighboring cells there were no significant differences in the intensity of defoliation. The frequency of defoliation of *Paspalum notatum* tillers was higher in rotational grazing than in continuous grazing, for the three measurement dates. The intensity of defoliation of *Paspalum notatum* was higher in rotational grazing than in continuous grazing, for the three measurement dates.

Keywords: selectivity; sheep; natural field; degraded natural field; continuous grazing; rotational grazing; *Paspalum notatum*; defoliation intensity; defoliation frequency

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Ackroff, K. 1992. Foraging for macronutrients: effects of protein availability and abundance. *Physiology & Behavior*. 51(3): 533 – 542.
2. Acosta, G.; Cangiano, C.; Miñon, D. 1998. Efectos del pastoreo y fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y calidad de raigrás inglés (*Lolium perenne*). *Revista de Investigación Agraria*. 13: 21 – 27.
3. Allen, V. G.; Batello, C.; Berretta, E. J.; Hodgson, J.; Kothman, M.; Li, X.; Mclvor, J.; Meline, C.; Morris, A.; Peeters, M.; Sanderson, M. 1991. Terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science*. 66(1): 2 – 28.
4. Angusdei, M. G.; Mazzanti, A. 2001. Frequency of defoliation of native and naturalized species of the flooding Pampas (Argentina). *Grass and Forage Science*. 56(4): 344 – 351.
5. Arnold, G. W. 1975. Herbage intake and grazing behaviour in ewes of four breeds at different physiological states. *Australian Journal of Agricultural Research*. 26(6): 1017 – 1024.
6. Ayala, W.; Jaurena, M.; Díaz, R. 2008. Impacto de la intensificación productiva sobre el campo natural en Uruguay. (en línea). *Revista INIA*. no. 14: 16 – 21. Consultado mar 2020. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5225/1/revista-INIA-14-Diaz.pdf>
7. Bakker, J.; de Leeuw, J.; van Wieren, S. 1983. Micropatterns in grassland vegetation created and sustained by sheep grazing. *Vegetatio*. 55: 153 – 161.
8. Berretta, E. J. 1991. Producción de pasturas naturales en el basalto: producción mensual y estacional de forraje de cuatro comunidades nativas sobre suelos de basalto. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. 2a. ed. Montevideo, INIA. pp. 12 – 18. (Serie Técnica no. 13).
9. _____.; Do Nascimento, D. 1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal. Montevideo, IICA. 126 p. (Diálogo no. 32).
10. _____. 1996. Campo natural: valor nutritivo y manejo. *In*: Risso, D.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. *Producción y manejo de pasturas*. Montevideo, INIA. pp. 113 – 117. (Serie Técnica no. 80).
11. _____. 1997. Producción de pasturas naturales en el basalto: características de las principales especies de estos suelos. (en línea). *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*.

- Montevideo, INIA. pp. 24 – 26. (Serie Técnica no. 13).
Consultado set 2021. Disponible en
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8307/1/111219220807115854-p.24-26.pdf>
12. Boggiano, P.; Zanoniani, R.; Millot, J. 2005. Respuestas del campo natural a manejos con niveles crecientes de interacción. *In*: Risso, D.; Ayala, W.; Bermúdez, R.; Berreta, E. Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 105 – 113. (Serie Técnica no. 151).
 13. Bordaberry, A.; Regules, E.; Rodríguez, D. 2017. Efecto de la historia de frecuencia de pastoreo sobre la producción de un campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 117 p.
 14. Borrelli, P.; Oliva, G. 2001. Efecto de los animales sobre los pastizales. *In*: Ganadería sustentable en la Patagonia Austral. Río Gallegos, INTA. pp. 99 – 128.
 15. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
 16. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. (en línea). Montevideo, INIA. 46 p. Consultado mar. 2021. Disponible en
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2921/1/111219220807114541.pdf>
 17. Castaño, J. P.; Giménez, A.; Ceroni, M.; Furest, J.; Aunchayna, R. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. (en línea). Montevideo, INIA. 34 p. (Serie Técnica no. 193). Consultado mar. 2021. Disponible en
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2538/1/18429021211104157.pdf>
 18. Chapman, D. F.; Lemaire, G. 1993. Morphogenic and structural seterminants of plant regrowth after defoliation. *In*: Baker, M. J. ed. Grasslands for our world. Wellington, SIR. pp. 55 – 64.
 19. Chebataroff, J. 1969. Relieve y costas. Montevideo, Nuestra Tierra. 68 p. (Nuestra Tierra no. 3).
 20. Chilibroste, P. 2005. Seminarios de campo natural. (en línea). Revista INIA. no. 4: 37 – 38. Consultado mar. 2020. Disponible en
<http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/revista/2005/123.pdf>
 21. Church, D. C. 1993. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Zaragoza, Acribia. 652 p.

22. Colman, R. L.; Wilson, G. P. M. 1960. The effect of floods on pasture plants. *Agricultural Gazette of New South Wales*. 71(7): 337 – 344.
23. Cooper, S. D.; Kyriazakis, I.; Nolan, J. V. 1994. Diet selection in sheep: the role of the rumen environment in the selection of a diet from two feeds that differ in their energy density. (en línea). *British Journal of Nutrition*. 74(1): 39 – 54. Consultado mar. 2020. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/diet-selection-in-sheep-the-role-of-the-rumen-environment-in-the-selection-of-a-diet-from-two-feeds-that-differ-in-their-energy-density/136EED9A88122DC098A8598E2777BE97>
24. Del Puerto, O. 1969. Hierbas del Uruguay. Montevideo, Nuestra Tierra. 68 p. (Nuestra Tierra no. 19).
25. Demment, M. W.; Van Soest, P. J. 1985. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and nonruminant herbivores. *The American Naturalist*. 125(5): 641 – 672.
26. Donaghy, D. J.; Fulkerson, W. J. 2002. The impact of defoliation frequency and nitrogen fertilizer application in spring on summer survival of perennial ryegrass under grazing in subtropical Australia. *Grass and Forage Science*. 57(4): 351 – 359.
27. Drewry, J. J. 2006. Natural recovery of soil physical properties from treading damage of pastoral soils in New Zealand and Australia: a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 114(2-4): 159 – 169.
28. Dubeux, J. C.; Sollenberger, L. E. 2020. Nutrient cycling in grazed pastures. In: Rouquette, M.; Aiken, G. E. eds. *Management strategies for sustainable cattle production in southern pastures*. London, Elsevier. pp. 59 – 75.
29. Farruggia, A.; Dumont, B.; D'Hour, P.; Egal, D.; Petit, M. 2006. Diet selection of dry and lactating beef cows grazing extensive pastures in late autumn. *Grass and Forage Science*. 61(4): 347 – 353.
30. Forbes, J. M. 2007. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. Wallingford, CABI. 453 p.
31. Formoso, D. 1996. Estrategias de manejo de las pasturas naturales. *Producción Ovina*. no. 9: 21 – 34.
32. Formoso, F. 2000. Manejo de la alfalfa para la producción de forraje. (en línea). In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. *Tecnología en alfalfa*. Montevideo, INIA. pp. 53 – 74. (Boletín de Divulgación no. 69). Consultado mar. 2020. Disponible en <http://inia.uy/en/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807160703.pdf>

33. Frost, R.; Mosley, J. 2016. Diet selection of grazing animals. (en línea). s.l., Rangelands Gateway. s.p. Consultado mar. 2022. Disponible en <https://rangelandsgateway.org/topics/uses-range-pastureland/diet-selection-grazing-animals>
34. Gang, C.; Zhou, W.; Chen, Y.; Wang, Z.; Sun, Z.; Li, J.; Qi, J.; Odeh, I. 2014. Quantitative assessment of the contributions of climate change and human activities on global grassland degradation. *Environmental Earth Sciences*. 72(11): 4273 – 4282.
35. García, J. A. 1995. Estructura del tapiz de praderas. (en línea). Montevideo, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66). Consultado mar. 2022. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2972/1/111219240807134724.pdf>
36. García Préchac, F.; Durán, A. 2001. Estimating soil productivity loss due to erosion in Uruguay in terms of beef and wool productions on natural pastures. *In: International Soil Conservation Organization Meeting: National Soil Erosion Research Laboratory (10°, 2001, West Lafayette)*. Proceedings. West Lafayette, Purdue University. pp. 40 – 45.
37. Gautier, H.; Varlet-Grancher, C.; Hazard, L. 1999. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. *Annals of Botany*. 83(4): 423 – 429.
38. Giorello, D.; Do Canto, J.; Grad, P.; Porcile, V.; De Barbieri, I.; Soares de Lima, J.; Montossi, F.; Rossi, C.; Maranges, F.; Reyno, R. 2021. *Paspalum notatum* inia sepé: una gramínea nativa de alta productividad y persistencia. (en línea). *Revista INIA*. no. 66: 51 – 54. Consultado mar. 2022. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16007/1/Revista-INIA-66-Setiembre-2021-14.pdf>
39. Grasso, R.; Montoya, F.; Dávila, J.; Conde, P.; García, C. 2015. Riego deficitario en olivares de la variedad Arbequina en el norte del Uruguay. (en línea). *In: Jornada de Divulgación (2015, Canelones)*. Resultados experimentales en olivo. Montevideo, INIA. pp. 17 -21. (Serie Actividad de Difusión no. 754). Consultado dic. 2022. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9888/1/ad-754.-p.17-21.pdf>
40. Heady, H. F.; Child, R. D. 1994. *Rangeland ecology and management*. Boulder, Westview Press. 540 p.
41. Heitschmidt, R. K.; Gordon, R. A.; Bluntzer, J. S. 1982. Short duration grazing at the Texas Experimental Ranch: effects on forage quality. *Journal Range Management*. 35(3): 372 – 374.

42. Hodgson, J. 1971. The measurement of herbage intakes in grazing studies. Annual Report. 1970: 132 – 140.
43. Holechek, J. L.; Pieper, R. D.; Herbel, C. H. 1989. Range management: principles and practices. New Jersey, Prentice Hall. 501 p.
44. IMC (Intendencia Municipal de Canelones, UY). s.f. Caracterización de suelos, aptitud productiva y usos de la tierra. (en línea). Canelones. s.p. Consultado mar. 21. Disponible en https://www.imcanelones.gub.uy/sites/default/files/pagina_sitio/archivos_adjuntos/anexo_1-de_memoria_de_informacion.pdf
45. Irazoqui, H. 1987. Los ovinos y su explotación: características zootécnicas de los ovinos domésticos y descripción general de los sistemas bajo los cuales se los explota en la Argentina. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 201 p.
46. Jaurena, M.; Cuadro, R.; Reyno, R.; Do Carmo, M.; Cardozo, G.; Olmos, F.; Antunez, J.; Díaz, S.; Hernández, G.; Valladares, J.; Albornoz, A. 2012. Recuperación de áreas degradadas de campos naturales de basalto superficial. (en línea). In: Día de Campo: U.E. "Glencoe" (2012, Tacuarembó). Propuestas tecnológicas para sistemas ganaderos de Basalto. Tacuarembó, INIA. pp. 21 – 25. (Actividades de Difusión no. 693). Consultado mar. 2022. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/10598/1/SAD-693p21-25.pdf>
47. _____.; Formoso, D.; Gómez Miller, R.; Rebuffo, M. 2013. Campo natural: patrimonio del país y fundamento de la estabilidad productiva de la ganadería. (en línea). Revista INIA. no. 32: 31 – 35. Consultado nov. 2022. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7041/1/revista-INIA-32-p.31-35.pdf>
48. Kyriazakis, I.; Oldham, J. D. 1992. Diet selection in sheep: the ability of growing lambs to select a diet that meets their crude protein (nitrogen x 6.25) requirements. British Journal of Nutrition. 69(3): 617 – 629.
49. Langer, R. H. 1970. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. 514 p.
50. Loza, T.; Héctor, J. 1993. Morfología y fisiología de los pastos. Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León. s.p.
51. Luisoni, H. 2010. Ajuste de carga animal: aspectos teóricos y recomendaciones prácticas. In: Jornada IPCVA (2°. , 2010, Bahía Blanca). Memorias. Reconquista, INTA. s.p. (Cartilla).
52. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1976. Carta de reconocimiento de Suelos del

- Uruguay. (en línea). Montevideo. Esc. 1:1.000.000. Color. Consultado may. 2022. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/politicas-y-gestion/carta-reconocimiento-suelos-del-uruguay-escala-11000000>
53. Mérola, S.; Rodríguez, S. 1985. Efecto de la frecuencia del pastoreo sobre la composición de un tapiz natural de Basalto medio. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 106 p.
 54. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2001. Encuesta ganadera. Montevideo. 57 p.
 55. _____. _____. 2013. Censo general agropecuario 2011: resultados definitivos. Montevideo. 142 p.
 56. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
 57. Montossi, F.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Berretta, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos. (en línea). Montevideo, INIA. 108 p. Consultado mar. 2020. Disponible en <http://inia.uy/en/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630081007130656.pdf>
 58. Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, Wiley. s.p.
 59. Müller, B. K.; Frank, K.; Wissel, C. 2007. Relevance of rest periods in non-equilibrium rangeland systems: a modeling analysis. *Agricultural Systems*. 92(1–3): 295 – 317.
 60. Nabinger, C. 1997. Principios da exploração intensiva de pastagens: produção de bovinos a pasto. *In*: Simposio sobre Manejo da Pastagem (13º., 1997, Piracicaba). Anais. Piracicaba, FEALQ. pp.15 – 95.
 61. _____. 1998. Princípios de manejo e produtividade de pastagens. *In*: Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos de Corte (3º., 1998). Trabalhos apresentados. Canoas, ULBRA. pp. 54 – 107.
 62. O'Reagain, P. J.; Schwartz, J. 1995. Dietary selection and foraging strategies of animals on rangeland. *In*: International Symposium on the Nutrition of Herbivores (4º., 1995, Paris). Proceedings. Paris, INRA. s.p.
 63. Oficialdegui, R.; Rodríguez, A. 1984. Análisis del pastoreo conjunto de ovinos y bovinos. *Ovinos y lanas: Boletín Técnico*. no. 12: 15 – 28.

64. Olmos, F. 1990. Caracterización de comunidades naturales de la región noreste. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 3 – 9.
65. Overbeck, G.; Rosenfield, M.; Vieira, M.; Muller, S. 2016. Princípios e desafios da restauração ecológica em ecossistemas brasileiros. In: Peixoto, A. L.; Pujol Luz, J. R.; De Brito, M. E. orgs. Conhecendo a biodiversidade. Brasília, CNPq. pp. 141 – 155.
66. Paruelo, J. M.; Altesor, A.; Piñeiro, G.; Lezama, F.; Baeza, S. 2010. Spatial variability of above-ground net primary production in Uruguayan grasslands: a remote sensing approach. *Applied Vegetation Science*. 13(1): 72 – 85.
67. Poppi, D. P.; Hughes, J. P.; L'Huillier, P. J. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. In: Nicol, A. M. ed. Feeding livestock on pasture. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55 – 63. (Occasional Publication no. 10).
68. Prache, S.; Peyraud, J. 2001. Foraging behaviour and intake in temperate cultivated grasslands. In: International Grassland Congress (19º., 2001, São Pedro). Proceedings. s.n.t. pp. 309 – 319.
69. Pritz, R. K.; Launchbaugh, K. L.; Taylor, C. A. 1997. Effects of breed and dietary experience on juniper consumption by goats. *Journal of Range Management*. 50(6): 600 – 606.
70. Puzio, N.; Purwin, C.; Nogalski, Z.; Białobrzewski, I.; Tomczyk, L.; Michalski, J. P. 2019. The effects of age and gender (bull vs steer) on the feeding behavior of young beef cattle fed grass silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 32(8): 1211 – 1218.
71. Reed, J. D.; Krueger, C.; Rodríguez, G.; Hanson, J. 2000. Secondary plant compounds and forage evaluation. In: Givens, D. I.; Owen, E.; Axford, R. F. E.; Omed, H. M. eds. Forage evaluation in ruminant nutrition. Wallingford, CABI. pp. 433 – 448.
72. Ríos, A.; Faggi, N.; Scremini, G. 1997. Control integrado de gramilla (*cynodon dactylon*) en sistemas pastoriles. In: Jornada Anual de Producción Animal (1997, Treinta y Tres). Memorias. Treinta y Tres, INIA. pp. 15 – 26. (Serie Actividades de Difusión no. 136).
73. Risso, D. 1993. Caracterización del Uruguay y de los problemas relevantes de su ganadería vacuna. (en línea). In: Puignau, J. P. eds. Evaluación y elección de biotipos de acuerdo a los sistemas de producción. Montevideo, IICA. pp. 63 – 69. Consultado mar. 2020. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/15007/1/Pittaluga-O.-1993.-pp.63-69-Dialogo-IICA-35.pdf>

74. _____. 2005. Prólogo. (en línea). In: Risso, D.; Ayala, W.; Bermúdez, R.; Berreta, E. Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. p. 7 (Serie Técnica no. 151). Consultado mar. 2020. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630021107142110.pdf>
75. Romney, D. L.; Gill, M. 2000. Intake of forages. In: Givens, D. I.; Owen, E.; Axford, R. F. E.; Omed, H. M. eds. Forage evaluation in ruminant. Wallingford, CABI. pp. 43 – 62.
76. Rosengurtt, B. 1943. Estudios de praderas naturales: 3a. contribución. Montevideo, Barreiro. 281 p.
77. _____. 1979. Tabla de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Universidad de la República. 86 p.
78. Russell, J.; Webb, R. 1976. Climatic range of grasses and legumes used in pastures: results of a survey conducted at the XI International Grassland Conference. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science. 42: 156 – 166.
79. Saldanha, S. 2005. Manejo del pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de basalto y suelos arenosos de cretácico. In: Risso, D.; Ayala, W.; Bermúdez, R.; Berretta, E. eds. Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 74 – 85. Consultado mar. 2020. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630021107142110.pdf>
80. _____. 2011a. Atributos de las pasturas que afectan el comportamiento animal. (en línea). Salto, Facultad de Agronomía. s.p. Consultado mar. 2020. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/03%20-%20Atributos%20de%20las%20pasturas%20que%20afectan%20el%20comportamiento%20animal%202011.pdf>
81. _____. 2011b. Pasturas naturales. (en línea). Salto, Facultad de Agronomía. s.p. Consultado mar 2020. Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/27%20-%20Pasturas%20naturales,%20degradacion,%20afinamiento,%20endurecimiento.pdf>
82. Scarlato, S. 2012. El proceso de pastoreo en el ecosistema pastoril. Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Paysandú, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 64 p.

83. Soriano, A. 1991. Río de Plata grasslands. In: Coupland, R. T. ed. Natural grasslands: introduction and Western Hemisphere. Amsterdam, Elsevier. pp. 367 – 408. (Ecosystems of the world: natural grasslands no. 8A.)
84. Stuth, J. W.; Heitschmidt, R. K. 1991. Grazing management: an ecological perspective. Portland, Timber Press. 265 p.
85. Tarazona, A.; Ceballos, M.; Naranjo, J.; Cuartas, C. 2012. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. (en línea). Argentina, s.e. s.p. Consultado mar. 2020. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/160-comportamiento.pdf
86. Tirsconia, G. 2019. Campo natural: propuesta de modelo de estados y transiciones para caracterizar su degradación bajo pastoreo y su monitoreo satelital. Tesis Dr. Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 72 p.
87. Valentine, J. F. 1990. Grazing management. San Diego, Academic Press. 533 p.
88. 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.
89. Velasco, M. E.; Hernández, A.; Gonzáles, V. A. 2007. Cambios en los componentes del rendimiento de una pradera de ballica perenne en respuesta a la frecuencia de corte. Revista Fitotecnia Mexicana. 30(1): 79 – 87.
90. Wallau, M.; Vendramini, J.; Dubeux, J.; Blount, A. 2019. Bahiagrass (*Paspalum notatum* Flueggé): overview and pasture management. (en línea). Florida, University of Florida. s.p. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/AG/AG34200.pdf>
91. Werner, P. 2012. Efecto de la frecuencia de defoliación y de la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad nutritiva de una pradera de *Lolium perenne* L. Tesis Mag. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 60 p.