

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESTRUCTURA DE PARCHES Y DINÁMICA DE UTILIZACIÓN EN  
CAMPO NATURAL Y MEJORAMIENTOS BAJO PASTOREO ROTATIVO**

**por**

**Guillermo KESSLER LORDON  
Sebastián MATA FERNÁNDEZ  
Martín PIERONI QUINTANA**

**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: -----

Ing. Agr. (MSc.) Felipe Casalás Mouriño

-----

Ing. Agr. (MSc.) Nicolás Caram Fernández Villanueva

-----

Ing. Agr. (Dr.) Pablo Boggiano Otón

-----

Ing. Agr. (Dr.) Javier García Favre

Fecha: 14/10/2022

Autores: -----

Guillermo Kessler Lordón

-----

Sebastián Mata Fernández

-----

Martín Pieroni Quintana

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía por brindarnos los medios necesarios para llevar adelante la carrera y en especial a la EEMAC por brindarnos los medios para realizar nuestra tesis.

Al director de la tesis, Ing. Agr. (Msc) Felipe Casalás por el incansable apoyo en este largo trayecto

A nuestras familias por habernos dado la posibilidad de estudiar y el apoyo durante toda la carrera.

A nuestros amigos y compañeros, los cuales hicieron mucho más ameno este recorrido.

## TABLA DE CONTENIDO

|  |     |
|--|-----|
| PÁGINA DE APROBACIÓN .....   | II  |
| AGRADECIMIENTOS .....  | III |
| LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....  | VII |
| <br>   |     |
| 1 INTRODUCCIÓN.....  | 1   |
| 1.1 Objetivo general .....   | 2   |
| 1.1.1 Objetivos específicos.....   | 2   |
| 2 Revisión bibliográfica.....  | 3   |
| 2.1 consideraciones generales del territorio nacional .....                          | 3   |
| 2.2 CAMPO NATURAL COMO BASE FORRAJERA .....  | 3   |
| 2.2.1 Importancia de la ganadería en la economía uruguaya .....                      | 3   |
| 2.2.2 Importancia del Campo natural.....   | 5   |
| 2.2.3 Definición del campo natural.....  | 5   |
| 2.2.4 Composición del Campo Natural .....  | 7   |
| 2.3 Estructura de las comunidades vegetales del campo natural.....                   | 9   |
| 2.3.1 Importancia de la estructura .....   | 10  |
| 2.3.2 Estructura vertical y horizontal de la pastura .....                           | 11  |
| 2.3.3 Estructura de la pastura y su relación con el comportamiento ingestivo animal  | 13  |
| 2.4 Mejoramientos extensivos del campo natural .....                                 | 14  |
| 2.4.1 Métodos de implantación.....   | 15  |
| 2.4.2 Fertilización fosfatada de mejoramientos extensivos .....                      | 16  |
| 2.4.3 Efectos del mejoramiento con leguminosas.....                                  | 17  |
| 2.4.3.1 Efecto del mejoramiento sobre la producción de forraje .....                 | 17  |
| 2.4.3.2 Efecto del mejoramiento sobre la composición botánica.....                   | 18  |
| 2.4.3.3 Efectos del mejoramiento sobre la estacionalidad de la producción de forraje | 19  |
| 2.4.3.4 Efectos del mejoramiento sobre la producción animal .....                    | 20  |
| 2.4.4 Características de las especies sembradas en el experimento.....               | 21  |
| 2.4.4.1 Trifolium pratense.....  | 21  |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 2.4.4.2 | Lotus tenuis .....   | 23 |
| 2.5     | Métodos de pastoreo .....                                    | 24 |
| 2.5.1   | Pastoreo continuo.....                                       | 24 |
| 2.5.2   | Pastoreo rotativo .....                                      | 26 |
| 2.6     | Efectos del animal sobre la pastura .....                    | 29 |
| 2.6.1   | Control de la oferta de forraje de animales en pastoreo..... | 29 |
| 2.6.2   | Otros efectos del animal en pastoreo sobre la pastura .....  | 29 |
| 2.6.2.1 | Efecto del pisoteo animal.....                               | 30 |
| 2.6.2.2 | Efecto de las deyecciones .....                              | 31 |
| 2.6.2.3 | Selectividad de la dieta de animales en pastoreo .....       | 31 |
| 2.7     | Hipótesis biológica.....                                     | 33 |
| 3       | MATERIALES Y MÉTODOS.....                                    | 35 |
| 3.1     | Sitio experimental .....                                     | 35 |
| 3.2     | Diseño experimental.....                                     | 36 |
| 3.3     | Variables medidas y descripción del método de medición ..... | 37 |
| 3.3.1   | Descripción de las variables medidas a nivel parcela .....   | 37 |
| 3.3.2   | Descripción de las variables medidas a nivel comunidad ..... | 38 |
| 3.4     | Período y fechas de muestreo .....                           | 39 |
| 3.5     | Condiciones climáticas .....                                 | 40 |
| 3.6     | ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....                                    | 41 |
| 3.6.1   | Composición botánica por comunidad .....                     | 41 |
| 3.6.2   | Ecuaciones de regresión a nivel comunidad.....               | 41 |
|         | HIPÓTESIS ESTADÍSTICA.....                                   | 43 |
|         | HIPÓTESIS ESTADÍSTICA.....                                   | 43 |
| 4       | RESULTADOS y DISCUSIÓN .....                                 | 44 |
| 4.1     | Caracterización climática .....                              | 44 |
| 4.1.1   | Temperatura:.....  | 44 |
| 4.1.2   | Precipitaciones .....  | 46 |
| 4.1.3   | Balance hídrico.....   | 47 |
| 4.2     | Resultados a nivel parcela.....                              | 50 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.2.1 | Evolución de altura por parcela .....                     | 50 |
| 4.2.2 | Altura y masa de forraje.....                             | 51 |
| 4.2.3 | Tasa de crecimiento .....                                 | 52 |
| 4.2.4 | Evolución de la oferta de forraje .....                   | 53 |
| 4.3   | Resultados a nivel comunidad .....                        | 54 |
| 4.3.1 | Especies presentes por comunidad .....                    | 54 |
| 4.4   | Ecuaciones de regresión por momento y por comunidad. .... | 56 |
| 4.4.1 | Comunidad Quadrifarium.....                               | 56 |
| 4.4.2 | Comunidad Profundo.....                                   | 59 |
| 4.4.3 | Comunidad Blanqueal Campo Natural.....                    | 62 |
| 4.4.4 | Comunidad Leguminosa.....                                 | 64 |
| 4.5   | Consideraciones generales .....                           | 68 |
| 5     | CONCLUSIONES .....  | 69 |
| 6     | RESUMEN.....  | 70 |
| 7     | SUMMARY .....   | 71 |
| 8     | BIBLIOGRAFÍA.....   | 72 |
| 9     | ANEXOS .....  | 83 |

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

| Cuadro No.   | Página |
|--|--------|
| 1. Proporción de suelos por parcela muestreadas en los tratamientos campo natural (CN) y en campo natural mejorado (CNm).....  | 35     |
| 2. Fechas de medición por bloque. ....   | 40     |
| 3. Temperatura y precipitaciones mensuales promedio para el período 2002-2018. ....  | 40     |
| 4. Promedio de alturas por momento por tratamiento .....   | 51     |
| 5. Altura y masa de forraje (MF) disponible en tres momentos. ....   | 51     |
| 6. Tasa de crecimiento diaria por parcela por día y promedio para campo natural y campo natural mejorado. ....   | 52     |
| 7. Ecuaciones de regresión de altura lamina/Peso lamina, Altura máxima/Peso total, Altura vaina/peso vaina, para los cuatro momentos de medición con su coeficiente de correlación, altura y peso de la comunidad Quadrifarium.....            | 56     |
| 8. Ecuaciones de regresión, coeficiente de correlación, altura y peso por momento de comunidad Profundo .....  | 59     |
| 9. Ecuaciones de regresión de altura lamina/Peso lamina, Altura máxima/Peso total, Altura vaina/peso vaina, para los cuatro momentos de medición con su coeficiente de correlación, altura y peso de la comunidad blanqueal campo natural..... | 62     |
| 10. Ecuaciones de regresión de altura lamina/Peso lamina, Altura máxima/Peso total, Altura vaina/peso vaina, para los cuatro momentos de medición con su coeficiente de correlación, altura y peso de la comunidad Leguminosa.....             | 64     |

Figura No.

|   |    |
|---|----|
| 1. Distribución de suelos dentro del potrero 18. ....   | 36 |
| 2. Comunidades elegidas por parcela. ....   | 39 |
| 3. Comparación de temperaturas medias mensuales históricas y del año 2020.....  | 45 |
| 4. Temperaturas diarias máximas, mínimas y promedio para el período evaluado.....   | 46 |
| 5. Comparación mensual de las precipitaciones entre la serie 2002-2018 y los meses evaluados.....   | 47 |
| 6. Comparación mensual de precipitaciones y ETP. ....   | 48 |
| 7. Comparación evapotranspiración potencial y evapotranspiración real.....  | 49 |
| 8. Evolución del almacenaje de agua en el suelo y el componente 40% agua potencialmente disponible neta (APDN).....                         | 49 |
| 9. Evolución de altura del forraje por parcela. ....  | 50 |
| 10. Evolución de la oferta de forraje por parcela. ....   | 53 |
| 11. Evolución de la oferta de forraje promedio por tratamiento.....   | 53 |
| 12. Composición botánica por comunidad. ....  | 55 |
| 13. Evolución del peso total, vaina y de lámina y relación lámina/vaina por hectárea de la comunidad quadrifarium.....                      | 57 |
| 14. Evolución del peso total, vaina y de lámina y relación lámina/vaina por hectárea de la comunidad profundo.....                          | 60 |
| 15. Evolución del peso total, vaina y lámina y relación lámina/vaina por hectárea de la comunidad blanqueal campo natural.....              | 63 |
| 16. Evolución del peso total, vaina, leguminosa y de lámina y relación lámina y leguminosa /vaina por hectárea de la comunidad leguminosa.. | 65 |

|   |    |
|---|----|
| 17. Evolución de la materia seca de leguminosa por<br>bloque..... | 66 |
|---|----|

## 1 INTRODUCCIÓN

La ganadería en el país comprende uno de los rubros principales dentro del sector agropecuario, realizándose principalmente sobre pasturas naturales, las cuales representan el 60% de la superficie total del territorio nacional. Por lo tanto, es necesario conocer su comportamiento dado la heterogeneidad presente en las mismas para intensificar la producción cuidando la sustentabilidad del sistema.

Existen ya muchos estudios y experimentos del consumo bovino a nivel parcela, en los cuales se estudian diferentes variables tales como la oferta de forraje, diferencias entre campo natural y campo natural mejorado y sus respectivas ganancias de peso animal, entre otras. A su vez, también se ha evaluado en muchas oportunidades las diferencias en métodos de pastoreo: continuo y rotativo (y este último con diferentes combinaciones de días de ocupación y de descanso).

Todo lo anteriormente mencionado, se maneja a nivel más macro, a nivel parcela. Pero existen pocos estudios de lo que ocurre dentro de la parcela, por ende, con cada una de las comunidades vegetales dentro de ella. Es por ello que en este experimento, además de nuevamente analizar a nivel parcela diferencias entre campo natural y campo natural mejorado, se adentrará en detalle en cada parcela para lograr el estudio del efecto del pastoreo bovino sobre la estructura de parches. De esta manera, se logra analizar el comportamiento del pastoreo animal en las distintas comunidades presentes dentro de cada una de las parcelas.

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

Los objetivos de este trabajo son estudiar el efecto del pastoreo bovino sobre la estructura de parches y su dinámica de utilización en campo natural y mejoramientos bajo pastoreo rotativo.

### 1.1.1 Objetivos específicos

- I. Evaluar la dinámica de desaparición de la masa forraje, evolución de altura de la pastura y componentes de tejido verde y seco a escala de parcela y comunidad vegetal.
- II. Estudiar el nivel de selección de animales en pastoreo a distintas comunidades según el tiempo de permanencia en la parcela.
- III. Estudiar la asociación entre tipo de suelo y composición botánica y efecto del mejoramiento de campo.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CONSIDERACIONES GENERALES DEL TERRITORIO NACIONAL

Uruguay se encuentra dentro de la unidad biogeográfica de pastizales del Río de la Plata, la cual también comprende parte del este de Argentina y Rio Grande do Sul (Brasil), abarcando un total de 70 millones de hectáreas, siendo una de las áreas de pastizales naturales más importantes del mundo (Altesor et al., 2011).

El territorio nacional se sitúa entre los 30° y 35° de latitud Sur y entre los 50° y 55° de latitud Oeste, teniendo una acumulación trimestral promedio entre 300 y 350 mm, por ende un anual promedio de 1300 milímetros. Sin embargo, hay diferencias significativas según trimestre y regiones del país. En el invierno, cuánto más al este del territorio nacional, más acumulación de precipitaciones hay (>300 mm) y menor acumulación al oeste del país (alrededor de 200 mm). En cambio, en las otras estaciones / trimestres del año varía de forma latitudinal. Siendo así que cuánto más al norte, mayor acumulación de precipitaciones llegando a los 400 mm, y en el sur 300 milímetros (Barreiro et al., 2019).

La temperatura promedio del Uruguay es de unos 17,7 grados Celsius. Esta varía desde 19,8 en la zona noreste hasta unos 16,6 en la costa sur. Las temperaturas más altas se ubican en los meses de enero y febrero, con una media nacional de 24°C y las temperaturas más bajas en los meses de junio y julio con una media nacional de 11,6°C (Castaño et al., 2011).

### 2.2 CAMPO NATURAL COMO BASE FORRAJERA

#### 2.2.1 Importancia de la ganadería en la economía uruguaya

La ganadería en Uruguay es uno de los rubros productivos más importantes, siendo el ganado vacuno el 6% del PBI total, representando un 16.8% de las exportaciones totales del Uruguay (MGAP. DIEA, 2012). Esta

producción pecuaria se obtiene en sistemas pastoriles a cielo abierto donde el 64 % de un total de 16.419.683 hectáreas son campos naturales (Saavedra y Fagúndez, 2013)

En Uruguay, el campo natural es importante por el área que ocupa (siendo el 64% del total del territorio nacional), y también porque es el sustento de la base forrajera (80,9 % de la superficie total de pastoreo ganadero) (MGAP. DIEA, 2020).

Ante el avance de la agricultura y la forestación en tierras antes dedicadas a la ganadería, en cuanto a la conservación de especies nativas de alto valor forrajero para la producción animal, este avance supone una amenaza. Por el lado de la agricultura se desarrolla una flora secundaria de menor valor que la existente antes del cultivo, que en riqueza de especies puede ser similar, pero de menor productividad. En cambio, con la forestación este cambio es más drástico y puede ocurrir una reducción importante en cuanto a la riqueza de especies del campo. Además, también se verifica un cambio abrupto en la fisonomía del paisaje, flora y fauna (Boggiano y Berreta, 2006). También, según Berretta (2013) citado por Boggiano (2014), la expansión agrícola y forestal se dará sobre campos productivos hoy dedicados a la explotación ganadera, quedando así para la ganadería tierras marginales, determinando una reducción en la calidad de los campos ganaderos.

Para hacer más competitiva a la ganadería frente a la agricultura y la forestación, el camino es incrementando su productividad, así como resaltando su valor como recurso para la conservación de la calidad del ambiente (calidad del agua, captura de carbono, conservación del suelo, fuente de recurso fitogenéticos, hábitat de fauna nativa) (Boggiano, 2014).

### 2.2.2 Importancia del Campo natural

El campo natural es una cubierta vegetal variable en composición florística y fisionómica, según condiciones edáficas y adaptada a las oscilaciones de las condiciones climáticas estacionales y de largo plazo (Boggiano y Berreta, 2006). Estos sistemas (sobre campo natural) encuentran en su biodiversidad el potencial para lograr producciones sustentables con el medio ambiente. Actualmente existen exigencias de parte de los consumidores principalmente, para conservar y mejorar el medio ambiente con menor dependencia de insumos externos no renovables (Provenza et al., 2009).

El campo natural y su gran diversidad, no sólo brinda beneficios valorables desde un punto de vista económico, sino también de gran importancia para la población. El campo natural es responsable de evitar pérdidas tanto de suelo y fertilidad, principalmente por la erosión. Esto implica también otros beneficios, tales como el mantenimiento de cursos de agua limpios y la reducción del escurrimiento superficial, aumentando así la percolación del agua a las napas subterráneas. Todo esto contribuye a mantener la composición atmosférica mediante el secuestro de carbono, contribuyendo así a atenuar el efecto invernadero (Boggiano, 2003, Costanza et al., 1997).

### 2.2.3 Definición del campo natural

Los campos naturales comprenden campos vírgenes que nunca fueron cultivados y campos en diferentes etapas de la sucesión secundaria. Si bien no se tiene información precisa de la superficie que ocupa cada situación de sucesión, se cree que los campos vírgenes ocupan la mayor parte de esta superficie (Berretta y do Nascimento, 1991). Estos se caracterizan por ser un mosaico complejo, compuesto por un número muy grande de especies que

varían en sus frecuencias y sus hábitos ecológicos y fisiológicos, donde se adaptan a las condiciones cambiantes del material geológico, suelo y topografía, bajo el efecto pastoreo (Millot et al., 1988). Berretta y do Nascimento (1991) lo definen como una cubierta vegetal compuesto por gramíneas, plantas herbáceas y arbustos, donde los árboles son escasos.

Según Rosengurtt et al. (1939) *bajo la aparente homogeneidad de las pasturas naturales, la observación cuidadosa permite distinguir una serie de comunidades vegetales, heterogéneas en composición y estructura*. En cuanto a la composición de los campos, existe una gran heterogeneidad con más de 450 especies y variedades botánicas (Del Puerto, 1969). De las familias componentes la más destacada es la familia Gramineae donde coexisten más de 200 especies invernales (C3) y estivales (C4). Ambos grupos se encuentran mezclados en proporciones variables de suelo a suelo, potrero a potrero y metro a metro, lo que da una idea de la complejidad del tapiz natural y su manejo (Rosengurtt, 1943). También integran los campos especies de las familias Compositae, Leguminosae, Ciperaceae, Umbeliferae, Rubiaceae, Oxalidaceae (Del Puerto, Rosengurtt, Berretta, citados por Boggiano y Berreta, 2006).

El tapiz natural presenta una abundancia de especies tipo C4 (estivales) las cuales presentan mayor eficiencia en el uso de nitrógeno y agua que las de tipo C3 (invernales), presentando mayor adaptación a suelos más pobres y a la sequía. Ello se confirma por el hecho de que en suelos más fértiles y profundos generalmente existe una contribución mayor de especies invernales. Otras de las causas implicadas en la escasa aparición de gramíneas invernales sería el manejo de pastoreo no ajustado (Carámbula, 1996).

Rosengurtt (1944) utiliza el concepto de “campos” distinguiendo a su vez varios tipos de formaciones vegetales dentro de este. Considera lomas y laderas de suelo mediano o con insignificantes cantidades de piedra, arena o árboles, donde las aguas no se estancan y están poblados por plantas campestres.

Determina que existen fases intermedias con otras formaciones denominadas campos de bañado, campos bajos, de rastrojo, de monte, pedregosos, arenosos y salados. Aún con estas variaciones, describe una vegetación climax, prístinamente alta y cerrada. Bajo el régimen de pastoreo, tiende a transformarse en un tapiz pratense disclimático de aspecto homogéneo donde se hayan, dispersos, pequeños pajonales y matas arbustivas.

Millot et al. (1988), en cambio, emplean el término “pasturas naturales”, desde un enfoque (también ligado a la heterogeneidad de las distintas formaciones) más orientado hacia las causas de esas diferencias, caracterizándolas como un mosaico complejo, compuesto por un número muy grande de especies que varían en sus frecuencias y sus hábitos fisiológicos y ecológicos, donde se adaptan a las condiciones cambiantes del material geológico, suelo y topografía, bajo el efecto pastoreo.

Finalmente, Berretta y do Nascimento (1991) vuelven a sugerir que el término más utilizado localmente para referirse a los pastizales naturales en pastoreo es “Campos”, definiéndolo como una cubierta vegetal compuesta por gramíneas, plantas herbáceas y arbustos, donde los árboles son escasos.

#### 2.2.4 Composición del Campo Natural

Si tenemos en cuenta que según lo publicado por Rosengurtt (1946) y Carámbula (1996) las especies invernales (C3) brotan luego de las primeras lluvias de otoño, adquieren vigor desde abril y su crecimiento invernal depende de la intensidad de las temperaturas bajas, pudiendo llegar a crecer hasta con temperaturas de 5- 10°C, siendo su óptimo 20°C; aunque presentan lozanía frente a las heladas. Su máximo crecimiento se produce en primavera, floreciendo desde septiembre hasta noviembre, pero reducen el mismo al mínimo en verano. Su producción en esta época depende de la intensidad del reposo, delimitado fundamentalmente por la humedad (Rosengurtt, citado por

Carámbula, 1996). Siendo los géneros de gramíneas invernales más destacados: *Agrostis*, *Briza*, *Bromus*, *Chascolytrum*, *Danthonia*, *Hordeum*, *Lolium*, *Melica*, *Piptochaetium*, *Poa*, *Stipa* y *Vulpia* (Carámbula, 1996).

Según Rosengurtt (1946) y Carámbula (1996), las especies estivales (C4) brotan con los calores primaverales, adquieren vigor desde octubre hasta diciembre y crecen en verano según la disponibilidad de humedad, presentando lozanía durante las sequías normales. Florecen desde octubre hasta abril, ofrecen su máxima producción en otoño y reducen su crecimiento con las temperaturas frías y heladas, deteniendo su crecimiento a 15 °C y teniendo un óptimo en 30 - 35 °C, siendo su reposo invernal definido y completo. Entre los principales géneros de gramíneas estivales deben citarse: *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Botriochloa*, *Bouteloua*, *Chloris*, *Coelorachis*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Echinochloa*, *Eleusine*, *Eragrostis*, *Panicum*, *Paspalum*, *Schizachyrium*, *Setaria* y *Sporobolus* (Carámbula, 1996).

Por su parte el total de leguminosas se encuentra agrupado en los siguientes géneros: *Adesmia*, *Astragalus*, *Desmanthus*, *Galactia*, *Lathyrus*, *Lupinus*, *Medicago*, *Melilotus*, *Ornithopus*, *Phaseolus*, *Poiretia*, *Rhynchosia*, *Stylosanthes*, *Trifolium* y *Vicia* (Carámbula, 1996). Si bien el número de géneros parece ser importante, su frecuencia es muy baja, por lo que su contribución a la producción de forraje ofrece en casi todos los casos valores mínimos (Rosengurtt, 1946). En general las leguminosas presentan un gran valor forrajero y son interesantes como integrantes del ecosistema por su fijación de nitrógeno en los suelos, aunque presentan en general un escaso aporte productivo dadas las limitantes nutritivas, sobre todo la escasez general de fósforo (Del Puerto, 1969).

Baeza et al. (2011) describieron la variabilidad natural de los pastizales naturales de cuatro regiones geomorfológicas de Uruguay predominantemente ganaderas. La investigación concluyó como uno de sus resultados relevantes,

que las cuatro unidades muestran una asociación entre las comunidades vegetales y el agua potencialmente disponible en los suelos, y que al interior de estas regiones hay diferentes comunidades caracterizadas por distinta composición florística.

### 2.3 ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL CAMPO NATURAL

La estructura de una pastura es un rasgo central tanto de la dinámica de crecimiento y competencia en comunidades vegetales y también del comportamiento de los animales en pastoreo. Mientras que en los sistemas de producción animal confinado la performance individual de un animal es casi una consecuencia directa de la concentración de nutrientes de la dieta ofrecida, en el ecosistema pasotril, variables asociadas al proceso de pastoreo en respuesta a la estructura de la vegetación explican y determinan su nivel de producción, tanto primaria como secundaria (Briske y Heitschmidt, 1991, citados por Carvalho et al., 2001).

Dentro de un potrero, el animal debe buscar y elegir su alimento, el cual se le presenta según diferentes tipos de estructura, las cuales tienen calidad y cantidad que varían con el tiempo y el espacio (O'Reagain y Schwartz, 1995, citados por Carvalho et al., 2001). Esto caracteriza un alto grado de complejidad que el animal debe afrontar para poder alimentarse.

Estos mecanismos, desarrollados a lo largo de una co-evolución con las plantas que data de miles de años (Belovsky et al., 1999), permiten que los herbívoros generalmente cosechen una dieta de calidad superior a la presente en la comunidad vegetal. La manera en que este forraje está disponible para el animal se conoce como la estructura del pasto y ésta es responsable, en última instancia, de la cantidad de nutrientes ingeridos en el pastoreo (Carvalho et al., 2001).

El manejo del pastoreo significa ofrecer alimento al animal en una estructura que potencia sus acciones de pastoreo. Quien maneje el pastoreo, debe verse a sí mismo como un mozo en un restaurante. Un buen mozo debe saber lo suficiente sobre los alimentos que ofrece (especies) y ofrecerlos en una combinación y en una secuencia (estructura) adecuada para cada cliente en cuestión (categorías) (Carvalho et al., 2001).

### 2.3.1 Importancia de la estructura

La estructura de la pastura se define como la disposición espacial de la biomasa aérea en una pradera. Laca y Lemaire (2000) la definen como “*la distribución y disposición de la parte aérea de las plantas en una comunidad*”. En general, se describe por variables que expresan la cantidad de forraje existente de forma bidimensional (ej. kg materia seca/ha). En esta forma de expresión de la estructura, como en Milne y Fischer (1993), las dimensiones vertical y horizontal de la distribución de materia seca (MS) en el perfil de la pastura enfatizan la importancia de variables como la masa forraje disponible, altura, densidad de MS, etc., que han sido objeto de varios estudios sobre la influencia de las características del pasto en el consumo de forraje (Carvalho et al., 2001).

En pasturas templadas la altura del forraje, la densidad, la relación hoja/tallo y la relación material muerto/material vivo son importantes modificadores del consumo de forraje (Hodgson, 1982).

La respuesta funcional clásica que relaciona el efecto de la estructura de la pastura sobre el consumo de forraje de los animales en pastoreo se describe mediante una función curvilínea, donde hay un aumento en el consumo a medida que aumenta la cantidad de forraje disponible hasta un punto de estabilización, representado por la saturación del animal en procesar el alimento (Gordon e Illius, 1992, citados por Carvalho et al., 2001).

### 2.3.2 Estructura vertical y horizontal de la pastura

Con el tiempo, las plantas pasan por etapas que se caracterizan por invertir en estructuras vegetativas o reproductivas, aéreas o subterráneas. En cada etapa la materia seca de las plantas presenta diferentes proporciones de hojas, tallos, inflorescencia y material muerto en el perfil de la pastura. Esto significa que la composición de la estructura de la planta cambia con el tiempo. Pastos con predominio de gramíneas aumentan la cantidad de MS presente en los estratos cercanos al suelo (García, 1995).

A esto se suma el hecho de que la defoliación por parte de los animales no se realiza indiferente a la estructura. Los animales tienen preferencias por ciertos elementos, por ejemplo, las hojas en relación con los tallos (L'Huillier et al., 1986).

Cuando se somete el ganado a diferentes tipos de estructura, ellos eligen preferentemente plantas de tallo pequeño y frondosas, altas y con hojas fácilmente susceptibles de romperse que contienen altos niveles de nitrógeno (O'Reagain y Mentis, 1989, citados por Carvalho et al., 2001).

La altura, para los animales, significa cantidad de biomasa disponible. La preferencia por altura significa una oportunidad para una alta ingesta ya que la altura mejora la profundidad de bocado, que a su vez es el principal determinante de la masa de bocado (Carvalho et al., 2001). Los animales toman mayor número bocados y gastan menos tiempo manipulando el forraje cuando la pastura es de una altura menor (Hodgson, 1985).

Sin embargo, cabe recordar que en muchas situaciones mayor altura significa mayor presencia de tejidos lignificados y el equilibrio biomasa/calidad es tomada en cuenta por el animal (Prache y Peyraud, 2001).

La estructura horizontal de los pastos, a diferencia de la vertical, se aborda mucho menos. Esta estructura horizontal es creada con el tiempo por el animal,

donde algunos de los sitios de pastoreo tienen una mayor frecuencia de pastoreo que otros (Stuth, 1991, citado por Carvalho et al., 2001).

En pasturas tropicales se encontró que la densidad de la hoja y la relación hoja/tallo tienen mayor influencia que la altura sobre el peso del bocado (Galli et al., 1996).

En cuanto a los lugares preferidos por el ganado, la vegetación en general es compuesta por tejido verde con actividad fotosintética, rala, compuesta esencialmente por lámina verde mientras que las de menor preferencia se presentan con mayor volumen y alta presencia de material senescente. Por lo tanto, la defoliación selectiva del animal genera, a lo largo del tiempo, diferentes estructuras y éstas repercuten en la selectividad animal. Esta estructura es también un reflejo de diferentes condiciones de suministro de recursos tróficos en el plano horizontal donde, por ejemplo, la fertilidad y disponibilidad de agua no son homogéneos (Carvalho et al., 2001).

Los efectos de la altura y la densidad de la pastura, en las dimensiones del bocado, tienen efectos independientes en el peso del bocado (Burlison et al., citados por Demment y Laca, 1993). Por lo tanto, el peso del bocado no puede ser predicho únicamente en base a la masa de forraje, sino que se tiene que tomar en cuenta: la altura de la pastura y la densidad de esta.

Otro factor a tener en cuenta en la estructura es la relación tallo/hoja. Acerca de esto, Allison (1985) sostiene que la distribución del forraje en el canopeo, particularmente las hojas, puede influenciar la facilidad con que éstas son removidas.

En gramíneas en estado vegetativo, el bocado puede estar restringido al horizonte de láminas que se doblan por encima del pseudotallo, a la altura de la lígula. Por ende, el largo de la lámina, en vez de la altura total, sería la que influye en el área de bocado. Por lo tanto, aunque se considere que el pseudotallo no es

una barrera a la profundización de bocado, es un aspecto que debe tenerse en cuenta para la estimación del peso del bocado, ya que puede afectar el área de éste (Galli et al., 1996).

### 2.3.3 Estructura de la pastura y su relación con el comportamiento ingestivo animal

El comportamiento ingestivo de un animal en pastoreo puede ser descrito por variables que componen el proceso de pastoreo. Por lo tanto, el consumo total de forraje de un determinado animal pastoreando es el resultado de la acumulación de forraje consumido en cada acción de pastoreo, el bocado y la frecuencia con que se produce a lo largo del tiempo en que se alimenta (Carvalho et al., 2001).

Hodgson et al. (1997) sintetizaron así el estado actual del conocimiento sobre el efecto de la estructura de los pastizales en las dimensiones de los bocados:

1. El peso de bocado está fundamentalmente influenciado por la respuesta de la profundidad de bocado a la altura de la pastura, es decir, estas variables a menudo muestran una relación proporcional a lo largo de una amplia variación de alturas de la pastura.

2. El área de bocado es menos sensible que la profundidad de bocado en respuesta a las características de la pastura.

4. La tasa de bocado, en general, está negativamente relacionada con el peso de bocado, lo que indica la creciente importancia de la aprehensión y masticación a medida que el peso de bocado aumenta.

5. A pesar de la asociación generalmente negativa entre peso de bocado y tasa de bocado, la tasa de consumo en el corto plazo todavía tiende a aumentar progresivamente como una función asintótica del peso de bocado.

El animal afecta la estructura de una pastura a través del pastoreo. El ejemplo más claro es la densidad de macollos en pasturas sometidos a métodos de pastoreo diferentes. En el pastoreo continuo, los macollos son más pequeños y su número por unidad de área es más grande, mientras que en el pastoreo rotativo los macollos son más grandes, pero en menor cantidad total (Hodgson, 1990, citado por Carvalho et al., 2001). Esta es una respuesta de la arquitectura de la planta a la frecuencia y la intensidad de defoliación. En pastoreo continuo, la defoliación es más frecuente y la estructura de las plantas se modifica para disminuir la probabilidad de que el macollo se deshoje. En cambio, en pastoreo rotativo, por lo general, los períodos de descanso son largos y la estructura de la pastura responde a la competencia por la luz que se genera (Bullock, 1996).

#### 2.4 MEJORAMIENTOS EXTENSIVOS DEL CAMPO NATURAL

Si bien en los campos naturales del Uruguay el nitrógeno es el nutriente más limitante para el crecimiento de las pasturas, la concentración promedio de fósforo en los suelos también es bajo, oscilando entre las 3 y 5 partes por millón. Las especies del tapiz natural están generalmente adaptadas a esta condición, pudiendo crecer con muy bajos niveles de fósforo, lo que se refleja en muy baja concentración de este en planta (Hernández et al., 1995). Estos bajos niveles de nutrientes en suelo están directamente relacionados con una baja calidad nutritiva del forraje para los animales en pastoreo. Esta característica, sumada a la marcada producción de forraje primavero-estival del campo natural, representan limitaciones para los sistemas ganaderos (Millot et al., 1988).

La fundamentación del desarrollo de la técnica de mejoramiento extensivo de pasturas en nuestro país se puede buscar a través de los problemas a continuación: limitaciones o insuficiencias de la pastura natural, costo de las praderas convencionales y por último complicaciones inherentes al método de

siembra convencional o derivadas del mismo. Cualquier proyecto de intensificación de un sistema medido en producto animal, debe apuntar a la solución de las clásicas y conocidas carencias nutricionales que caracterizan a la producción del campo natural en términos de cantidad, calidad y distribución estacional, con especial referencia al déficit invernal (Carámbula, 1992).

Las mezclas forrajeras de gramíneas y leguminosas sembradas con preparación convencional del suelo solucionan con amplitud las limitantes mencionadas, produciendo volúmenes importantes de forraje por unidad de superficie, de alta calidad y trasladando el desbalance estacional con un pico de producción en primavera. El costo de una pradera convencional, sobre todo si consideramos su instalación a partir de "campo bruto" y a los efectos de ser amortizada con producción de carne vacuna, es posiblemente el principal freno del método, ya que el monto de este es entre dos y tres veces superior al de un mejoramiento extensivo. No es la idea listar los aspectos negativos que pueda tener la pradera artificial, pero en el área donde se desarrolla la ganadería extensiva suele ser complicado el acceso al uso de maquinaria agrícola. También, vale mencionar los peligros de erosión y la necesidad de aplicar normas de manejo más complejas, con un resultado incierto en cuanto a la estabilidad productiva de la pastura (Mas, 1992).

Por lo dicho anteriormente, surge la necesidad de recurrir a métodos de menor costo para el mejoramiento de pasturas. Estos mismos requerirán un mínimo uso de maquinaria, mayor adaptación a las limitaciones de los suelos de baja/nula aptitud agrícola y un manejo de la pastura lo más simple posible (Mas, 1992).

#### 2.4.1 Métodos de implantación

Los métodos de siembra en el tapiz de mayor uso en el país son la cobertura y la zapata. También, se han utilizado otros métodos como

regeneradoras de pasturas, remoción parcial del tapiz y suelo con disquera o excéntrica y posterior siembra al voleo.

Las consideraciones sobre el método a utilizar dependen de ciertos factores, tales como: tipo de vegetación y suelo, condiciones de humedad a la siembra y aspectos económicos y de disponibilidad de maquinaria. La cobertura es el método más sencillo y económico, resultando particularmente adecuado para suelos con buena capacidad de almacenaje de agua y pasturas no tan cerradas. Sea cual sea el método por utilizar, es fundamental realizar la siembra de las leguminosas a introducir con la pastura bien baja, para favorecer el contacto semilla-suelo y disminuir la competencia de especies nativas a las plántulas introducidas. Se recomienda para ello comenzar el período de debilitamiento del tapiz con una antelación importante, con arrases periódicos al menos desde comienzos de la primavera anterior (Millot et al., 1988).

En condiciones de escasa humedad y/o pasturas densas y competitivas, el empleo de la zapata y en algunos casos la remoción parcial de la vegetación y el suelo con disquera o excéntrica liviana, contribuirán a aumentar la disponibilidad de nitrógeno, a mejorar el contacto semilla-suelo, etc., lo que facilita una buena implantación (Medero et al., 1958).

#### 2.4.2 Fertilización fosfatada de mejoramientos extensivos

Aun cuando últimamente se presta atención a la búsqueda y uso de especies con bajos requerimientos de fósforo, es una realidad que la mayoría de los suelos del país son deficientes en este elemento, siendo así decisiva la política de fertilización que se siga, en el potencial productivo y persistencia del mejoramiento. El objetivo de fertilizar un mejoramiento a la siembra es no solamente posibilitar un buen establecimiento de la leguminosa, sino también acelerar su crecimiento para obtener una pastura vigorosa que permita una utilización temprana.

Existen diferencias de requerimientos entre las posibles leguminosas a implantar, desde las pocas exigentes como el género Lotus, intermedias como las anuales, hasta las exigentes como trébol blanco. Las dosis iniciales y de re-fertilización variarán con dichos requerimientos y el nivel inicial de P en el suelo, pero en general es posible afirmar que aplicaciones iniciales de entre 30 y 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha se adecuarán para una buena implantación de Lotus, mientras que para el trébol blanco se requerirán 60-90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Milot et al., 1988).

#### 2.4.3 Efectos del mejoramiento con leguminosas

La introducción de leguminosas al campo natural tiene diversos efectos. Algunos directos, como lo son mejorar el rendimiento y calidad del tapiz a través de la contribución en el forraje de las leguminosas. También hay efectos de forma indirecta, como el aumento del contenido de nitrógeno del suelo, a través de la fijación biológica, lo que posibilita la aparición de gramíneas nativas productivas (Milot et al., 1988).

El rendimiento de estas pasturas mejoradas es, dependiendo el tipo de suelo y vegetación, superior a la de las pasturas sin introducción de leguminosas entre 50 y 100%, siendo el rendimiento invernal hasta tres y cuatro veces superior. Este tipo de mejora de las pasturas naturales permite la introducción de nitrógeno al ecosistema con un costo reducido (Berretta y Levratto, 1990, Berretta, 1998).

##### 2.4.3.1 Efecto del mejoramiento sobre la producción de forraje

Luego que el mejoramiento se consolida en el suelo, se comienzan a dar las condiciones para que se expresen gramíneas productivas, estas condiciones están dadas por una mejora en la fertilidad del suelo por la incorporación de nitrógeno y fósforo, en conjunto con un pastoreo adecuado. Por lo tanto, en algunos campos las especies invernales nativas como *Adesmia bicolor*, *Piptochaetium stipoides*, *Poa lanigera* y *Stipa setigera* incrementan su frecuencia,

haciendo que la vegetación del mejoramiento sea más invernal que la del campo que lo originó (Berretta y Levratto, 1990, Bemhaja y Berretta, citados por Risso y Moron, 1990).

Carámbula (1996) demostró que la producción de forraje de los mejoramientos depende de una serie de factores, como el potencial genético de las especies, así como las condiciones de clima y suelo, y por último el manejo del pastoreo. Estudios realizados sobre Basalto medio y profundo registraron para el promedio de tres años un aumento relativo del 113% en la tasa de crecimiento diario (kg/ha/día de MS) de un campo natural mejorado con *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* frente al promedio de las comunidades de suelo profundo, para el conjunto de las cuatro estaciones.

Para los campos naturales de suelos pesados del Litoral, la producción anual de las laderas varía entre 4000 y 6000 kg/ha/año de MS, mientras que, en los bajos mejorados con leguminosas, las producciones superan los 10000 kg/ha/año de MS (Milot y Zanoniani, citados por Boggiano, 2003).

#### 2.4.3.2 Efecto del mejoramiento sobre la composición botánica

En las distintas vegetaciones, asociadas tipos de suelo y manejo previo, predominan las especies estivales (C4) de diversos tipos productivos. Las especies invernales (C3) son poco frecuentes, en particular las tiernas y finas. Estos pastos se encuentran principalmente en los suelos medios y profundos (Berretta, 1998). El incremento del nivel trófico del suelo debido a la introducción de especies de leguminosas, fertilización y el manejo favorecen el aumento de la frecuencia de invernales finas y tiernas (Berretta y Levratto, 1990, Bemhaja y Berretta, 1991).

También, Carámbula (1992) señaló que a medida que las condiciones de crecimiento son alteradas por aumento de la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, aparecen cambios botánicos graduales hacia un incremento de especies

C3 en respuesta al aumento de fertilidad. Ese aumento en la fertilidad responde a la transferencia del nitrógeno de las leguminosas a las gramíneas asociadas, a través de la materia orgánica del suelo, como consecuencia de exudados de raíces, muerte y descomposición de parte aérea, raíces y nódulos. La introducción de leguminosas, la fertilización con fósforo y el manejo del pastoreo dirigido a favorecer a las especies sembradas, promueven un cambio cualitativo de la vegetación, mejorando el balance existente entre especies invernales y estivales, balance que en campos sin inclusión de fertilizantes y semillas está en claro favor de las estivales (Bemhaja y Berretta, 1991).

Risso et al. (2002) indicaron en estudios realizados para invierno sobre campo natural sin intervención, una contribución específica por presencia del 1% para los pastos finos, 26% para los tiernos, y 65% para los pastos ordinarios y las hierbas enanas. Luego de 5 años de instalados los mejoramientos llegaron a valores de 50% para especies finas y tierno-finas, 15% para las tiernas, y 25% para especies ordinarias y hierbas enanas. Queda así manifestado el buen efecto del mejoramiento, generando incrementos de buenas especies invernales, explicadas en parte por las leguminosas introducidas, así como por el aumento de pastos finos y tiernos nativos y naturalizados. Estos cambios positivos en la vegetación estarían a su vez relacionados con una mejora en las condiciones físicas y químicas del suelo, aumentando su fertilidad, lo que favorecen el desarrollo de especies adaptadas a niveles tróficos más elevados y a la desaparición de especies que son buenas competidoras en ambientes de menores niveles.

#### 2.4.3.3 Efectos del mejoramiento sobre la estacionalidad de la producción de forraje

Trabajos realizados en mejoramientos con *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens* sobre suelos de cristalino central, demostraron que en 7 años de evaluación se registraron aumentos pequeños sobre la entrega invernal de los

mejoramientos (12-14% promedio de los dos mejoramientos vs. 10-11% de campo natural). Estos aumentos que parecen pequeños en porcentaje a la hora de mirarlos sobre el volumen del forraje son muy importantes, ya que no es la misma cantidad de forraje producido por el campo natural que el mejoramiento (3,5 tt/ha/año de MS contra 6,0 tt/ha/año de MS). Estos valores indican entonces una producción invernal de 350 Kg/ha de MS para campo sin intervención y de 900 Kg/ha de MS para los mejoramientos, destacándose una mayor calidad de estos últimos (Risso y Morón, 1990).

Sobre ganancia de peso de vacunos, las mayores diferencias entre campo natural y campo natural mejorado se encontraron desde agosto a diciembre (período primaveral), donde los primeros ganaron 50 kg y los segundos 103 kg. Evidentemente las mayores diferencias respecto a una situación sobre campo natural resultan del comportamiento en el período invernal. Mientras que sobre campo natural se registraron importantes pérdidas de peso, mayores de 20 kg/animal, sobre mejoramientos es posible lograr ganancias moderadas y/o próximas a mantenimiento, para luego alcanzar altas tasas de ganancia diaria durante el período primaveral (Ayala y Carámbula, 1994).

#### 2.4.3.4 Efectos del mejoramiento sobre la producción animal

Pallarés y Pizzio (1998) realizaron un experimento que consistía en una carga de 0,8 novillos/ha/año, en un campo natural mejorado con leguminosas (trébol carretilla, lotus y trébol blanco) y fertilización fosfatada, el cual dio una ganancia de 200 kg por novillo por año.

Coberturas de trébol blanco y *Lotus corniculatus*, así como lotus Rincón permiten obtener entre 200 y más de 400 kg/ha/año de aumento de peso vivo con distintos manejos y categorías animales (Risso, 1998). Bajo mejoramientos con las mismas especies pastoreado por novillos Hereford de 1 año y medio y capones de 2 a 4 dientes, Ayala y Carámbula (1995) registraron ganancias

individuales de 713 g/día y 700 g/día para las cargas de 1,07 y 1,22 UG/ha respectivamente, datos más relevantes si se los compara con los 280 g/día que obtuvieron sobre campo natural.

Risso et al. (2002), con mejoramientos de trébol blanco con lotus y con lotus Rincón, bajo distintos manejos, obtuvieron ganancias promedio anuales entre 0,595 y 0,671 kg/día/animal. Obteniéndose producciones en el entorno de los 285 y 337 kg/ha/año según tratamiento.

#### 2.4.4 Características de las especies sembradas en el experimento

##### 2.4.4.1 *Trifolium pratense*

*Trifolium pratense* es una leguminosa que puede presentar un hábito de vida bianual, trianual o perenne, presentándose la mayoría de las veces bianual, sobreviviendo rara vez a tres veranos. Es una planta tendida, que generalmente es de porte erecto, cespitosa, pudiendo alcanzar alturas de entre 25-80cm de alto, con una corona desarrollada a poca profundidad (Carámbula, 1977). Flores rosadas o rosadas-lilas, pero casi nunca blancas, de 1,3-1,8 mm de largo, erectas. Presentan un fruto oval con ápice engrosado compuesto de 2-3 semillas (Izaguirre, 1995).

Es una especie muy versátil dado que se obtiene alta producción en pradera de suelos húmedos, pero también se obtienen buenos desempeños en condiciones más limitantes por ejemplo con menor fertilidad, suelos más pesados y horizonte superficial (Izaguirre, 1995). Tiene un excelente comportamiento productivo ya que muestra precocidad, aportando forraje temprano (Carámbula, 2002) pero se debe tener en consideración que es una especie perenne de vida corta debido al comportamiento sanitario de su raíz y corona, los cuales son factores determinantes en la supervivencia estival (Skipp y Christensen, 1990)

Se la clasifica de forma agronómica por su floración, en temprana, intermedia y tardía. Estas categorías florecen en diferentes momentos dentro de la estación primaveral, presentando así diferentes características. El primero de estos grupos presenta un crecimiento temprano en la primavera, requiriendo suelos de mayor fertilidad. El segundo florece promedialmente dos semanas más tarde que el primero y su producción es más tardía en la primavera, además que su rebrote no es muy bueno. Por último, los de floración tardía florecen tres semanas después de los de floración intermedia. Este grupo es el que presenta mayor persistencia, y rebrotes más satisfactorios. Por lo tanto, Carámbula (2002) sugirió elegir correctamente el cultivar de *T. pratense* de acuerdo al destino de producción en que se la usará.

Los mejoramientos extensivos con esta especie dependen de las fechas de siembra. Las siembras tempranas en el otoño, le confiere una ventaja sustancial a favor de las plántulas del *Trifolium pratense*, ya que estas son muy sensibles al frío. Dicha característica le permite “armarse” rápido y producir altos volúmenes de forraje en su año de implantación, permitiendo compensar en parte su comportamiento de perenne de vida corta (Carámbula, 2002).

En cuanto a su desempeño de acuerdo con el método de pastoreo Carámbula (2002) mencionó que siempre debe ser pastoreada de forma rotativa, dado que los rebrotes posteriores a la defoliación provienen de la corona y los entrenudos basales de tallos desarrollados. Para que el mejoramiento persista, este método de pastoreo es fundamental, dado que los niveles de reserva de la raíz durante el invierno y el verano disminuyen marcadamente (haciendo caer marcadamente la producción y la persistencia) y a través del pastoreo rotativo las plantas recuperan sus reservas (Carámbula, 1977).

#### 2.4.4.2 Lotus tenuis

La principal característica de la especie es la presencia de una corona desde el primer año, la cual luego se continúa en una raíz pivotante fuerte y profunda. También esta especie presenta en sus tallos raíces adventicias, las cuales presentan una hipertrofia muy importante de tejido de aerénquima, lo cual se asocia a la tolerancia que muestra para las condiciones de inundación prolongada (Mazzanti et al., 1988). En este sentido, el *L. tenuis* es más tolerante al anegamiento en términos de supervivencia y crecimiento que el *L. corniculatus* (Vignolio et al., 1994).

Por otra parte, debido a la profundidad de su sistema radicular, hace que esta especie junto con el *L. corniculatus* sean las especies domesticadas de este género más adaptadas a la condición de sequía (Vignolio et al., 1994).

Es una especie de ciclo perenne y producción primavera-estivo otoñal. En otoño se recupera rápido de una defoliación, mientras que en invierno ha demostrado disminuir su crecimiento, pese a soportar las heladas y no tener latencia invernal completa (Vignolio et al., 1994)

Su hábito de crecimiento postrado con tallos decumbentes que crecen casi contra el suelo, le confiere gran adaptabilidad para pastoreos intensos y frecuentes, siendo demostrado que es más productivo bajo este tipo de manejo. A su vez, este tipo de manejo también favorece a las especies forrajeras presentes en los bajos (donde se instala el mejoramiento con *L. tenuis*), dado que evitan la acumulación de material seco y duro. No realizar este tipo de manejo puede comprometer la persistencia de la leguminosa (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Posee un alto valor nutritivo que lo hace altamente recomendable para mejorar calidad de pasturas con altas producciones de forraje, pero de baja calidad, situación común en suelos ubicados en bajos con drenaje pobre

(Zanoniani y Ducamp, 2004). Además, posee adaptabilidad a suelos ácidos y pobres en fósforo (suelos no fértiles) y la gran ventaja de que presentan taninos, razón por la cual no producen meteorismo y reducen la degradación de proteína a nivel ruminal, aumentando así la absorción de aminoácidos (Carámbula, 1996).

## 2.5 MÉTODOS DE PASTOREO

### 2.5.1 Pastoreo continuo

Dicho sistema es el mayormente utilizado en el país desde hace muchos años. Es definido como el acceso irrestricto del ganado a cualquier parte de la pastura durante todo el periodo de pastoreo, donde el área será pastoreada por un número más o menos fijo de animales durante el año (Milot et al., 1988). Por su parte, Smetham (1994) sostiene que el pastoreo continuo consiste en la permanencia de los animales sobre la pastura durante largos períodos de tiempo que pueden extenderse desde una estación hasta incluso un año. Implica una carga que puede ser fija, pero la frecuencia de defoliación varía para una misma planta, dada la capacidad de los animales de seleccionar las plantas más apetecibles en dicha situación (Smetham, 1994).

El principal problema del pastoreo continuo sería que los animales prefieren ciertas zonas dentro del potrero. Dichas áreas corresponden a los lugares donde se encuentran próximos a una aguada, sombra, abrigo. Incluso a cargas relativamente ligeras, dichas áreas reciben un uso excesivo (Holechek et al., 1989). También Smetham (1994) señala que cuando el forraje es excedente debido a una carga animal demasiado baja, el animal puede seleccionar tanto que las especies palatables tienden a desaparecer y en su lugar aparecen hierbas enanas. A esto se le suma que los espacios subpastoreados se vuelven aún menos palatables. De esta forma se obtiene una producción total disminuida.

Según Frame (1982), la principal desventaja de este método de pastoreo es la dificultad de definir correctas presiones de pastoreo por estación. Esta afirmación también la apoya Smetham (1994), quien indica que bajo este régimen no se tiene control sobre los intervalos entre defoliaciones, siendo éste completamente dependiente de la carga animal.

En cuanto a las ventajas, este sistema tendría menores requerimientos de infraestructura ya que requiere pocos potreros, y por lo tanto menor inversión en alambrados y aguadas (Millot et al., 1988). Por su parte, Holmes (1989) sostiene que la principal ventaja del pastoreo continuo es la sencillez de aplicación y manejo. Este método sería especialmente aplicable en situaciones donde la producción forrajera exceda la demanda y hagan falta altos consumos individuales para obtener desempeños elevados (Sheath et al., 1987).

En los sistemas extensivos de Uruguay se suelen utilizar cargas fijas, variando por lo general únicamente con la venta y compra de ganado. Pero de acuerdo a Vallentine (1990) la carga fija puede provocar muchos problemas productivos ya que se ejerce gran presión de pastoreo en invierno con bajas tasas de crecimiento de las pasturas, afectando tanto a las plantas como las performances animales por sobrepastoreo, así como también el subpastoreo generalmente en primavera, donde las tasas de crecimiento son mayores, provocando también perjuicios a las pasturas (Millot et al., 1988).

En nuestro país, el pastoreo continuo con cargas relativamente elevadas y fijas a lo largo del año ha generado que haya una predominancia de gramíneas estoloníferas y rizomatosas estivales y un aumento del área ocupada por malezas enanas como de alto porte. También ha provocado una importante y continua pérdida de especies finas, principalmente invernales (Millot et al., 1988).

Se podrían lograr buenos rendimientos de forraje, pero sería necesario ajustar adecuadamente la carga a la producción, lo que sería muy complejo dado

que los animales pastorean durante todo el año, siendo en general muy variable la producción estacional. El manejo de la pastura durante la estación de pastoreo determinará la estructura de la vegetación presente. La continua defoliación de las hojas tiene gran efecto sobre la capacidad fotosintética de las hojas remanentes (Millot et al., 1988).

Los aspectos anteriormente mencionados estarían relacionados a la capacidad de adaptación al pastoreo de las plantas forrajeras, pero si la pastura se mantiene con alta presión de pastoreo por mucho tiempo las compensaciones no son suficientes y la pastura responde bajando la producción (Nabinger, 1997a).

#### 2.5.2 Pastoreo rotativo

Este sistema de pastoreo corresponde al manejo basado en el movimiento sistemático y secuencial de ganado en un número variable de potreros, donde se definen periodos de ocupación y periodos de descanso, en los cuales el potrero queda libre de ganado (Millot et al., 1988, Vallentine, 1990).

El pastoreo rotativo se considera dependiente del correcto conocimiento de la respuesta de la pastura a diferentes periodos de descanso, duración del pastoreo e intensidad de defoliación, todos ellos condicionan las características fotosintéticas, el nivel de senescencia y los daños causados durante el pastoreo (Nabinger, 1997a).

La principal ventaja de dicho sistema sería que las especies de mayor valor forrajero son provistas de un periodo en cual no hay pastoreo en el momento crítico de crecimiento (Holechek et al., 1989). Millot et al. (1988) citan como ventajas de dichos sistemas la mejor utilización del forraje, mayor capacidad de carga, favorecimiento de especies forrajeras de alto porte y mayor ajuste de los requerimientos animales a la producción estacional. Para que las ventajas del sistema sean realmente aprovechadas se debe tener en cuenta múltiples

factores, siendo los de mayor relevancia el tipo de pastura y la dotación empleada. Además, otra de las ventajas del pastoreo rotativo (en pasturas de alto potencial productivo) sería un mejor manejo, con un control más exacto de la cantidad de forraje disponible pudiendo realizar mayores ajustes en la asignación.

Donde más se justifica la adopción de pastoreo rotativo es en pasturas de alto potencial productivo, pero deben tener un número adecuado de especies capaces de responder a dicho sistema, generando una mejor estructura y productividad del tapiz (Milot et al., 1988).

La posibilidad de utilizar alta carga animal instantánea en los pastoreos rotativos incrementa la cosecha de forraje del potrero, reduciendo así la selectividad animal y homogeneizando el pastoreo. Las frecuencias de pastoreo utilizadas no tienen por qué ser fijas, ya que la tasa de morfogénesis se determina por las condiciones ambientales. Si se utilizara una carga fija, podrían ocurrir utilidades incorrectas de la pastura por pérdidas por senescencia en condiciones favorables y sobrepastoreo en condiciones desfavorables para el crecimiento de la pastura. También, la intensidad de defoliación afecta el periodo de recuperación de la pastura. Luego de una intensa defoliación se incrementa el periodo de rebrote de la pastura y se debe esperar más tiempo para tener una adecuada ganancia de material vegetal (Nabinger, 1997b).

De acuerdo con Carámbula (1996), el periodo de descanso no debe ser mayor al tiempo que demora en formarse en gramíneas 2 o 3 hojas. Ello sería muy complejo de implementar en pasturas compuestas por muchas especies gramíneas como ocurre en el campo natural uruguayo.

Si el periodo de descanso de la pastura es muy corto, el forraje no tiene tiempo para recuperar los niveles de la oferta forrajera y la disponibilidad. Si el periodo es muy largo, el forraje presenta una reducción en palatabilidad y valor

nutritivo antes de producirse la defoliación y la ingestión. Así la duración del periodo de descanso y la velocidad de rotación del ganado entre unidades de pastoreo, debe ser basado en el crecimiento de la vegetación en lugar de días calendario. El tiempo de ocupación de los potreros en dichos sistemas es de suma importancia ya que, al aumentar el tiempo de ocupación, se incrementa el tiempo de descanso en función del número de potreros. Por tanto, el manejo estacional en dichos sistemas debe ajustarse a las condiciones ambientales de cada estación, para adecuar los requerimientos de los animales a la producción y composición botánica de la pastura (Vallentine, 1990). Carámbula (1996) sugiere que los tiempos de ocupación deben ser relativamente cortos como para impedir que tallos y macollos sean repetidas veces defoliados, de modo de evitar el debilitamiento de determinadas plantas.

Resultados obtenidos por Hodgson y Ollerenshaw (1969) con un pastoreo con ovinos constatan que el incremento en la presión de pastoreo resulta en el incremento en la frecuencia y severidad de defoliación.

El pastoreo rotativo favorecería a pasturas heterogéneas como las de campo natural del Uruguay, concentrando cargas más o menos altas que promoverán mayor utilización al disminuir la selectividad animal sobre las especies de mayor valor forrajero, teniendo siempre en consideración posibles sobrepastoreos (Millot et al., 1988).

Al respecto Rosengurtt (1946) menciona el problema de la rotación en sistemas ganaderos extensivos, donde ensayos realizados en otros países expresaban inconsistencias y resultados contradictorios, donde en algunas situaciones convenía la realización de pastoreo rotacional y en otras el pastoreo continuo. Todo el empeño puesto en el adecuado manejo de los sistemas dependerá fundamentalmente del potencial de la pastura, ya sea por el tipo de suelo, tipo de especies que componen el tapiz, historia, estado actual,

pronósticos climáticos, económicos, etc. Partiendo de esa base se debe decidir cuánto se está dispuesto a invertir, en función del retorno esperado.

## 2.6 EFECTOS DEL ANIMAL SOBRE LA PASTURA

### 2.6.1 Control de la oferta de forraje de animales en pastoreo

La oferta de forraje se define como los kilos de forraje (materia seca) por kilogramo de peso vivo animal. Relaciona la cantidad de forraje en kg/ha y la carga animal en kg/ ha, siendo una excelente herramienta para controlar la intensidad de pastoreo. Se ha demostrado en diversos experimentos la importancia de modificar la oferta de forraje durante el año, de acuerdo con la variación en los requerimientos de los animales y también de la producción de forraje, lo que permite incrementar la productividad de la pastura y los resultados productivos del rodeo (Gómez Zabala y Do Carmo, 2019).

### 2.6.2 Otros efectos del animal en pastoreo sobre la pastura

El pastoreo sobre la comunidad vegetal puede ejercer efectos perjudiciales como también benéficos. Dichos efectos son consecuencia de la intervención del ganado sobre el tapiz por medio de: defoliación, deyecciones, pisoteo, entre otras.

Según Hodgson, citado por Carámbula (1996), como efectos positivos se pueden destacar: retardo de maduración y mantención de las plantas en estado vegetativo, estimulación del crecimiento y rebrote a través del macollaje, mantención de áreas foliares adecuadas, incremento del valor nutritivo del forraje disponible por aumento de la relación crecimiento nuevo/crecimiento viejo, se evita el endurecimiento por reducción de acumulación de material muerto, aceleración de ciclo de los nutrientes, cambios en la composición botánica a través del pastoreo selectivo, entre otras.

En cuanto a las causas negativas del animal sobre la pastura Carámbula (1996) señala: pérdida de área de pastoreo por deyecciones sobre las plantas, quemado de plantas por orinas en altas concentraciones, arrancado de plántulas, macollas y tallos por pastoreos excesivos, lesiones de hojas y plantas por pezuñas y compactación del suelo por pisoteo.

#### 2.6.2.1 Efecto del pisoteo animal

El pisoteo es la principal causa de disminución del rendimiento de una pastura bajo pastoreo en comparación a su potencial bajo corte, como consecuencia de la destrucción de puntos de crecimiento, hojas, tallos e incluso raíces. Esto resulta en una menor capacidad de rebrote, aunque existen claras diferencias en susceptibilidad o resistencia al mismo, lo que origina importantes cambios en la composición de la pastura (Charles, citado por Debellis et al., 1995).

A pesar de que las gramíneas forrajeras se encuentran estructuralmente adaptadas al pastoreo, los daños pueden ser significativos cuando la tolerancia es sobrepasada. Dichos daños se hacen más evidentes en senderos de animales, porteras y bebederos (Frame, 1982).

Otro de los daños causados por el pisoteo es sobre las capas superficiales del suelo, cuyas principales consecuencias son: compactación en las capas superiores, reducción en la velocidad de infiltración e impedimentos en el intercambio de oxígeno (Frame, 1982). En campo natural, Methol (1989) considera que es poco importante salvo en campos bajos o suelos con mala estructura. En condiciones de exceso de humedad el pisoteo también ocasiona una importante destrucción del material muerto en periodos de sequía.

#### 2.6.2.2 Efecto de las deyecciones

Las deyecciones animales juegan un rol muy importante en el ciclado de nutrientes en el sistema ya que contribuyen al reciclaje de nutrientes en el suelo. Sin adición de nutrientes puede haber una pérdida neta, por la extracción de animales, sumado a la lixiviación y volatilización (Frame, 1982).

En general un importante porcentaje de los nutrientes consumidos en el forraje, son devueltos al ambiente a través de las deyecciones y orina de animales en pastoreo. El promedio de deposiciones de una Unidad Ganadera es de, aproximadamente, 14 litros de orina y 25 kilogramos de estiércol, teniendo el estiércol un número importante de elementos entre los que el nitrógeno y fósforo son los más importantes en el aumento de la productividad de un tapiz. Sin embargo, la mayoría de este Nitrógeno está en forma orgánica, el cual se debe mineralizar primero para luego poder ser aprovechado por las plantas. A su vez, el fósforo al ser muy poco móvil hace que no ocurra modificaciones importantes del crecimiento durante el primer año posterior a la deposición. La orina contiene más del 70 % de nitrógeno y casi todo el potasio que es excretado por el animal. Dicho contenido es variable y en el caso del nitrógeno es afectado por la ingestión de agua y el contenido de proteína presente en el forraje, siendo ligeramente más alto en la orina del ovino que en la del vacuno (Mundy, 1961).

#### 2.6.2.3 Selectividad de la dieta de animales en pastoreo

Los animales en pastoreo generalmente seleccionan su dieta, eligen ciertas especies, plantas y partes de la planta que ingerirán. En cuanto a la selección de la dieta, los herbívoros van desde generalistas a especialistas. Dicha selección puede ser reducida a partir de técnicas de pastoreo, como por ejemplo pastoreo rotativo con altas cargas animales por área (Vallentine, 1990).

Este proceso, que involucra tanto a animales como a las plantas, es dinámico y está afectado por diversos factores. El mismo integra requerimientos

animales y capacidades metabólicas, involucrando la diversidad de las plantas pertenecientes a las diferentes comunidades vegetales, las cuales tienen distintas composiciones químicas y especiales que determinan diferentes valores absolutos y relativos de los distintos componentes de la dieta. Por lo tanto, la selectividad animal resulta de complejas interacciones entre tres tipos de variables que operan en el tiempo: los animales, las plantas que son consumidas y el ambiente en el cual se encuentran ambos (Robbins et al., 1987). Por su parte, Marten, citado por Vallentine (1990), sostiene que lo que el animal ingiere en un momento dado depende del animal, de lo que la pastura tiene para ofrecerle en ese momento al animal y del ambiente en el cual ocurre dicha selección.

La selectividad por parte del animal depende de muchos factores. Las señales químicas y físicas pueden ser percibidas a través de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y la experiencia previa. También va a depender de factores intrínsecos del animal, tales como experiencia previa de pastoreo, edad, raza y especie. Dichos factores involucrados en la selectividad pueden ser modificados. Esto puede ser a través de la proporción relativa y la distribución de plantas o partes en el perfil, así como la dotación y la relación lanar/vacuno (Millot et al., 1988).

Según Vallentine (1990), la selectividad tiene dos términos: palatabilidad y preferencia. La preferencia hace referencia al animal y a factores que lo llevan a consumir determinada pastura en lugar de otra. Por otro lado, la palatabilidad hace referencia a características y condiciones de la planta en sí, a la probabilidad de ser consumida una planta o un grupo de plantas o determinadas partes de esta.

De acuerdo con Millot et al. (1988), por lo general los rumiantes seleccionan hojas sobre tallos y material verde respecto al material muerto, así como una dieta rica en energía, fósforo y nitrógeno y menor presencia de fibra. Además de esto la alta proporción de hoja en la dieta cosechada por el animal se

debe a la facilidad de cosecha ya que presenta una estructura menos rígida y de mayor facilidad de ruptura que los tallos (Hodgson, 1982).

Ocurre también una modificación de la pastura al alterar las relaciones de competencia entre sus componentes por un consumo diferencial de los animales. Es conocida la rápida desaparición de hojas en los primeros días de pastoreo, así como la disminución de leguminosas en un tapiz mixto y en general de todas las especies más apetecibles por el ganado (Millot et al., 1988).

Rosengurtt (1979) adjudica diferentes niveles de apetecibilidad: alta, media y baja. El autor sostiene que las gramíneas cambian su grado de apetecibilidad al cambiar de estados fisiológicos. La apetecibilidad se puede constatar con mayor facilidad en especies muy valoradas por los animales como *Paspalum dilatatum*, *Coelorhachis selloana*, *Setaria geniculata*, entre otras. Por otro lado, se observan especies poco perseguidas por los animales como pajas, *Chevreulia sarmentosa*, *Dichondra repens*, etc. También hay casos intermedios, donde las hojas son muy apetecidas pero los tallos son despreciados como *Stipa neesiana*, *Bothriochloa laguroides*, *Soliva sessilis*, etc. Otras especies aparentemente solo son comidas cuando no se encuentran presentes especies de mayor valor, como *Eragrostis lugens*, *Eragrostis neesii*, *Festuca australis*, *Aristida sp.*, etc. (Rosengurtt, 1943).

## 2.7 HIPÓTESIS BIOLÓGICA

1. El mejoramiento de campo natural producirá un aumento en la relación lamina/vaina y en el porcentaje de material verde en comparación con el campo natural, lo cual hará que el animal explore este tratamiento de manera diferente a como trata al campo natural.
2. El mejoramiento con leguminosas y el agregado de fosforo provoca un aumento en las especies tierno/finas de alta productividad independiente al tipo de suelo sobre la que se origina.
3. Al tener una oferta de forraje entorno al 10-12%, la tasa de desaparición de forraje será similar a nivel parcela durante los 15 días de ocupación.

4. Comunidades conformadas por especies menos preferidas serán mayormente consumidas al fin del periodo de ocupación en las parcelas.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 SITIO EXPERIMENTAL

El estudio fue llevado a cabo en la Estación Experimental “Mario A. Cassinoni” perteneciente a la Facultad de Agronomía (UdelaR), ubicada en el km 363 de la ruta nacional número 3, departamento de Paysandú (latitud: 32°23'55,67'' S y longitud: 58°2'42,34'' O), dentro del potrero No. 18.

En este potrero, se encuentra un tipo de vegetación de campo natural virgen, con predominancia de especies Poaceae, principalmente de ciclo C4 y en menor medida C3. La principal familia asociada a esta vegetación es la Fabaceae.

En cuanto a los suelos del área experimental, éstos corresponden a la Unidad de Suelos San Manuel, desarrollados sobre lodolitas de la formación Fray Bentos. La composición porcentual de los suelos del área donde se desarrolló el estudio en cada parcela, se puede observar en el siguiente cuadro número 1.

Cuadro No 1. Proporción de suelos por parcela muestreadas en los tratamientos campo natural (CN) y en campo natural mejorado (CNm).

|   | <b>Bloque<br/>3 CN</b> | <b>Bloque<br/>3 CNm</b> | <b>Bloque<br/>4 CN</b> | <b>Bloque<br/>4 CNm</b> | <b>Bloque<br/>1 CN</b> | <b>Bloque<br/>1 CNm</b> |
|---|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>Brunosoles<br/>Eutricos<br/>típicos(%)</b> | 38,6                   | 68,7                    | 35,5                   | 76,9                    | -                      | 1,5                     |
| <b>Solonetz<br/>Solonizados(%)</b>            | 61,4                   | 28,9                    | 64,5                   | 23,1                    | 44,8                   | 48,5                    |
| <b>Litosoles Eutricos<br/>Melánicos(%)</b>    | -                      | 2,4                     | -                      | -                       | -                      | 30,3                    |
| <b>Planosoles<br/>Eutricos(%)</b>             | -                      | -                       | -                      | -                       | 55,2                   | 19,7                    |

En la figura número 1 se muestra la distribución de los suelos dentro de la totalidad del área experimental y la ubicación espacial de las seis parcelas utilizadas con su distribución de suelos correspondiente.



Figura 1. Distribución de suelos dentro del potrero 18

### 3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental del experimento, corresponde a un DBCA (Diseño en Bloques Completos al Azar), con 4 repeticiones y 4 tratamientos. Estos 4 tratamientos son: Campo Natural, Campo Natural Mejorado (el cual fue realizado en el año 2018, con 8 kg/ha de *Trifolium pratense* cultivar Estanzuela 116 y 6 kg/ha de *Lotus Tenuis* cultivar Matrero, siendo re fertilizado anualmente con 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en otoño), 60 unidades de nitrógeno y 120 unidades de nitrógeno también fertilizados con 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. En lo que respecta a esta tesis, se utilizaron 2 tratamientos: Campo natural y Campo natural mejorado, y en 3 repeticiones de las 4 existentes. Siendo la unidad experimental la parcela, y la unidad de muestreo un rectángulo de 50 x 20 cm.

### 3.3 VARIABLES MEDIDAS Y DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN

Los ciclos de pastoreo en cada parcela comprende 15 días de ocupación, y 45 de descanso. Las mediciones se realizaron (aproximadamente) el día 0, 5, 10 y 15 de ocupación de los animales en la parcela, para allí lograr observar los cambios en la estructura de la pastura por el pastoreo. Una vez a campo, se trabajó en dos escalas diferentes: a nivel parcela (más macro) y luego a nivel comunidad.

#### 3.3.1 Descripción de las variables medidas a nivel parcela

Lo primero que se realizó fue en cada día de medición 60 puntos de muestreo de altura por parcela con una regla en recorrido zigzag, la cual se registró y se realizó un promedio para cada día de muestreo.

Luego, con los 60 datos de altura sumado a los datos obtenidos por otra tesis en la cual se realizaron cortes y pesadas en la parcela, se construyó una ecuación de regresión para ajustar los centímetros de forraje medidos a masa de forraje disponible en la parcela.

También, a partir de la masa de forraje remanente del ciclo de pastoreo anterior, y la masa de forraje inicial del ciclo de pastoreo medido en esta situación experimental, y teniendo en cuenta que cada parcela tiene 45 días de descanso, se calculó la tasa de crecimiento para cada parcela, expresada en kg/ha/día de materia seca.

Por último, con la evolución de altura y masa de forraje a medida que pasan los días de ocupación del ganado en la parcela, junto con el peso vivo animal total dentro de cada parcela, se pudo hallar la oferta de forraje (kg de MS/ 100 kg PV).

En todas las variables medidas anteriormente mencionadas, primero se analizarán por parcela y luego promedio de campo natural y campo natural mejorado.

### 3.3.2 Descripción de las variables medidas a nivel comunidad

Dentro de cada unidad experimental (la parcela), el día cero se eligieron zonas diferentes según comunidades vegetales, relieve, o tipo de suelo (Figura número 2).

Una vez elegidas las zonas (intentando representar el mayor porcentaje del total de la parcela con las mismas), pasaba a utilizarse la unidad de muestreo: el rectángulo de 50 x 20 cm. Para cada zona elegida, se utilizaban y dejaban marcados 8 unidades de muestreo, intentando ser lo más uniforme posible entre ellos.

Luego de marcarse las 8 unidades de muestreo se realizaba la medición y/o estimación de las diferentes variables que eran las siguientes:

- Descripción detallada de las especies presentes dentro de cada rectángulo
- Altura de inflorescencias
- Altura máxima de laminas
- Altura media de laminas
- Altura de vainas
- Proporción Verde/Seco
- Proporción lamina/vaina

Una vez realizada la descripción de las 8 unidades de muestreo, de todas las comunidades elegidas dentro de cada parcela y de los 2 tratamientos, pasaba a realizarse el corte de dos unidades de muestreo por cada tratamiento. El día 5 de ocupación se vuelven a realizar las mediciones de todas las variables, pero solamente en 6 unidades de muestreo ya que en el momento 1 se habían cortado dos. Luego, se procedió a cortar dos nuevas unidades de muestreo, quedando cuatro para los diez días restantes.

En el día 10 se repite el mismo proceso cortando dos unidades de muestreo de las cuatro restantes, y las últimas 2 unidades de muestreo se cortan el día 15 después de realizar las mediciones anteriormente mencionadas.

Este método tuvo como consecuencia un desbalance en las repeticiones al momento de las mediciones. Dado que, si bien siempre por momento se cortaban y pesaban dos rectángulos, a medida que pasaban los días de ocupación el número de repeticiones para las mediciones a campo (altura de

inflorescencias, altura máxima, altura de láminas altura de vainas, estimación %verde/seco y % lámina/vaina) era cada vez menor, siendo el día cero ocho rectángulos para medir, pero ya el día cinco como se habían cortado dos rectángulos, sólo se tenían seis rectángulos para medir, y así sucesivamente.

Una vez hechos los cortes, estos mismos eran procesados y separados en: leguminosas, inflorescencias, láminas, vainas y resto seco. Una vez separados los dos cortes por comunidad de cada día y de cada tratamiento, estos iban a estufa por 48 horas, y luego se pesaban en una balanza.

De esta forma, se obtuvo información precisa de cómo fue evolucionando la estructura de la pastura a lo largo de los 15 días de ocupación del ganado, por comunidad y por tratamiento.

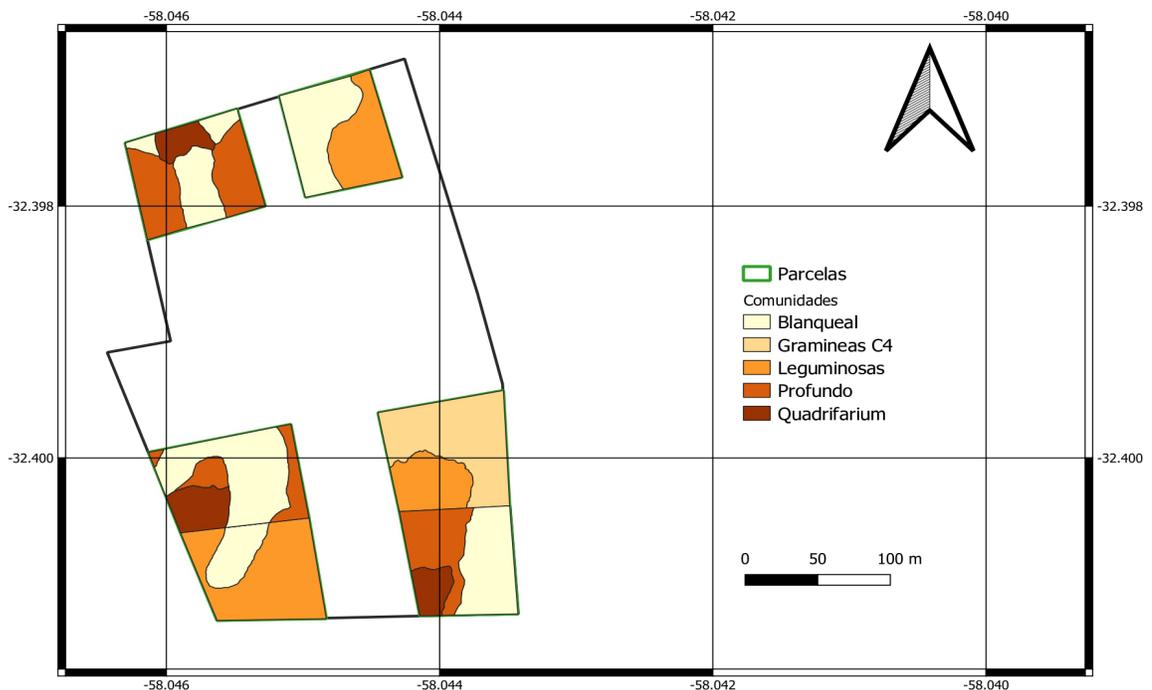


Figura 2. Comunidades elegidas por parcela

### 3.4 PERÍODO Y FECHAS DE MUESTREO

El período de evaluación fue desde el 03/11/2020 al 14/12/2020, con un período previo de entrenamiento de las técnicas a utilizar para las mediciones.

Durante este período, se evaluaron puntualmente en las siguientes fechas indicadas en el cuadro 2.

Cuadro 2. Fechas de medición por bloque

|                 | <b>Momento<br/>1</b> | <b>Momento<br/>2</b> | <b>Momento<br/>3</b> | <b>Momento<br/>4</b> | <b>Período de<br/>pastoreo</b> |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| <b>Bloque 3</b> | 03/11/2020           | 09/11/2020           | 14/11/2020           | 16/11/2020           | 15                             |
| <b>Bloque 4</b> | 16/11/2020           | 19/11/2020           | 26/11/2020           | 30/11/2020           | 15                             |
| <b>Bloque 1</b> | 30/11/2020           | 6/12/2020            | -                    | 14/12/2020           | 15                             |

### 3.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Cuadro 3. Temperatura y precipitaciones mensuales promedio para el período 2002-2018

| <b>Serie 2002-2018 EEMAC</b> | <b>Temperatura (°C)</b> | <b>Precipitaciones (mm)</b> |
|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| <b>Enero</b>                 | 25                      | 134,8                       |
| <b>Febrero</b>               | 24                      | 204,5                       |
| <b>Marzo</b>                 | 22                      | 145,4                       |
| <b>Abril</b>                 | 18                      | 172,3                       |
| <b>Mayo</b>                  | 15                      | 122,9                       |
| <b>Junio</b>                 | 12                      | 51,7                        |
| <b>Julio</b>                 | 12                      | 69,0                        |
| <b>Agosto</b>                | 13                      | 108,4                       |
| <b>Setiembre</b>             | 15                      | 103,5                       |
| <b>Octubre</b>               | 18                      | 136,0                       |
| <b>Noviembre</b>             | 21                      | 130,5                       |
| <b>Diciembre</b>             | 23                      | 145,3                       |

Uruguay se caracteriza climáticamente por presentar alta variabilidad interanual de precipitaciones, con valores promedios de entre 80 y 100 mm mensuales, este promedio puede variar dependiendo de la estación (Castaño et al., 2011). Con períodos de déficit hídrico en los meses de verano, provocado por aumentos en la tasa de evapotranspiración.

Según datos tomados de la serie 2002-2018 de precipitaciones y temperaturas del aire medidos en la EEMAC, se puede decir que el promedio de temperatura de Paysandú es de 18°C y que las precipitaciones acumuladas a lo largo del año suman un total de 1524.2 milímetros.

Los meses en estudio (octubre a diciembre) en particular presentan una temperatura promedio de 21°C y una precipitación promedio acumulada durante los tres meses de 411.7 milímetros.

### 3.6 ANALISIS ESTADISTICO

#### 3.6.1 Composición botánica por comunidad

Una vez elegidas las comunidades, ya sea por tipo de suelo o dominancia de ciertas especies, se realizó un análisis multivariado de componentes principales para el estudio de la composición botánica según tipo de comunidad, a partir del cual se realizó la siguiente gráfica biplot. Esto permite identificar la interdependencia de las variables y encontrar una representación gráfica óptima de la variabilidad de los datos. Este análisis trata de encontrar con pérdida mínima de la información un nuevo conjunto de variables no correlacionadas que expliquen la estructura de variación.

#### 3.6.2 Ecuaciones de regresión a nivel comunidad

En cuanto a los resultados a nivel comunidad, a partir del dato de alturas medidos a campo y de peso en seco medidos en laboratorio, se realizó para cada comunidad y para cada momento una ecuación de regresión de 3 comparaciones: altura máxima con peso total, altura lámina con peso lámina y por último altura de vaina con peso de vaina. A medida que se fueron haciendo dichas ecuaciones, surgieron datos outlier, ya sea por error en la medición a campo o en laboratorio, los cuales fueron eliminados para obtener un coeficiente de determinación mayor ( $R^2$ ) y de esta manera una ecuación que se ajuste mejor a cada momento y comunidad. El criterio utilizado para eliminar outlier fue realizar la ecuación de regresión con y sin el dato en cuestión. Si el coeficiente de regresión, al incluir el dato, disminuía considerablemente este era tomado como un outlier y era eliminado.

En algunas ocasiones, las ecuaciones no pudieron ser hechas, ya que aún eliminando outlier, el  $R^2$  era muy chico, por lo que implica una baja predictibilidad del modelo en la ecuación hallada. En el caso del momento 3, se observará que hay varias que no pudieron ser hechas, y esto se debe a que en el bloque 1 como

ya se mencionó, la medición número 3 no fue hecha. Por ende, en vez de tener 6 datos, ya se partía de 4 datos, por lo que sí había tan sólo un dato outlier la ecuación ya no tenía mucho sentido con sólo 3 datos. En estos casos donde no se pudo hallar un dato certero a través de la ecuación de regresión, se observará que en los cuadros presentados en resultados y discusión hay datos indicados como SD, lo cual significa sin datos. Aun así, para poder realizar un mejor análisis, en los momentos en los cuales no se pudo ajustar la ecuación de regresión para hallar los kilogramos, se realizó un promedio de los términos de las demás ecuaciones de los otros momentos, para obtener un dato aproximado para colocar en la gráfica.

En el caso de la comunidad blanqueal de campo natural mejorado, directamente no se pudo realizar el análisis debido a que no se ajustaron las ecuaciones de regresión, sumado a que el número de repeticiones era menor debido a que dicha comunidad estaba presente únicamente en dos bloques.

También cabe aclarar que, si bien la comunidad Gramíneas C4 fue incluida en el diagrama biplot para analizar su composición botánica, no fue incluida en los resultados a nivel comunidad, ya que esta estaba sólo presente en un bloque, imposibilitando hacer las ecuaciones dado a la falta de repeticiones.

Para las alturas por momento por comunidad en centímetros, se realizó un estudio estadístico para hallar si había diferencia significativa entre ellas. Luego una vez procesadas estas alturas a través de la herramienta informática Infostat, se utilizaron estas alturas en el término dependiente de la ecuación de regresión para obtener de esta manera los kg/ha. Para poder tener validez estadística, se incluyó los datos de altura promedio de cada bloque por separado, obteniendo así tres datos (tres repeticiones) por momento por comunidad, para luego hallar un promedio de los tres bloques con su respectivo error estándar. Una vez realizado todo esto se pasó a realizar gráficas en kilogramos por hectárea de materia seca, siendo una por comunidad comprendiendo los cuatro momentos. Como se mencionó, se analizará los kilogramos totales, de vaina, lámina y se le agregó un análisis de relación lámina/vaina, cada uno de ellos con su error estándar correspondiente. De esta manera se logra comprender el comportamiento de la estructura de la pastura de dicha comunidad con el consumo bovino.

- Modelo estadístico utilizado para variables de altura particionado por comunidad y tratamiento según momento de medición:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Siendo:

- Y: variable de interés.
- $\mu$ : media experimental general.
- $\tau_i$ : efecto de la i-ésimo momento.
- $\beta_j$ : efecto del j-ésimo bloque.
- $\varepsilon_{ij}$ : es el error aleatorio asociado a la observación  $Y_{ij}$ .

#### HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_a$ : al menos una de las medias de los momentos es diferente.

- Modelo estadístico utilizado para variables de altura, masa de forraje, tasa de crecimiento y oferta de forraje a nivel de parcela:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Siendo:

- Y: variable de interés.
- $\mu$ : media experimental general.
- $\tau_i$ : efecto de la i-ésimo tratamiento.
- $\beta_j$ : efecto del j-ésimo bloque.
- $\varepsilon_{ij}$ : es el error aleatorio asociado a la observación  $Y_{ij}$ .

#### HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_a$ : al menos una de las medias de los tratamientos es diferente.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

Para realizar la caracterización climática del periodo en estudio se utilizaron datos de la estación meteorológica ubicada en la EEMAC y se los comparo con la serie 2002-2018 de la misma estación.

Los sistemas ganaderos a base de campo natural están condicionados en gran medida por la producción del mismo. Esta última está determinada tanto por el potencial del suelo donde se ubica como por las condiciones climáticas presentes. Teniendo en cuenta que en Uruguay se establece un régimen climático variable e irregular inter como intra anual, la predicción de la producción es muy baja (Carámbula, 2008).

El clima puede tener un efecto tanto directo como indirecto sobre el ganado. Se dice que es directo cuando el clima (temperatura del aire, precipitaciones, humedad relativa, radiación solar y viento) afecta el confort/estrés del animal actuando sobre el aprovechamiento del alimento. Es indirecto cuando los mismos elementos del clima ya mencionados afectan el nivel de producción de los alimentos ya que estos son el sustento del animal (Gallardo y Valtorta, 2011).

Para este ensayo se estudiaron las variables temperatura y precipitaciones, también se realizó un balance hídrico para constatar cómo fue la evolución de las precipitaciones junto con la evapotranspiración.

#### 4.1.1 Temperatura:

En la figura número 4 se muestra la evolución de la temperatura en los tres meses previos al inicio del experimento y durante el mismo comparado con la serie 2002-2018 EEMAC.

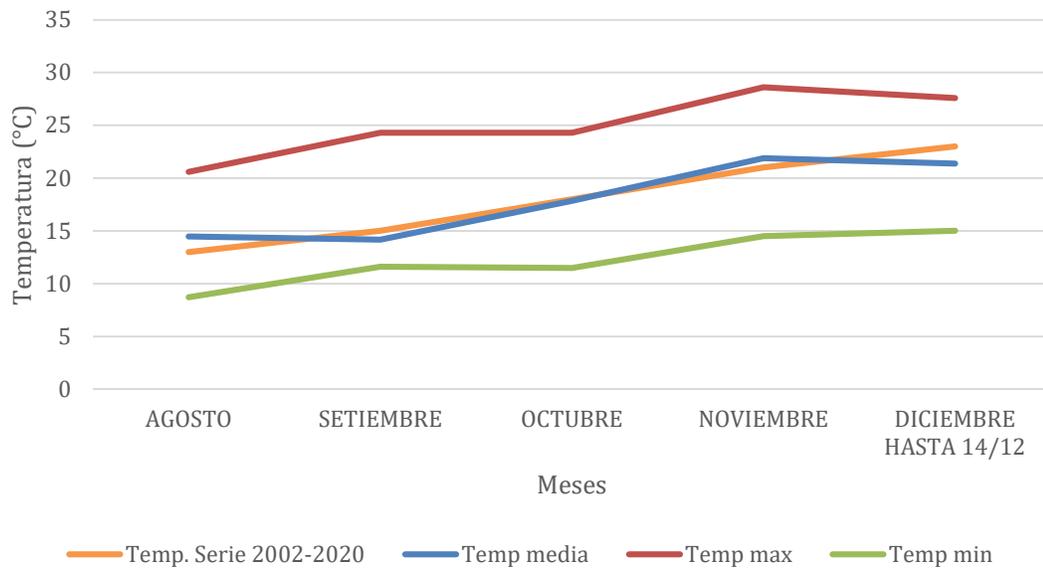


Figura 3. Comparación de temperaturas medias mensuales históricas y del año 2020.

De esta figura se desprende que el año en el que se realizó el experimento fue un año tipo en cuanto a la temperatura, ya que son muy similares las temperaturas registradas durante el 2020 y la serie 2002-2018.

En la figura número 4 se presentan las temperaturas diarias máximas, mínimas y promedios del periodo del experimento:

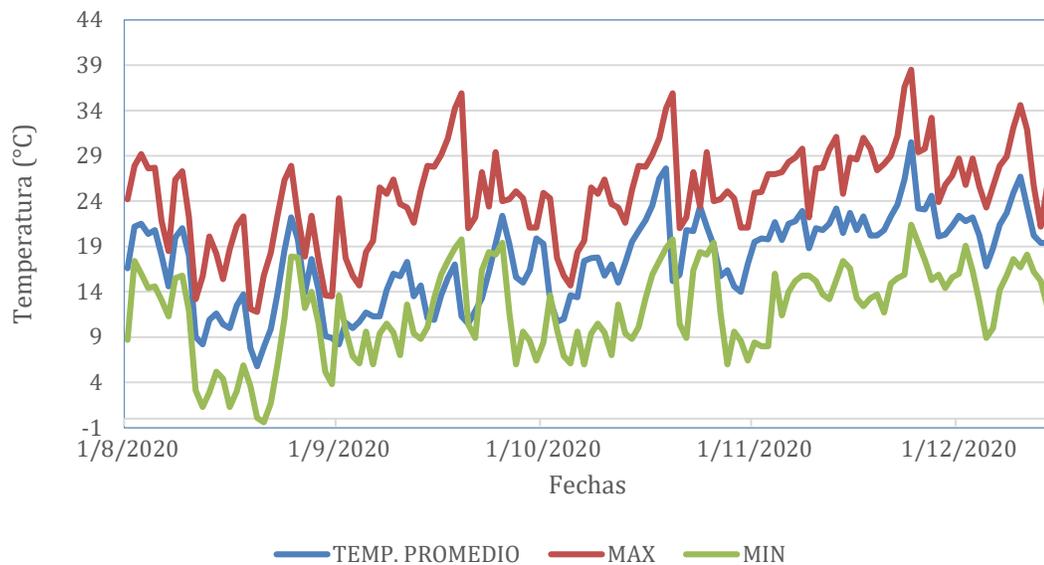


Figura 4. Temperaturas diarias máximas, mínimas y promedio para el período evaluado

De dicha figura, se puede observar que durante el mes de agosto hubo temperaturas por debajo de los 3°C y teniendo en cuenta que dichas medidas de temperatura fueron tomadas en abrigo meteorológico se puede afirmar que durante el mes de agosto se desarrollaron heladas agrometeorológicas. Esto pudo haber afectado tanto la oferta de forraje como la calidad del mismo.

#### 4.1.2 Precipitaciones

En la figura número 5 se muestran las precipitaciones mensuales del periodo agosto-diciembre, para el año ejercicio y la serie 2002-2018.

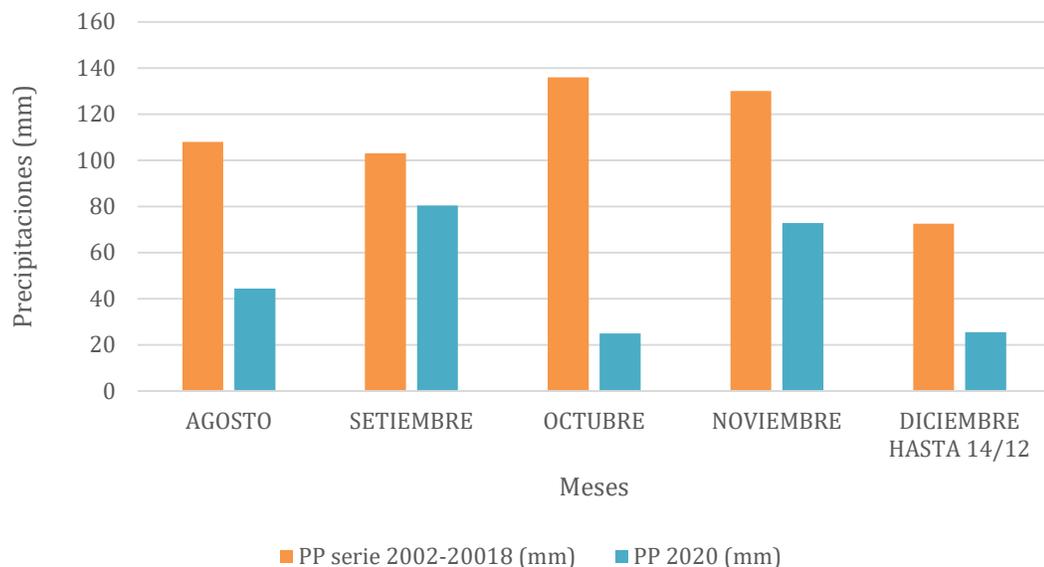


Figura 5. Comparación mensual de las precipitaciones entre la serie 2002-2018 y los meses evaluados

Se observa que en el periodo de estudio las precipitaciones estuvieron ampliamente por debajo del promedio histórico. En el total de los meses la diferencia es de unos 300 mm menos de precipitaciones, explicado por la reducción del 81,6% en el mes de octubre, el 44% y el 64,7% en los meses de noviembre y diciembre respectivamente. Por lo tanto, se puede afirmar que el experimento no se desarrolló en un año tipo, sino más bien en un año donde las precipitaciones fueron escasas. Esto pudo haber afectado tanto la cantidad como la calidad de forraje acentuándose sobre todo en los meses de realización del experimento.

#### 4.1.3 Balance hídrico

Con el fin de conocer los periodos de excesos y déficit hídrico se realizó un balance hídrico (Anexo 1). Para la elaboración del mismo se utilizaron los datos de precipitación y evapotranspiración potencial obtenidos por la estación meteorológica de la EEMAC y teniendo en cuenta que los suelos CONEAT 11.3 el agua potencialmente disponible neta (APDN) es de 86 mm. También, se tomó

como punto de referencia el 40% del APDN, debido a que por debajo de este porcentaje se dificulta la absorción de agua por parte de las plantas.

Con los datos extraídos de la estación meteorológica de la EEMAC, se realizó el siguiente gráfico (figura 6) donde claramente se denota un déficit hídrico durante todo el periodo de estudio acentuándose aún más en los meses de octubre a diciembre. Esto se ve explicado porque la demanda atmosférica supero ampliamente a las precipitaciones teniendo un efecto marcado en la producción del campo natural el cual no fue capaz de satisfacer la demanda atmosférica.

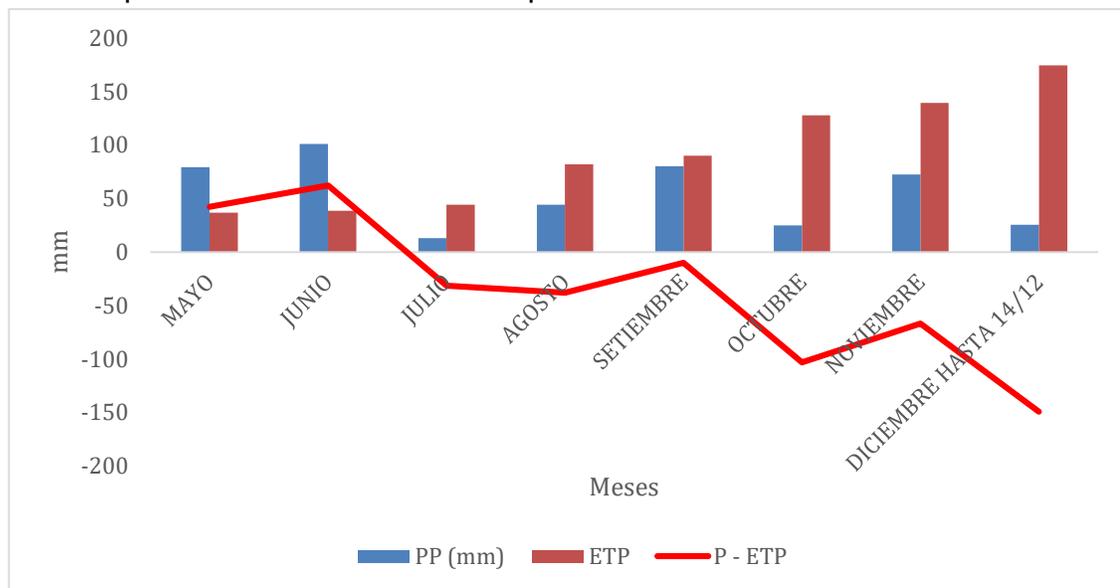


Figura 6. Comparación mensual de precipitaciones y ETP

En la figura número 7 se representa la evolución de la ETP (Evapotranspiración) y ETR (Evapotranspiración real) durante los meses considerados para el Balance Hídrico. La ETP siempre fue mayor a la ETR, lo que evidencia que la humedad del suelo nunca fue la óptima para el normal desarrollo del campo natural. Además, la ETR fue cero para los meses de julio y octubre, el motivo de lo anterior es básicamente que en el perfil no había agua que evaporar, por lo tanto, la ETP tiende a cero. Esto nos evidencia la intensidad del déficit hídrico presente durante el periodo de estudio.

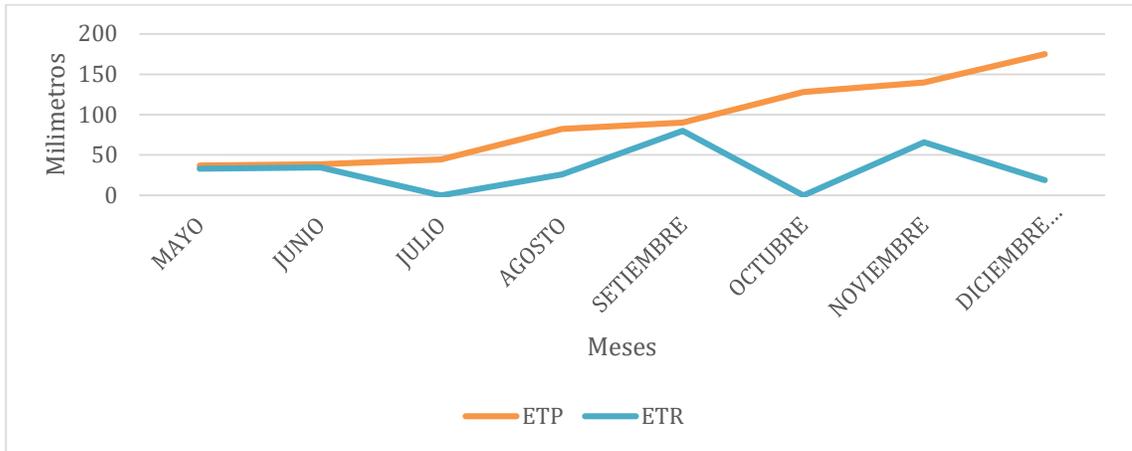


Figura 7. Comparación evapotranspiración potencial y evapotranspiración real

En la figura número 8 se muestra la evolución de almacenaje de agua en el suelo, y el 40% del APDN. Esta figura muestra claramente como el almacenaje está por debajo del 40% del APDN desde mediados del mes de Setiembre causada principalmente por la ausencia de precipitaciones, por lo tanto, se puede concluir que en los meses del experimento había un déficit hídrico.

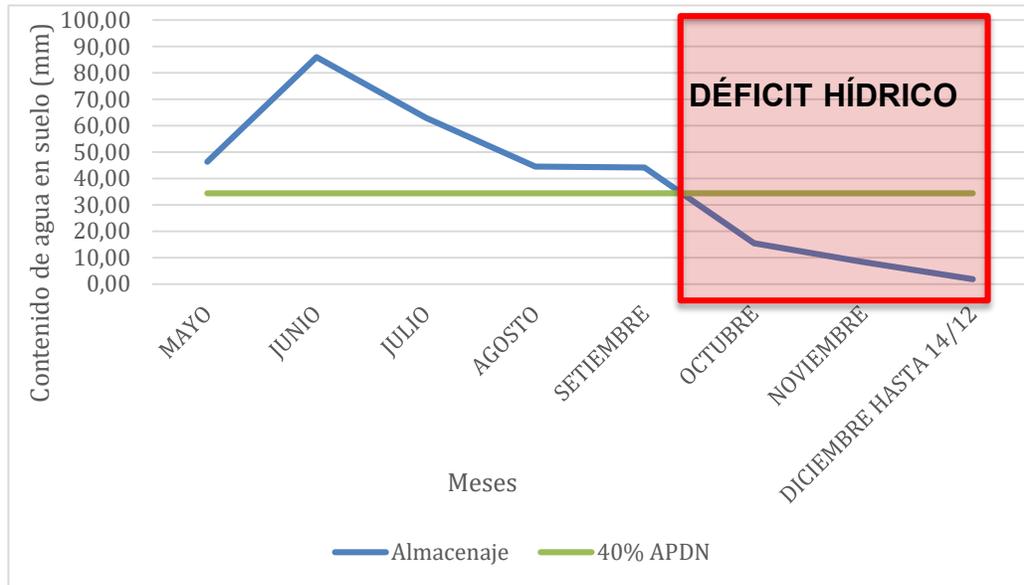


Figura 8. Evolución del almacenaje de agua en el suelo y el componente 40% agua potencialmente disponible neta (APDN)

Con todo lo anteriormente explicado y mostrado en las figuras, se puede afirmar que el factor clima fue determinante para la realización del experimento. El déficit hídrico presente durante gran parte del desarrollo del mismo, explicado principalmente por las escasas precipitaciones, pudo haber afectado tanto la cantidad como la calidad de forraje. Por lo tanto, es un factor a tener en cuenta al analizar los resultados del experimento.

## 4.2 RESULTADOS A NIVEL PARCELA

### 4.2.1 Evolución de altura por parcela

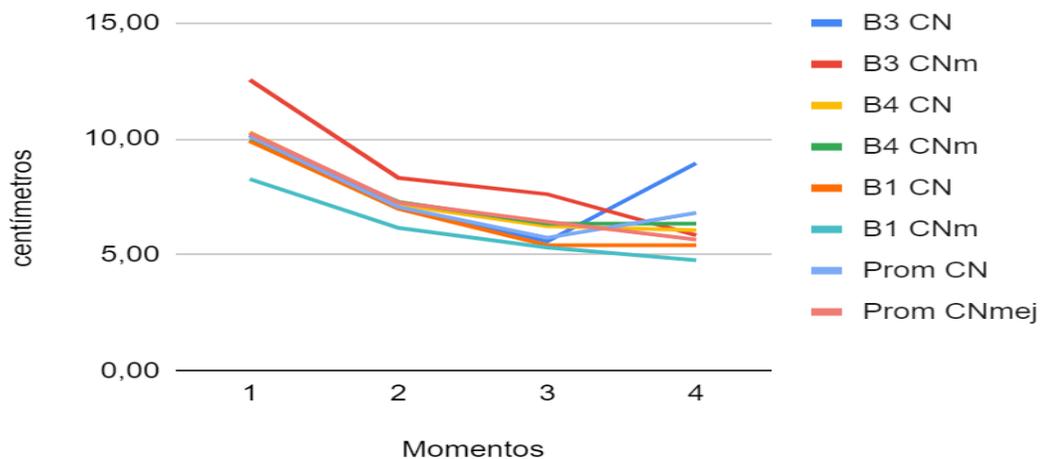


Figura 9. Evolución de altura del forraje por parcela

Como se puede observar en la figura 9 y cuadro 4, hay una caída de la altura del forraje al cabo de los 15 días por el consumo del ganado, más acentuada esta caída en los primeros 5 días de pastoreo, lo cual se puede deber a que la franja superior de forraje (más altura en cm) es menos pesada que la más cercana al suelo (más entramado el forraje, más restos secos, más vainas, etc). Es decir, los primeros 5 días los animales generaron una caída mucho más abrupta en altura del forraje, dado que pastorearon a mayor altura (más lámina verde, menos denso, por ende, menor peso), y a medida que aumenta la altura del forraje, el peso del mismo es menor. Coincidiendo con lo dicho por Jaime García (1995) quien afirmó que en los primeros 5 cm de la pastura se encuentra

más del 50% del peso del forraje siendo este de menor calidad y a medida que aumenta la altura, disminuye la densidad.

Cuadro 4. Promedio de alturas por momento por tratamiento

|                   | <b>Momento 1</b> | <b>Momento 2</b> | <b>Momento 3</b> | <b>Momento 4</b> |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Prom CN</b>    | 10,1 (AB)        | 7.1 (ABC)        | 5.7 (BC)         | 6.8 (C)          |
| <b>Prom CNmej</b> | 10.3 (A)         | 7.3 (ABC)        | 6.4 (C)          | 5.7 (C)          |

#### 4.2.2 Altura y masa de forraje

En el cuadro número 5 se puede observar la evolución de la altura al momento de retirado el ganado en el ciclo de pastoreo anterior, la altura al inicio del ciclo del pastoreo, y la altura final del remanente al día 15.

Cuadro 5. Altura y masa de forraje (MF) disponible en tres momentos

| <b>Parcela</b>    | <b>Altura (cm)</b> | <b>MF anterior (kg MS)</b> | <b>Altura inicio (cm)</b> | <b>MF presente (Kg MS)</b> | <b>Altura fin (cm)</b> | <b>MF remanente (kg MS)</b> |
|-------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| <b>B3 CN</b>      | 5,6                | 874                        | 10,2                      | 2093                       | 7,0                    | 1752                        |
| <b>B3 CNm</b>     | 5,9                | 917                        | 12,6                      | 2466                       | 5,9                    | 1567                        |
| <b>B4 CN</b>      | 7,7                | 1206                       | 10,3                      | 2111                       | 6,1                    | 1601                        |
| <b>B4 CNm</b>     | 5,7                | 885                        | 9,9                       | 2056                       | 6,3                    | 1642                        |
| <b>B1 CN</b>      | 6,9                | 1084                       | 9,9                       | 2051                       | 5,2                    | 1457                        |
| <b>B1 CNm</b>     | 5,5                | 857                        | 8,3                       | 1795                       | 4,8                    | 1397                        |
| <b>Prom CN</b>    | 6,7 (A)            | 1055 (A)                   | 10,1 (A)                  | 2085 (A)                   | 6,1 (A)                | 1603 (A)                    |
| <b>Prom CNmej</b> | 5,7 (A)            | 886 (A)                    | 10,3 (A)                  | 2105 (A)                   | 5,7 (A)                | 1535 (A)                    |

Como se puede observar en el cuadro número 5, no hay diferencias significativas a nivel parcela entre campo natural y campo natural mejorado para altura y masa de forraje (Anexo 1) por hectárea en ninguno de los tres momentos medidos.

#### 4.2.3 Tasa de crecimiento

Como se puede observar en el cuadro, aún con gran déficit hídrico, la tasa de crecimiento diario del campo natural está por encima de los promedios nacionales. Según Formoso et al. (2001) para los tres meses que comprenden la primavera, el promedio es de 17,3 kg/ha/día. Valores sobre cretácico se obtienen a partir del experimento de Saldanha (2005) en el cual promedió para tres años una tasa de crecimiento diaria de 18,4 kg/ha/día. En otro experimento realizado por Amir y Stancov (2020) en el mismo sitio experimental, la tasa de crecimiento del campo natural en la primavera fue de 16,3 kg/ha/día, afirmando de esta manera que la tasa de crecimiento diario del campo natural comprendido en este trabajo experimental está por encima del promedio. También, datos más específicos en un experimento publicado por Boggiano et al. (2005) en la EEMAC, sobre unidad de suelo Fray Bentos, obtuvo en promedio para 10 años (1990-2000) una tasa de crecimiento (promediado entre laderas y bajos) de 19,13 kg/ha/día de MS. Lo que nuevamente ratifica la buena tasa de crecimiento por parte del campo natural estudiado, aún con déficit hídrico severo.

Cuadro 6. Tasa de crecimiento diaria por parcela por día y promedio para campo natural y campo natural mejorado

| <b>Parcela</b>                     | <b>TC (kg/ha/día)</b> |
|------------------------------------|-----------------------|
| <b>B3 CN</b>                       | 27,1                  |
| <b>B3 CNm</b>                      | 34,4                  |
| <b>B4 CN</b>                       | 20,1                  |
| <b>B4 CNm</b>                      | 26,0                  |
| <b>B1 CN</b>                       | 21,5                  |
| <b>B1 CNm</b>                      | 20,8                  |
| <b>Campo Natural prom</b>          | 22,9 (A)              |
| <b>Campo Natural mejorado prom</b> | 27,1 (A)              |

En cuanto al campo natural mejorado, se puede observar que no tiene diferencia significativa con el campo natural. Un mejoramiento extensivo de campo natural, debería tener una tasa de crecimiento mayor que un campo natural, pero dadas las condiciones del mejoramiento (bajo establecimiento de las leguminosas, y un gran déficit hídrico en el momento de hecho los muestreos), era de esperar que no haya diferencias estadísticas entre las tasas de crecimiento.

#### 4.2.4 Evolución de la oferta de forraje

En la figura número 10 se puede observar la evolución de la oferta de forraje por bloque, y en la figura número 11 el promedio para campo natural y campo natural mejorado.

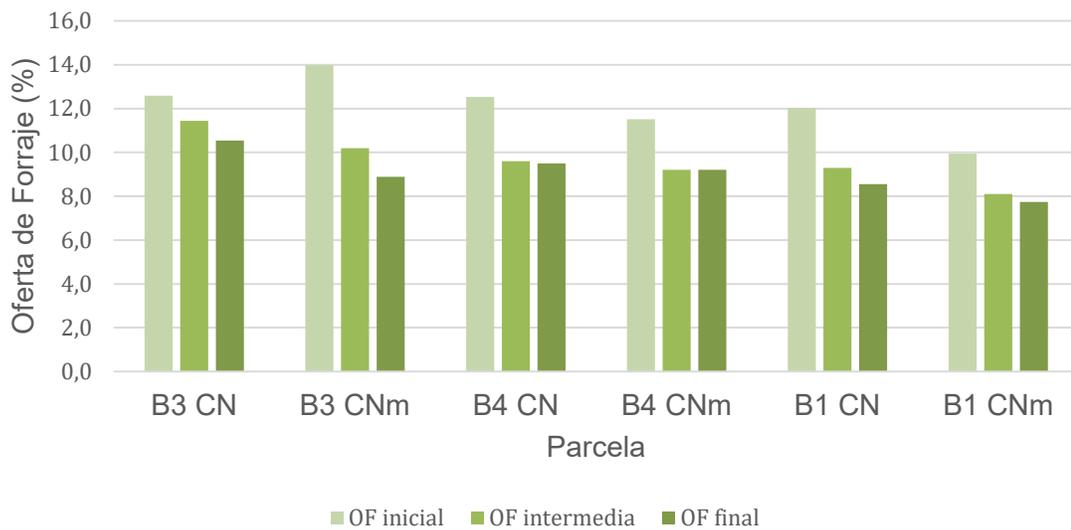


Figura 10. Evolución de la oferta de forraje por parcela

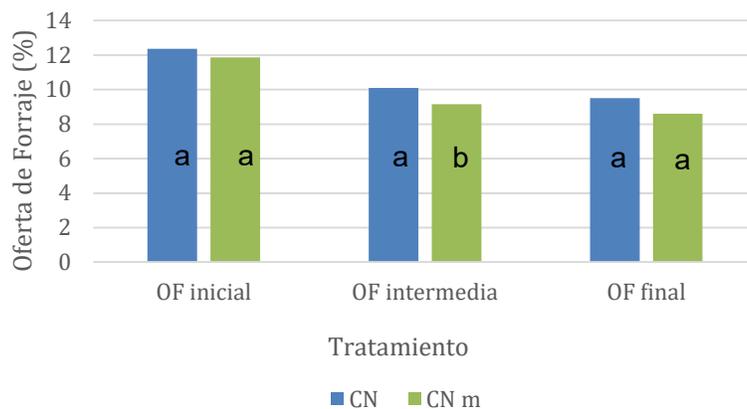


Figura 11. Evolución de la oferta de forraje promedio por tratamiento

Lo primero a destacar, es la no diferencia significativa entre los tratamientos (campo natural y campo natural mejorado).

En un experimento publicado por Soca et al. (2013) en el cual se evalúa la respuesta reproductiva y productiva en cambios de la oferta de forraje en campos naturales con muy similar composición botánica a los del potrero 18 de la EEMAC, los autores manejan en primavera una llamada “carga alta” a una oferta de forraje del 10%. En este experimento, se inició el ciclo de 15 días de pastoreo, en promedio siempre por encima del 10%, ya sea para campo natural o campo natural mejorado. Por otro lado, un estudio realizado por Maraschin et al. (1997) concluye que ofertas entorno al 10-12% aumentan la producción animal y por hectárea.

### 4.3 RESULTADOS A NIVEL COMUNIDAD

#### 4.3.1 Especies presentes por comunidad

En la figura número 12, se realizó un estudio de la composición botánica según comunidades. Como denota dicha figura, hay lógica agronómica en la elección de las comunidades.

En primer lugar, se observa cómo ambas comunidades de blanqueal (de campo natural y de campo natural mejorado) son las más alejadas de todo el resto, sin tener en común casi ninguna especie con las demás comunidades. En esta, abundan las malezas enanas, las cuales no están presentes en ninguna otra comunidad, así como también muchas especies de porte chico, anuales, de baja producción. Las de porte más grande y perennes tales como, por ejemplo, *Piptochaetium montevidiense*, *Paspalum notatum*, *Paspalum plicatulum* y *Piptochaetium stipoides* se encontraban con baja frecuencia y por sobre todo, muy bajo desarrollo y porte, dada la limitante del suelo.

Luego, la segunda comunidad más distinta de las demás vendría a ser la comunidad *Quadrifarium*, la cual se distribuía en la parcela en manchones, sobre todo en las zonas bajas de la misma. La gran diferencia con respecto a las demás comunidades se debe principalmente a la fuerte incidencia y frecuencia de dicha especie (*Paspalum quadrifarium*) en muy alto porte. Además, acompañando a

dicha especie, se encontraba con gran frecuencia en un estrato más bajo el *Cynodon dactylon*.

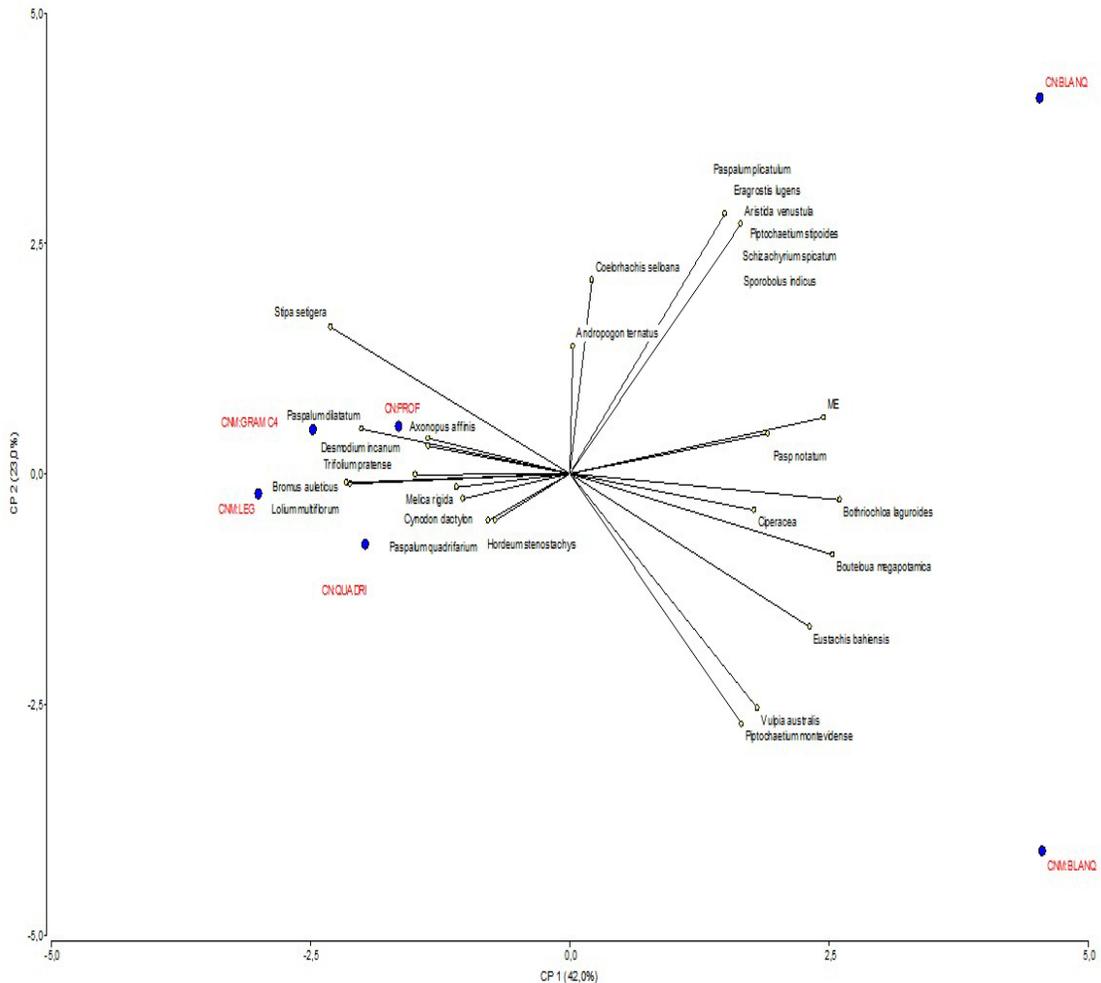


Figura 12. Composición botánica por comunidad

Por último, se puede afirmar que las restantes tres comunidades definidas (Profundo, Leguminosas y Gramíneas C4), son parecidas entre sí en cuanto a composición botánica. Entre ellas, la más diferente de las tres vendría a ser la comunidad Leguminosa, la cual, valga la redundancia, está compuesta principalmente por este tipo de plantas, tales como *Trifolium pratense*, *Desmodium incanum* y en menor medida *Lotus Tenuis*. Luego, las comunidades Profundo y Gramíneas C4 están compuestas principalmente por forraje tierno-

fino de alta productividad, tales como *Lolium multiflorum*, *Bromus auleticus*, *Paspalum dilatatum*, *Stipa setigera*, *Axonopus affinis*.

#### 4.4 ECUACIONES DE REGRESIÓN POR MOMENTO Y POR COMUNIDAD.

##### 4.4.1 Comunidad Quadrifarium

Cuadro 7. Ecuaciones de regresión de altura lamina/Peso lamina, Altura máxima/Peso total, Altura vaina/peso vaina, para los cuatro momentos de medición con su coeficiente de correlación, altura y peso de la comunidad Quadrifarium.

| <b>Comunidad Quadrifarium</b> |                        |                      |           |           |           |
|-------------------------------|------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Momento</b>                | <b>Comparación</b>     | <b>Ecuación</b>      | <b>R2</b> | <b>Cm</b> | <b>Kg</b> |
| <b>1</b>                      | Alt lamina/Peso lamina | $y=105,25X-23,40$    | 0.9       | 21.0 (A)  | 2186.9    |
|                               | Alt máxima/Peso total  | $y=444,15X-6901,3$   | 0.6       | 29.9 (A)  | 6356.6    |
|                               | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=289,42X-1343,7$   | 0.8       | 7.0 (A)   | 670.7     |
| <b>2</b>                      | Alt lamina/Peso lamina | $Y=139,15X-203,24$   | 0.9       | 11.9 (B)  | 1449.2    |
|                               | Alt máxima/Peso total  | $Y=160,55X+1531,9$   | 0.8       | 22.1 (B)  | 5072.0    |
|                               | --                     | --                   | --        | --        | --        |
| <b>3</b>                      | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=178,97X-272,15$   | 0.9       | 5.6 (A)   | 725.6     |
|                               | Alt lamina/Peso lamina | $Y=143,98X-652,04$   | 0.8       | 11.1 (BC) | 942.5     |
|                               | Alt máxima/Peso total  | $y = 129,69x + 1123$ | 1.0       | 18.7 (C)  | 3545.0    |
| <b>4</b>                      | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=880,57X-4138,9$   | 0.4       | 5.7 (B)   | 862.7     |
|                               | Alt lamina/Peso lamina | $Y=269,61X-1351,6$   | 1.0       | 8.3 (C)   | 892.9     |
|                               | Alt máxima/Peso total  | $Y=160,55X+1531,9$   | 0.6       | 13.2 (D)  | 3666.3    |
|                               | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=265,67-214,67$    | 1.0       | 3.7 (B)   | 764.0     |

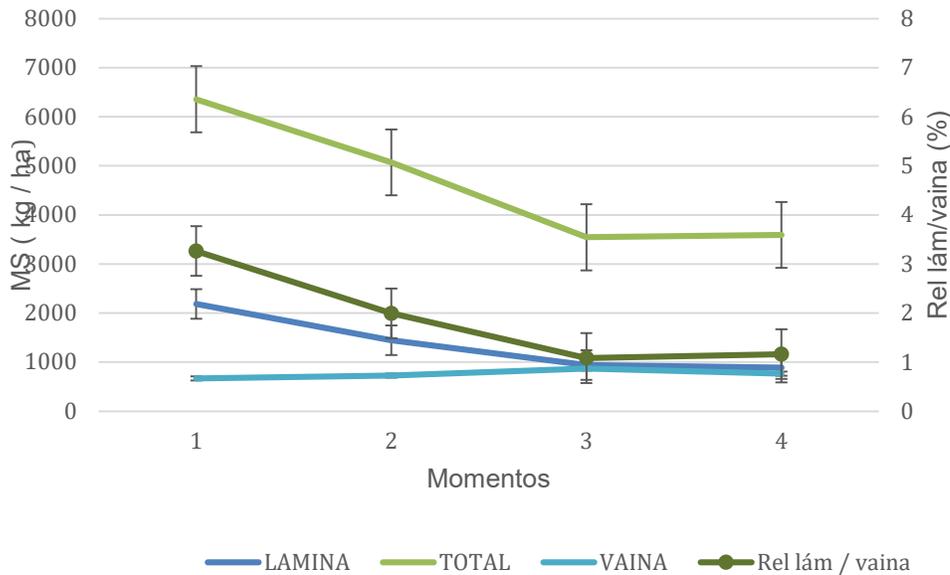


Figura 13. Evolución del peso total, vaina y de lámina y relación lámina/vaina por hectárea de la comunidad Quadrifarium

En cuanto al comportamiento de la estructura de esta comunidad, como se puede observar en la figura número 13 se da una caída importante del peso total del momento uno al momento tres. Esto se debe principalmente a la disminución también en peso de lámina dado por el consumo animal.

Lo primero a remarcar es el 57 % de remoción de lámina del día cero de ocupación al día diez (momento tres), lo cual no era de esperar, dado que según la clasificación de Rosengurt (1979) esta especie es de tipo productivo duro. Como ya fue presentado en la figura número 2, esta comunidad siempre se encontró acompañada también de la comunidad profundo, la cual era dominada por especies tiernas/finas tales como *Lolium multiflorum*, *Bromus autleticus*, *Paspalum dilatatum*. Todas ellas especies de alta productividad y de muy alta palatabilidad para el ganado. Sin embargo, por contrario a lo que se esperaba, la comunidad Quadrifarium fue consumida muy temprano en el tiempo de ocupación y con gran voracidad, lo que demuestra que, en la situación existente, el animal buscó y eligió consumir las láminas verdes de *Paspalum quadrifarium*.

Rosengurt (1979) en su clasificación según tipo productivo, también indica que esta especie tiene apetecibilidad cuándo joven y que los tipos productivos son dependiendo de la época del año y lugar y que además la

complementariedad entre especies en un potrero puede complementar ventajas o acumular defectos. Por lo cual, no por ser una especie dura, tiene que serlo en toda situación y en todo momento del año. También, por su parte Cahuepé (1990) realizó un experimento en el cual separa y trata de manera totalmente distinta al “pajonal maduro” y “pajonal joven post fuego”. Este mismo realizó un experimento, en el cual se pasa de 0,2 vaca equivalente/ha en el pajonal maduro (en condiciones extensivas, con abundante resto seco) a 2-3 vaca equivalente/ha con muy buenos índices de preñez en el otoño y verano post-quema. Si bien en la situación experimental que comprende este trabajo de tesis, no se realiza la quema como medida de manejo, esta medida se asimila mucho con el pastoreo rotativo, el cual menciona también Cahuepé (1990). Él menciona que en base a cargas instantáneas altas (pastoreo rotativo) se puede alcanzar una situación de equilibrio, en el cual se puedan mantener 0.7 vaca equivalente por hectárea. Por ende, con lo mencionado por dichos autores sumado a los resultados experimentales arrojados en la figura número 9, se puede concluir que, si bien el *Paspalum quadrifarium* es de tipo productivo duro, en caso de un correcto manejo (sea con quema invernales o con un manejo del pastoreo con altas cargas instantáneas), las láminas verdes de esta especie serán más apetecidas y de mayor calidad para el ganado.

El animal pastoreó esta comunidad con gran voracidad (pese a ser un forraje calificado como duro) hasta el día 10 de ocupación. A partir de este momento el forraje deja de ser consumido o es consumido muy poco por el animal, principalmente debido a que las láminas ya se encuentran muy cerca de las vainas, las cuales no son apetecidas por el animal, y menos aún las de esta comunidad las cuales son muy altas y pesadas.

Otro aspecto a destacar, es que si bien llamó la atención el consumo voraz que tuvo esta comunidad, siendo incluso más abrupta la caída en peso de lámina de esta que la de la comunidad profundo (se verá en el análisis de dicha comunidad), hay que tener en cuenta la proporción abarcada por cada una de estas comunidades en la parcela. Si bien no se tiene el dato exacto de qué proporción abarcaba cada una de ellas, se puede observar en la figura número 2 que claramente en los tres bloques la comunidad profundo abarca más proporción del total de cada parcela de campo natural. Con lo cual, si se hace un promedio ponderado por área, el animal está consumiendo mucha más lámina de la comunidad profundo que de *P. quadrifarium*.

En cuanto al peso de las vainas, se puede observar cómo no hubo diferencias significativas entre momentos, ya que tal como se ha mencionado, estas no son pastoreadas por el ganado. Esta relación se mantiene independientemente de la comunidad. Esto coincide con lo indicado por Hodgson (1990), quien indica que la vaina de la hoja ha sido identificada como un límite físico por debajo del cual no les gusta pastorear a los animales. La presencia de cantidades crecientes de vainas en el horizonte de pastoreo se constituye en una restricción a la cosecha de forraje por parte del ganado. Esto también es mencionado por Wade (1991) citado por Chilbroste (1998), indicando que las vainas son fuentes de resistencia al consumo de forraje.

#### 4.4.2 Comunidad Profundo

Cuadro 8. Ecuaciones de regresión, coeficiente de correlación, altura y peso por momento de comunidad Profundo

| <b>Comunidad Profundo</b> |                        |                    |           |           |           |
|---------------------------|------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Momento</b>            | <b>Comparación</b>     | <b>Ecuación</b>    | <b>R2</b> | <b>cm</b> | <b>kg</b> |
| <b>1</b>                  | Alt lamina/Peso lamina | $Y=81,91X+120,81$  | 0.7       | 8.4 (A)   | 806.8     |
|                           | Alt máxima/Peso total  | $Y=57,12X+848,03$  | 0.9       | 14.3 (A)  | 1740.5    |
|                           | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=74,67X-46,92$   | 0.8       | 2.4 (A)   | 139.8     |
| <b>2</b>                  | Alt lamina/Peso lamina | $Y=129,48-85,49$   | 0.8       | 5.3 (B)   | 596.9     |
|                           | Alt máxima/Peso total  | $Y=167,49X-49,66$  | 0.6       | 9.8 (B)   | 1600.8    |
|                           | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=107,27X-15,88$  | 0.8       | 2.2(A)    | 171.8     |
| <b>3</b>                  | Alt lamina/Peso lamina | $Y=414,29X-1619,6$ | 0.8       | 4.1 (BC)  | 417.0     |
|                           | Alt máxima/Peso total  | $Y= 446X -2926,5$  | 1         | 8.1 (BC)  | 1199.0    |
|                           | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=133,33X-105,67$ | 0.5       | 2 (A)     | 161.0     |
| <b>4</b>                  | Alt lamina/Peso lamina | $Y=42,99X+214,37$  | 0.7       | 3.4 (C)   | 378.8     |
|                           | Alt máxima/Peso total  | $Y=61,17X+673,04$  | 0.7       | 6.6 (C)   | 1119.6    |
|                           | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=532X-457$       | 0.5       | 1 (B)     | 128.2     |

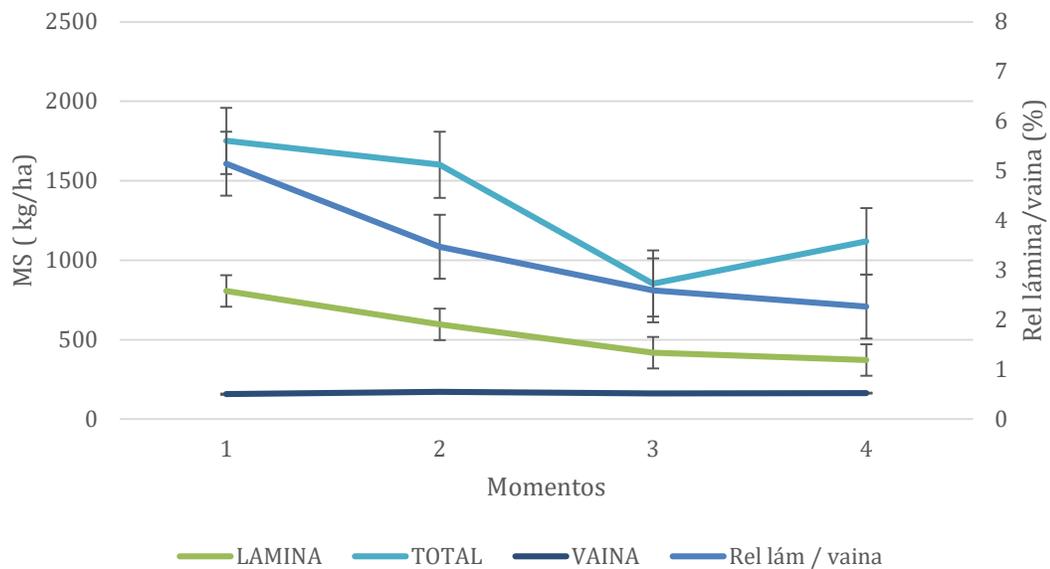


Figura 14. Evolución del peso total, vaina y de lámina y relación lámina/vaina por hectárea de la comunidad Profundo

En cuanto al comportamiento de la estructura de esta comunidad, como se puede observar en la figura número 14 se da una caída importante del peso total del momento uno al momento tres. Esto se debe principalmente a la disminución también en peso de lámina dado por el consumo animal. Para esta comunidad, el porcentaje de remoción de lámina de momento uno al tres (día cero a día diez de ocupación) es de 49%. Si bien es un descenso muy marcado en el peso de lámina, este sigue siendo un 8% menor que en el caso de la comunidad quadrifarium, dando lugar a la llamada de atención ya mencionada en la descripción de la comunidad anterior.

Nuevamente se puede observar que del momento tres al cuatro, casi no hay descenso ni en peso total ni en peso de lámina, lo que demuestra que a partir del día diez de ocupación los animales bajan el consumo de materia seca. Esto también ocurrió en la comunidad analizada anteriormente, lo cual coincide con lo dicho por Cangiano (1997) que con el transcurso del tiempo se va reduciendo la disponibilidad de forraje, lo que afecta al tamaño y peso de bocado, reduciéndose así el consumo voluntario. Esto coincide con lo dicho por Hodgson (1981), quien sostiene que ante una disminución de la altura de la pastura, el animal tiende a aumentar el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado para compensar el consumo,

pero esto es hasta un valor crítico, por debajo del cual dicha compensación es insuficiente para evitar una caída en el consumo diario. A su vez, se tienen datos obtenidos por Le Du et al. (1979) citados por Cangiano (1997), en el cual se realizó un experimento con vacas lecheras en pastoreo por franjas. En este mismo se llegó a la conclusión de que en los últimos días de ocupación, se redujo notablemente el consumo por parte del animal, debido a limitaciones físicas ya mencionadas o que simplemente los animales esperaban para entrar en una parcela/franja nueva, ya que al final del pastoreo hay un residuo con poca lámina, con baja altura y gran densidad, parcialmente pisoteado y contaminada de excretas.

Lo mencionado en el párrafo anterior, tiene concordancia con lo ocurrido en esta comunidad a partir del momento 3. Ya que a partir de dicho momento hasta el momento cuatro, la altura promedio de lámina se encuentra entre 4,1 y 3,4 cm (cuadro número 8), estando las mismas ya por debajo del horizonte de pastoreo, teniendo más porcentaje de material senescente que de material verde, y con las láminas ya muy cercanas a las vainas las cuales no son consumidas. Es por todo ello, que es de esperar que el consumo en el transcurso de estos últimos cinco días de ocupación descienda, y el animal esté esperando para entrar a una nueva parcela con más centímetros disponibles (donde pueda tener un peso de bocado mayor) y también mayor peso de lámina y mayor % verde/seco.

Por su parte, las vainas nuevamente repiten el patrón mostrado en la comunidad anterior, en la cual como ya se mencionó y se discutió con diversos autores, la misma no tiene diferencias significativas entre los cuatro momentos.

#### 4.4.3 Comunidad Blanqueal Campo Natural

Cuadro 9. Ecuaciones de regresión de altura lamina/Peso lamina, Altura máxima/Peso total, Altura vaina/peso vaina, para los cuatro momentos de medición con su coeficiente de correlación, altura y peso de la comunidad Blanqueal campo natural.

| <b>Comunidad Blanqueal CN</b> |                        |                   |           |           |           |
|-------------------------------|------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Momento</b>                | <b>Comparación</b>     | <b>Ecuación</b>   | <b>R2</b> | <b>cm</b> | <b>kg</b> |
| <b>1</b>                      | Alt lamina/Peso lamina | $Y=54,11X-11,49$  | 0.6       | 4.0 (A)   | 242.1     |
|                               | Alt máxima/Peso total  | $Y=41,79X+198,84$ | 0.4       | 9 (A)     | 621.1     |
|                               | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=47,25-6,14$    | 0.5       | 1.0 (B)   | 48.0      |
| <b>2</b>                      | Alt lamina/Peso lamina | $Y=62,27X+60,87$  | 0.9       | 3.1 (B)   | 268.4     |
|                               | Alt máxima/Peso total  | $Y=44,62X+869,49$ | 0.8       | 6.9 (AB)  | 621.0     |
|                               | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=23,01X+49,16$  | 0.7       | 0,9 (B)   | 72.6      |
| <b>3</b>                      | Alt lamina/Peso lamina | $Y=25,29X+91,15$  | 0.7       | 3.1 (B)   | 182.0     |
|                               | Alt máxima/Peso total  | $Y=89,75X+23,45$  | 0.8       | 6.4 (B)   | 643.0     |
|                               | Alt vaina/ Peso vaina  |                   |           | 2.36 (A)  | SD        |
| <b>4</b>                      | Alt lamina/Peso lamina | $Y=47,57 X+79,63$ | 0.7       | 3.1 (B)   | 226.2     |
|                               | Alt máxima/Peso total  | $Y=90,05X+111,46$ | 0.9       | 5.5 (B)   | 634.7     |
|                               | Alt vaina/ Peso vaina  |                   |           | 0.7 (B)   | SD        |

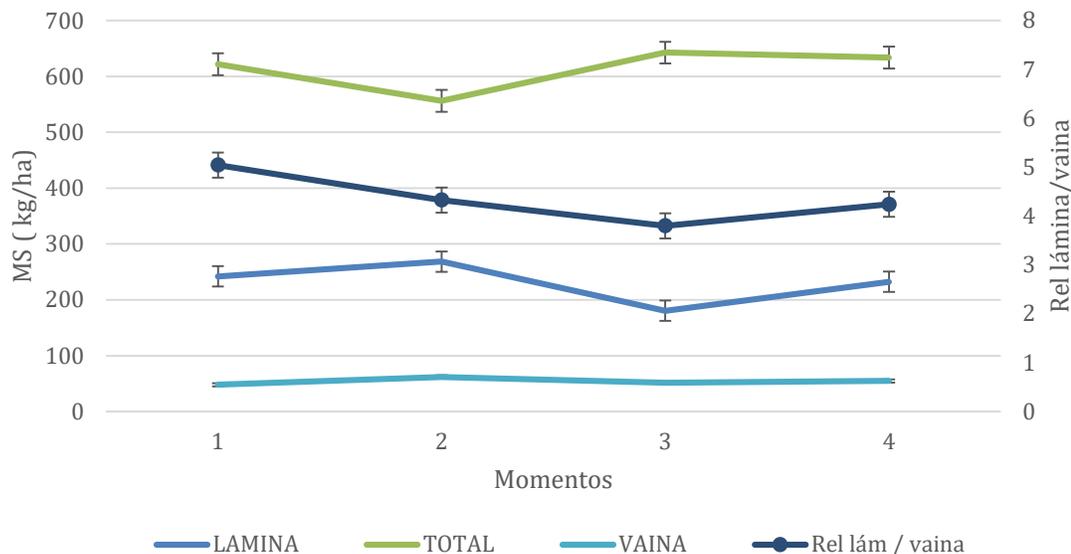


Figura 15. Evolución del peso total, vaina y lámina y relación lámina/vaina por hectárea de la comunidad blanqueal campo natural

En cuanto al comportamiento de la estructura de esta comunidad, como se puede observar en la figura número 15, no se observa diferencia significativa entre momentos en peso total. Esta comunidad presenta un comportamiento diferente a todas las demás, ya que cómo se puede observar, no hay descenso del peso. Esto indica que prácticamente no hubo consumo por parte de los animales durante los 15 días de ocupación, lo cual tiene sentido debido a varios motivos. En primer lugar, la escasa altura con la cual empieza el disponible de dicha comunidad, teniendo una altura de lámina promedio al momento de iniciado el pastoreo de casi 5 centímetros, lo cual es muy poco. Estos pocos centímetros se relacionan directamente con la escasa materia seca disponible, como se observa en la figura número 15. A esto también se le suma el factor de la composición botánica de dicha comunidad (figura número 12), la cual es abundada por especies duras/ordinarias (muchas de ellas anuales), malezas enanas, y las tiernas que hay se encuentran en muy bajo porte y frecuencia. Además, por la limitante presente del suelo por ser un Solonetz solodizado (blanqueal) y con la limitante hídrica presente, se mantuvo siempre un %

verde/seco bajo. Es por todas estas razones, que es de esperar que el ganado no recurra a esta comunidad para seleccionar su dieta.

Cómo se explicó anteriormente en materiales y métodos, en el cuadro 9 se observan varios “SD” que significa sin datos. Esto se debe a un desajuste en la ecuación de regresión, no siendo posible realizar la cuenta para obtener un dato certero para kg/ha, por lo que para poder graficar con un dato de kilogramos/hectárea se realizó un promedio de las demás ecuaciones de regresión para hallar el valor.

#### 4.4.4 Comunidad Leguminosa

Cuadro 10. Ecuaciones de regresión de altura lamina/Peso lamina, Altura máxima/Peso total, Altura vaina/peso vaina, para los cuatro momentos de medición con su coeficiente de correlación, altura y peso de la comunidad Leguminosa.

| <b>Comunidad Leguminosa</b> |                        |                       |           |           |           |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Momento</b>              | <b>Comparación</b>     | <b>Ecuación</b>       | <b>R2</b> | <b>cm</b> | <b>kg</b> |
| <b>1</b>                    | Alt lamina/Peso lamina | $Y=32,42x + 208,77$   | 0.7       | 8.4 (A)   | 468.1     |
|                             | Alt máxima/Peso total  | $Y=157,97X-290$       | 0.8       | 15.0(A)   | 2758.8    |
|                             | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=132,45X-182,29$    | 0.9       | 2.6 (A)   | 198.5     |
| <b>2</b>                    | Alt lamina/Peso lamina | $Y=72,15x + 66,45$    | 0.3       | 5.5 (B)   | 382.5     |
|                             | Alt máxima/Peso total  | $Y=491,43-2865,5$     | 0.5       | 10.2 (B)  | 2047.5    |
|                             | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=22,5X+102,5$       | 0.7       | 2.2 (A)   | 155.0     |
| <b>3</b>                    | Alt lamina/Peso lamina |                       |           | 4.2 (B)   | SD        |
|                             | Alt máxima/Peso total  | $Y=908,76X-7333,9$    | 0.8       | 9.1 (BC)  | 2008.2    |
|                             | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=299,35X-494,4$     | 0.9       | 1.0 (B)   | 188.1     |
| <b>4</b>                    | Alt lamina/Peso lamina | $Y=43,08X + 122,81$   | 0.5       | 4.2(B)    | 311.5     |
|                             | Alt máxima/Peso total  | $Y=527,06 X - 2030,8$ | 0.8       | 7.7 (C)   | 1741.0    |
|                             | Alt vaina/ Peso vaina  | $Y=116,57X+18,29$     | 0.7       | 0.8 (B)   | 159.1     |

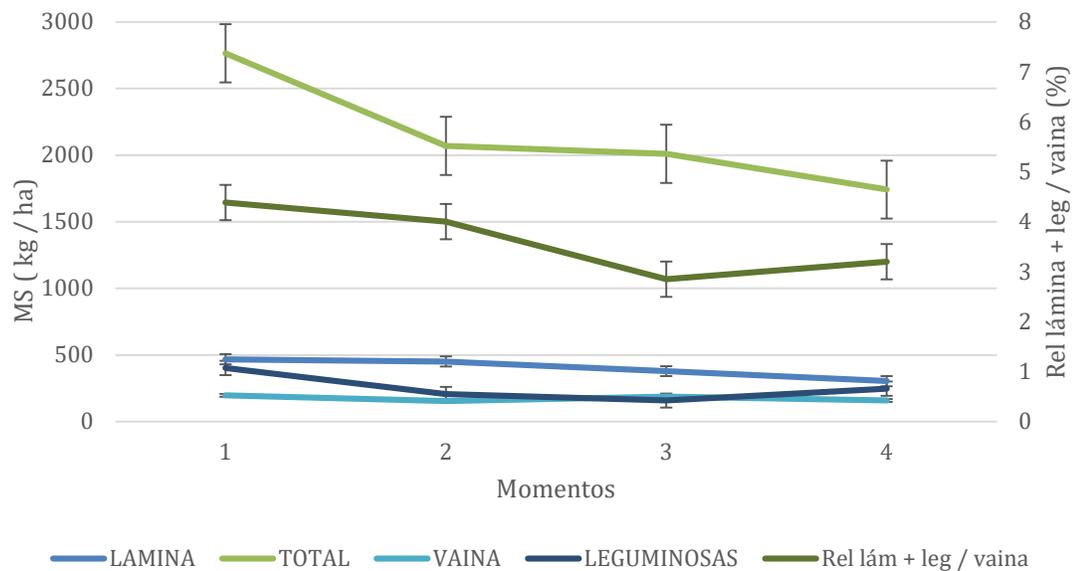


Figura 16. Evolución del peso total, vaina, leguminosa y de lámina y relación lámina y leguminosa /vainas por hectárea de la comunidad leguminosa

En cuanto al comportamiento de la estructura de esta comunidad, como se puede observar en la figura número 16 se da una caída importante del peso total del momento uno al momento dos. Esto se debe principalmente a la disminución también en peso de lámina y de leguminosa dado por el consumo animal. Para esta comunidad, el porcentaje de remoción de lámina de momento uno al dos fue de 19%, y para leguminosa de un 48,5%. Esto demuestra claramente la búsqueda y selección por parte del animal en los primeros 5 días de pastoreo, buscando dicha comunidad por la palatabilidad principalmente del *Trifolium pratense*.

En el caso de esta comunidad, resulta conveniente dejar de lado el promedio de los bloques y entrar en detalle en cada bloque, dado que hubo una diferencia sustancial entre ellos. En la comunidad leguminosa del bloque 3 y 4, la composición botánica estaba principalmente explicada por *Trifolium pratense*, mientras que en el bloque 1 no se encontró prácticamente dicha especie, y la comunidad estaba compuesta básicamente por la leguminosa nativa *Desmodium incanum*. En la figura número 17, se puede observar el comportamiento de la fracción leguminosa dentro de esta comunidad de los distintos bloques.

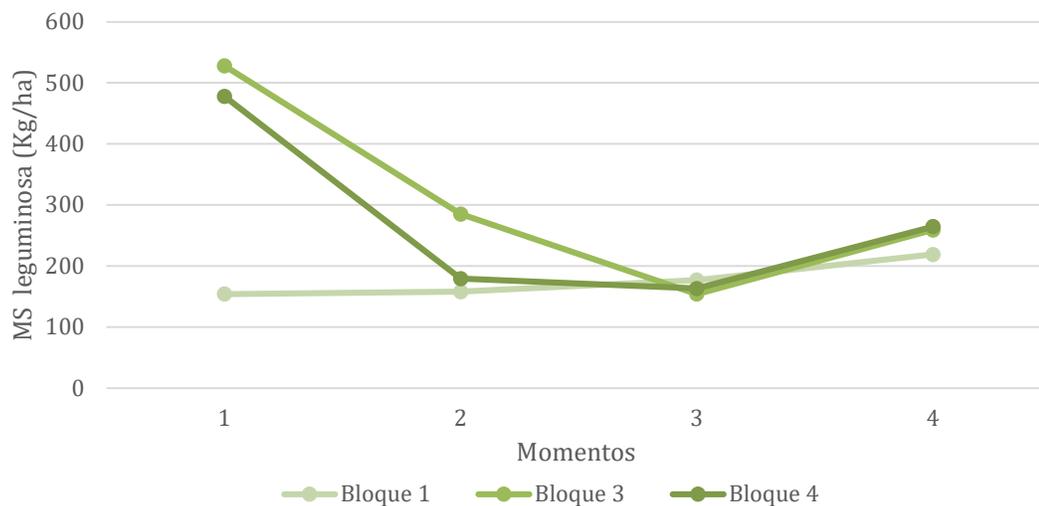


Figura 17. Evolución de la materia seca de leguminosa por bloque

Como se puede observar en la figura número 17, no es lo mismo el comportamiento de los dos bloques con predominio de *Trifolium pratense* en comparación al bloque con predominio de *Desmodium incanum*. En el caso del bloque 3 y 4, hay una caída abrupta en peso de leguminosa, principalmente del momento uno al dos. En este caso se reduce (por consumo) un 46% y 63% respectivamente. En el caso del bloque 1 no hay descenso en materia seca por parte del componente leguminosa, lo que implica que el ganado no eligió consumir dicha comunidad, lo cual se mantiene en estos 15 días de pastoreo. Esta diferencia tan significativa, resulta llamativa, ya que según Rosengurt (1979) *Desmodium incanum* es una especie de tipo productivo tierno/fina con apetecibilidad alta. Además, en un estudio realizado por León et al. (2012) en Cuba, se estudió en detalle a dicha especie, resultando que tiene 39,2% de digestibilidad de materia orgánica (mayor al obtenido en el mismo experimento por parte de especies como por ejemplo *Paspalum notatum* y *Sporobolus indicus*), bajo % de FDN y valores de proteína bruta de 8%. Toda esta información, indicaría que esta tendría que ser una especie buscada y seleccionada por el animal para ser consumida, sin embargo, como se observó, no fue así. En lo que respecta a los bloques 3 y 4, era de esperar dicha respuesta, ya que el componente leguminosa de dicha comunidad era explicado casi en su

totalidad por *Trifolium pratense*, el cual tiene una clasificación de tipo productivo fino y una apetecibilidad alta según Rosengurtt (1979). También, un estudio realizado por Mieres (2004) dice que dicha especie tiene un 61 % de digestibilidad de materia orgánica y un % de proteína bruta de 20,3% para la primavera.

Continuando con el análisis de esta comunidad, se puede observar como en el promedio para los tres bloques (figura 16) y como también en cada bloque por separado (figura 17) el componente leguminosa aumenta del momento tres al cuatro. Como ya se mencionó, en promedio hay un gran consumo por parte de los animales de leguminosas del momento uno al dos, luego se estabiliza entre el dos y el tres, y luego en ambos casos (siendo estudiado en promedio, pero también cada bloque por separado) se puede observar cómo los animales no consumen leguminosa en los últimos cinco días de ocupación. Esto resulta extraño si se ve en conjunto con el peso total de la comunidad, el cual disminuye del momento 3 al 4. La razón de la caída en peso total en estos días está dada por la disminución en peso de resto seco, pero sin embargo el peso del componente leguminosa aumenta. Si bien no se tienen datos certeros ya que no se midió la altura de los restos secos ni de las leguminosas, se puede inferir que lo que ocurrió en estos cinco días fue que el animal consumió restos secos de esta comunidad, pero no logró alcanzar a pastorear las leguminosas, las cuales estaban rebrotando por debajo del horizonte de pastoreo. Para tener una estimación, se obtuvo que la tasa de crecimiento para los dos bloques con *Trifolium pratense* como dominante (bloque 3 y 4) fue de 20,7 kg/ha/día, lo cual suena razonable teniendo en cuenta que dicha especie no estaba sembrada pura, sino que en mejoramiento extensivo de campo natural, sumado a la condición de déficit hídrico presente en el momento.

Por su parte, las vainas nuevamente repiten el patrón mostrado en las comunidades anteriores, sin presentar diferencias significativas entre los cuatro momentos.

#### 4.5 CONSIDERACIONES GENERALES

No hubo diferencia significativa a nivel parcela en altura, masa de forraje, tasa de crecimiento ni oferta de forraje en ninguno de los cuatro momentos entre campo natural y campo natural mejorado.

A nivel comunidades existieron grandes diferencias significativas entre ellas en cuanto al comportamiento de la estructura de las mismas ante quince días de ocupación del ganado pastoreando.

En ninguna de las comunidades estudiadas hubo diferencia significativa entre momentos de las vainas, lo cual implica un rechazo del ganado hacia las mismas.

La comunidad blanqueal no fue consumida por el ganado en quince días de ocupación. Mientras que la comunidad quadrifarium, si se maneja con un pastoreo intenso con alta carga y descansos (pastoreo rotativo) el forraje permanecerá más joven, abundando las láminas verdes de gran tamaño, ocasionando así una tasa de remoción de lámina alta. Por otro lado, las comunidades leguminosa y profundo fueron muy apetecidas por el ganado.

Existe gran diferencia entre la apetecibilidad y consumo del ganado entre la especie *Trifolium pratense* y *Desmodium incanum*.

A partir del momento tres (décimo día de ocupación), el ganado baja notoriamente el consumo de las comunidades estudiadas

## 5 CONCLUSIONES

Si bien hubo diferencias en las comunidades presentes en el campo natural mejorado con respecto al campo natural, el animal a nivel parcela no trató de manera diferente a estos tratamientos.

El agregado de leguminosas y fósforo no significa un cambio en la composición botánica en todos los suelos.

Con una oferta de forraje entorno al 10-12%, la tasa de desaparición de forraje durante los 15 días de ocupación no fue la misma.

Las comunidades conformadas por especies menos preferidas/apetecidas por el ganado (especies duras) no siempre fueron consumidas sobre el final del período de ocupación en las parcelas.

## 6 RESUMEN

El presente estudio se desarrolló entre el 3 de noviembre y el 14 de diciembre de 2014, en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), en el departamento de Paysandú. El mismo fue realizado en el potrero 18, sobre suelos de unidad San Manuel. Se estudiaron dos tratamientos: campo natural y campo natural mejorado (8 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116 y 6 kg/ha de *Lotus Tenuis* cv. Matrero, realizado en el 2018). En estos tratamientos pastoreaban 3 vaquillonas de 290 Kg promedio por parcela durante 15 días, con 45 días de descanso (pastoreo rotativo). Los resultados a nivel comparativo entre tratamientos no arrojaron diferencias en altura, masa de forraje, oferta de forraje ni tasa de crecimiento. A su vez, dentro de cada parcela de cada tratamiento, se eligieron comunidades vegetales (según tipo de suelo o composición botánica) intentando representar aproximadamente el 80% de la parcela, para con ellas analizar cómo se comportaron dichas comunidades en su estructura de la pastura. Dentro de campo natural mejorado se analizaron dos comunidades llamadas: blanqueal campo natural mejorado y leguminosa. Dentro de campo natural tres comunidades llamadas: quadrifarium, blanqueal campo natural y profundo. Para ellas, se hicieron mediciones de altura máxima, altura lámina, altura vaina, estimación verde/seco y estimación lámina/vaina. A su vez, por día de medición se realizaron dos cortes, separándose entre resto seco, lámina, vaina, leguminosas. A la hora de analizar por comunidad, si se obtuvieron diferencias significativas en centímetros y kilogramos inter comunidades e intra comunidades (diferencia en los distintos 4 momentos medidos). Se observó que los blanqueales no fueron consumidos en ningún momento y que las comunidades quadrifarium, profundo y leguminosa fueron altamente seleccionadas por parte de los animales. También se pudo determinar una diferencia significativa grande entre comunidades leguminosa con % alto de *Desmodium incanum* y otras con % alto de *Trifolium pratense*. A su vez, se obtuvo para todas las comunidades, que a partir del tercer momento (día diez), se baja notoriamente el consumo por parte del ganado.

Palabras clave: campo natural, campo natural mejorado, estructura de la pastura, pastoreo rotativo, comunidades vegetales

## 7 SUMMARY

This study was carried out between November 3 and December 14, 2020, at Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), in the department of Paysandú, Uruguay. The same was carried out in paddock 18, on San Manuel unit soil. Two treatments were studied: natural pasture and enhanced natural pasture (8 kg/ha of *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116 and 6 kg/ha of *Lotus Tenuis* cv Matrero, carried out in 2018). In these treatments, 3 heifers of 290 kg average per plot grazed for 15 days, with 45 days of rest (rotary grazing). The results at a comparative level between treatments did not show differences in height, forage mass, forage supply or growth rate. Also, within each plot of each treatment, plant communities were chosen (according to soil type or botanical composition) trying to represent approximately 80% of the plot, in order to analyze how these communities behaved in their pasture structure. Inside the enhanced natural pasture, two communities were chosen, called: Solonetz soil of enhanced natural pasture and legume. Inside the natural pasture three communities called: quadrifarium, deep and Solonetz soil of natural pasture. For them, measurements of maximum height, leaf height, pod height, green/dry estimation and leaf/pod estimation were made. Also, per day of measurement, two cuts were made, separating between dry rest, leaf, pod and legumes. When analyzing by community, significant differences were obtained in centimeters and kilograms between communities and within communities (difference in the different 4 moments measured). It was observed that solonetz community were not consumed at any time and that the quadrifarium, deep and legume communities were highly selected by the animals. It was also possible to determine a large significant difference between legume communities with a high percentage of *Desmodium incanum* and others with a high percentage of *Trifolium pratense*. Also, it was obtained for all the communities, that from the third moment (day ten), the consumption by the cattle is notoriously lowered.

Keywords: natural pasture, enhanced natural pasture, pasture structure, rotational grazing, plant communities.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

1. Allison, C. D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. *Journal of Range Management*. 38(4): 305 - 311.
2. Altesor, A.; Ayala, W.; Paruelo, J. M. eds. 2011. Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales. Montevideo, INIA. 234 p. (Serie FPTA no. 26).
3. Amir, I.; Stancov, M. 2020. Respuesta invierno-primaveral en producción primaria a diferentes intervenciones sobre campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 72 p.
4. Ayala, W.; Carámbula, M. 1994. Nitrógeno en campo natural. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 33 - 42. (Serie Técnica no. 51).
5. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1995. Evaluación productiva de mejoramientos extensivos sobre suelos de Lomadas en la Región Este. In: Ayala, W.; Carámbula, M.; Scaglia, G. eds. Mejoramientos extensivos: manejo y utilización. Montevideo, INIA. pp. 26 - 35. (Actividades de Difusión no. 75).
6. Baeza, S.; Gallego, F.; Lezama, F.; Altesor, A.; Paruelo, J. M. 2011. Cartografía de los pastizales naturales en las regiones geomorfológicas de Uruguay predominantemente ganaderas. In: Altesor, A.; Ayala, W.; Paruelo, J. M. eds. Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales. Montevideo, INIA. pp. 33 - 54. (Serie FPTA no. 26).
7. Barreiro, M.; Arizmendi, F.; Trinchin, R. 2019. Variabilidad observada del clima. Montevideo, Facultad de Ciencias, MVOTMA, Cooperación Española. 52 p.

8. Behmaja, M.; Berretta, E. J. 1991. Respuesta a la siembra de leguminosas en Basalto profundo. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 108 - 113. (Serie Técnica no. 13).
9. Belovsky, G. E.; Fryxell, J.; Schmitz, O. J. 1999. Natural selection and herbivore nutrition: optimal foraging theory and what it tells us about the structure of ecological communities. In: Jung, H. J. G.; Fahey Jr., G. C. eds. Nutritional Ecology of Herbivores: proceedings of the Vth International Symposium on the nutrition of herbivores. Savoy, American Society of Animal Science. pp. 1 - 70.
10. Berretta, E. J.; Levratto, J. C. 1990. Estudio de la dinámica de una vegetación mejorada con fertilización e introducción de especies. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 197 - 203.
11. \_\_\_\_\_.; Do Nascimento, J. R. 1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal. Montevideo, IICA-PROCISUR. 126 p.
12. \_\_\_\_\_. 1998. Efecto del pastoreo y de la introducción de especies en la evolución de la composición botánica de pasturas naturales. In: Seminario de Actualización Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Montevideo, INIA. pp. 91 - 97. (Serie Técnica no. 102).
13. Boggiano, P. 2003. Informe de consultoría: subcomponente manejo integrado de pradera: Proyecto combinado GEF/IBRD: Manejo integrado de ecosistemas y recursos naturales en Uruguay: Componente Manejo y conservación de la diversidad biológica. (en línea). Montevideo, MGAP. 72 p. Consultado set. 2022. Disponible en <https://es.calameo.com/books/004233671ecd6b2fc8621>
14. \_\_\_\_\_.; Zanoniani, R.; Millot, J. C. 2005. Respuestas del campo natural a manejos con niveles crecientes de intervención. In: Seminario de

actualización técnica en manejo de campo natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 105 - 114. (Serie Técnica no. 151).

15. \_\_\_\_\_.; Berreta, E. J. 2006. Factores que afectan la biodiversidad vegetal del campo natural. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul - Grupo Campos (21º., 2006, Pelotas). Trabalhos apresentados. Pelotas, Embrapa. v.1, pp. 93 - 104.
16. \_\_\_\_\_. 2014. Pasturas: base del Uruguay productivo. In: Congreso Uruguayo de Producción Animal (5º., 2014, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, AUPA. pp. 44 - 45.
17. Bullock, J. M. 1996. Plant competition and population dynamics. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. The Ecology and management of grazing systems. Wallingford, CAB International. pp. 69 - 100.
18. Cahuepé, M. A. 1990. Manejo racional de la paja colorada. Revista CREA. 143: 62 - 69.
19. Cangiano, C. 1997. Consumo a pastoreo: factores que afectan la facilidad de cosecha. In: Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. pp. 41 - 63.
20. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
21. \_\_\_\_\_. 1992. Mejoramientos extensivos: fundamentos. In: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E. eds. Mejoramientos extensivos en la región Este: resultados experimentales 1991-92. Montevideo, INIA. pp. 12 - 16. (Actividades de Difusión no. 75).
22. \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
23. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. v. 2, 371 p.

24. \_\_\_\_\_. 2008. Pasturas naturales mejoradas. 2a. ed. Montevideo, Hemisferio Sur. 530 p.
25. Carvalho, P. C. F.; Ribeiro Filho, H. M. N.; Poli, C. H. E. C.; De Moraes, A.; Delagarde, R. 2001. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia (38°, Piracicaba, Brasil). Relatório. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. pp. 853 - 871.
26. Castaño, J. P.; Giménez, A.; Ceroni, M.; Furest, J.; Aunchayna, R. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. Montevideo, INIA. 4 p. (Serie Técnica no. 192).
27. Chilbroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: I Predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26°, 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 8 - 12.
28. Costanza, R.; d'Arge, R.; de Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R.; Paruelo, J.; Raskin, R.; Sutton, P.; van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 387: 253 - 260.
29. Debellis, R.; Goñi, O. C.; Millo, J.; Santana, P. 1995. Respuesta a mejoramientos en coberturas sobre campos regenerados, bajo 5 frecuencias de pastoreo (Unidad de suelo San Manuel). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 200 p.
30. Del Puerto, O. 1969. Hierbas del Uruguay. Montevideo, Nuestra Tierra. 68 p.
31. Demment, M. W.; Laca, E. A. 1993. The grazing ruminant: models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: World Conference on Animal Production (1993, Edmonton, Canada).

Proceedings. Edmonton, University of Alberta, Department of Animal Science. pp. 439 - 460.

32. Formoso, D.; Oficialdegui, R.; Norbis, H. 2001. Producción y valor nutritivo del campo natural y mejoramientos extensivos. In: SUL (Secretariado Uruguayo de la Lana, UY). Utilización y manejo de mejoramientos extensivos con ovinos. Montevideo. pp. 7 - 24.
33. Frame, J. 1982. Efectos de los animales sobre las pasturas: persistencia de pasturas mejoradas. In: Reunión Técnica sobre Persistencia de Pasturas Mejoradas (5ª., Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, PROCISUR. pp. 53 - 69.
34. Gallardo, M.; Valtorta, S. 2011. Producción y bienestar animal: estrés por calor en ganado lechero; impactos y mitigación. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 125 p.
35. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. (en línea). Argentina, s.e. s.p. Consultado set. 2022. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/15-ingestivo\\_y\\_consumo\\_bovinos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf)
36. García, J. A. 1995. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, INIA. 14 p. (Serie Técnica no. 66).
37. Gómez Zabala, J.; Do Carmo, M. 2019. Oferta de forraje: una herramienta para incrementar la producción del rodeo de cría. Revista del Plan Agropecuario. no. 171: 54 - 56.
38. Hernández, J.; Otegui, O.; Zamalvide, J. P. 1995. Formas y contenidos de fósforo en algunos suelos del Uruguay. Boletín de investigación: Facultad de Agronomía. no. 43: 1 - 32.
39. Hodgson, J.; Ollerenshaw, J. H. 1969. The frequency and severity of defoliation of individual tillers in set – stocked sward. Journal of British Grassland Society. 49: 226 - 234.

40. \_\_\_\_\_. 1981. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: International Symposium of Nutritional Limits to Animal Production from Pastures (1981, St. Lucia). Proceedings. St. Lucia, J. B. Hacker. pp. 153 - 166.
41. \_\_\_\_\_. 1982. Ingestive behavior. In: Leaver, J. D. ed. Herbage intake handbook. Reading, British Grassland Society. pp. 113 - 139.
42. \_\_\_\_\_. 1985. Grazing behavior and herbage intake. In: Frame, J. ed. Grazing. Berkshire, British Grassland Society. pp. 51 - 64.
43. \_\_\_\_\_. 1990. Grazing management: Science into practice. New York, Longman. 203 p.
44. \_\_\_\_\_.; Cosgrove, G. P.; Woodward, S. J. R. 1997. Research on foraging behaviour: progress and priorities. In: International Grassland Congress (18<sup>o</sup>., 1997, Winnipeg). Proceedings. Winnipeg, s.e. pp. 109 - 118.
45. Holecheck, J. L.; Pieper, R. D.; Herbel, C. H. 1989. Range management: principles and practices. New Jersey, Prentice Hall. 501 p.
46. Holmes, W. 1989. Grazing management. In: Grass: its production and utilization. Oxford, Wiley-Blackwell. pp. 130 - 172.
47. Izaguirre, P. 1995. Especies indígenas y subespontáneas del género *Trifolium* L. (Leguminosae) en el Uruguay. Montevideo, INIA. 22 p. (Serie Técnica no. 58).
48. Laca, E. A.; Lemaire, G. 2000. Measuring sward structure. In: Mannerje, L.; Jones, R. M. eds. Field and laboratory methods for grassland and animal production research. Wallingford, CAB International, University Press. pp. 103 - 121.
49. León, M.; Martínez, S.; Pedraza, R.; González, C. 2012. Indicadores de la composición química y digestibilidad in vitro de 14 forrajes tropicales. *Revista de Producción Animal*. 24(1): 16 - 22.

50. L'Huillier, P. J.; Poppi, D. P.; Fraser, T. J. 1986. Influence of structure and composition of ryegrass and prairie grass-white clover swards on the grazed horizon and diet harvested by sheep. *Grass and Forage Science*. 41(3): 259 - 267.
51. Maraschin, G. E.; Moojen, E. L.; Escosteguy, C. M. D.; Correa, F. L.; Apezteguia, E. S.; Boldrini, I. I.; Riboldi, J. 1997. Native pasture, forage on offer and animal response. In: International Grassland Congress (18°. 1997, Saskatoon). Proceedings. s.n.t. pp. 26 - 27.
52. Mas, C. 1992. Mejoramientos extensivos: antecedentes. In: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E. eds. Mejoramientos extensivos en la región Este: resultados experimentales 1991-92. Montevideo, INIA. pp. 1 - 11. (Actividades de Difusión no. 75).
53. Mazzanti, A.; Montes, L.; Miñón, D.; Sarlangue, H.; Cheppi, C. 1988. Utilización de *Lotus tenuis* en establecimientos ganaderos de la Pampa Deprimida: resultados de una encuesta. *Revista Argentina de Producción Animal*. 8(5): 357 - 376.
54. Medero, B.; Fillat, A.; Navarro, G. 1958. Resultados preliminares de la implantación de leguminosas en campo natural. *Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos*. 30(103): 48 - 65.
55. Methol, R. 1989. El pastoreo rotativo una herramienta de trabajo. *Almanaque del Banco de Seguros del Estado*. 1989: 190 - 192.
56. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, UY). 2012. Anuario estadístico agropecuario 2012. (en línea). Montevideo. 244 p. Consultado set. 2022. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-diea-2012>

57. \_\_\_\_\_. 2020. Anuario estadístico agropecuario 2020. (en línea).  
Montevideo. 270 p. Consultado set. 2022. Disponible en  
<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/anuario-estadistico-agropecuario-2020>
58. Mieres, J. M. 2004. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. 80 p. (Serie Técnica no. 142).
59. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1988. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Revista del Plan Agropecuario. no. sup. esp.: 1 - 40.
60. Milne, J. A.; Fischer, G. E. J. 1993. Sward structure with regard to production. In: Hagger, R. J.; Peel, S. eds. Grassland Management and Nature Conservation. Reading, British Grassland Society. pp. 33 - 42. (Occasional Symposium no. 28).
61. Mundy, E. J. 1961 The effect of urine and its components on the botanical composition and production of a grass/clover sward. Journal of the British Grassland Society. 16: 100 - 105.
62. Nabinger, C. 1997a. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem (13º., 1997, Piracicaba, Brazil). Trabalhos apresentados. Piracicaba, FEALQ. pp. 213 - 251.
63. \_\_\_\_\_. 1997b. Principios da exploração intensiva de pastagens. In: Simposio sobre Manejo da Pastagem (13º., 1997, Piracicaba, Brazil). Trabalhos apresentados. Piracicaba, Brasil. FEALQ. pp. 15 - 95.
64. Pallarés, O. R.; Pizzio, R. M. 1998. Introducción de especies para el mejoramiento del campo natural en el Sur de Corrientes-Argentina. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los 67 Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14ª., 1998, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 31 - 38. (Serie Técnica no. 94).

65. Prache, S.; Peyraud, J. L. 2001. Foraging behaviour and intake in temperate cultivated grasslands. In: International Grassland Congress (19<sup>o</sup>., 2001, São Pedro, Brasil). Proceedings. São Pedro, FEALQ. pp. 309 - 319.
66. Provenza, F.; Villalba, J.; Wiedmeier, R.; Lyman, T.; Owens, J.; Lisonbee, L.; Lee, S. 2009. Value of plant diversity for diet mixing and sequencing in herbivores. *Rangelands*. 31(1): 45 - 49.
67. Risso, D. F.; Morón, A. 1990. Evaluación de mejoramientos extensivos de pasturas naturales en suelos sobre Cristalino (1984-1990). In: Seminario Nacional de Campo Natural (2<sup>o</sup>., 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 205 - 218.
68. \_\_\_\_\_. 1998. Mejoramientos extensivos en el Uruguay. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical: Grupo Campos (14<sup>a</sup>., 1998, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 23 - 28. (Serie Técnica no. 94).
69. \_\_\_\_\_.; Berretta, E. J.; Zarza, A.; Cuadro, R. 2002. Productividad, composición y persistencia de dos mejoramientos de campo para engorde de novillos en la Región de Cristalino. In: Risso, D.; Montossi, F. eds. Mejoramientos de campo en la región de Cristalino: fertilización, producción de carne y persistencia productiva. Montevideo, INIA. pp. 3 - 30. (Serie Técnica no. 129).
70. Robbins, C. T.; Mole, S.; Hagerman, A. E.; Hanley, T. A. 1987. Role of tannins in defending plant against ruminants: reduction in dry matter digestion. *Ecology*. 68(6): 1607 - 1615.
71. Rosengurtt, B.; Gallinal, J. P.; Bergalli, L.; Aragone, L.; Campal, E. F. 1939. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay: la variabilidad de la composición de las praderas. *Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos*. 11(3): 28 - 33.

72. \_\_\_\_\_. 1943. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay: 3<sup>a</sup> contribución. Montevideo, Barreiro y Ramos. 281 p.
73. \_\_\_\_\_. 1944. Las formaciones campestres y herbáceas del Uruguay: 4<sup>a</sup> contribución. Agros. no. 134: 45 p. (separata).
74. \_\_\_\_\_. 1946. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay: 5<sup>o</sup> contribución. Montevideo, Rosgal. 473 p.
75. \_\_\_\_\_. 1979. Tabla de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 87 p.
76. Saavedra, C.; Fagúndez, D. 2013. El Censo General Agropecuario 2011 y la nueva realidad agropecuaria. Revista Plan Agropecuario. no. 145: 64 - 71.
77. Saldanha, S. 2005. Manejo del pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de basalto y suelos arenosos de cretácico. In: Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 75 - 84. (Serie Técnica no. 151).
78. Sheath, G. W.; Rattray, P. V.; Smeaton, D. C. 1987. Influence of pasture quantity on intake and production of sheep. In: Grazing-lands Research at the Plant-animal Interface (4<sup>o</sup>, 1987, Morrilton). Proceedings. Morrilton, Winrock International. pp. 33 - 43.
79. Skipp, R. A.; Christensen, M. J. 1990. Selection for persistence in red clover: influence of root disease and stem nematode. New Zealand Journal of Agricultural Research. 33: 319 - 333.
80. Smetham, M. L. 1994. Pasture management. In: Langer, R. H. M. ed. Pastures, their ecology and management. Auckland, Oxford University Press. pp. 197 - 240.
81. Soca, P.; Carriquiry, M.; Do Carmo, M.; Scarlato, S.; Astessiano, A. L.; Genro, C.; Claramunt, M.; Espasandín, A. 2013. Oferta de forraje del

campo natural y resultado productivo de los sistemas de cría vacuna del Uruguay: producción, uso y conversión del forraje aportado por campo natural. In: Seminario de actualización técnica: cría vacuna (2013, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 97 - 117. (Serie Técnica no. 208).

82. Vallentine, J. F. 1990. Grazing management. San Diego, Academic Press. 533 p.
83. Vignolio, O. R.; Fernández, O. N.; Maceira, N. O. 1994. Response of Lotus Tenuis and Lotus corniculatus to flooding in seedling stage. In: International Lotus symposium (1°. , 1994, Missouri). Proceedings. Missouri, s.e. pp. 160 - 163.
84. Zanoniani, R.; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25: 5 - 11.

## 9 ANEXOS

### Anexo 1.

| MES                              | PP<br>(mm) | ETP   | Kc  | ETC   | P - ETP | Alm<br>(mm) | Var.<br>Alm<br>(mm) | ETR  |
|----------------------------------|------------|-------|-----|-------|---------|-------------|---------------------|------|
|                                  |            |       | 0,9 |       |         | 0           |                     |      |
| <b>MAYO</b>                      | 79,5       | 36,9  | 0,9 | 33,2  | 46,3    | 46,3        | 46,3                | 33,2 |
| <b>JUNIO</b>                     | 101,2      | 38,7  | 0,9 | 34,8  | 66,4    | 86,0        | 39,7                | 34,8 |
| <b>JULIO</b>                     | 13,2       | 44,5  | 0,9 | 40,0  | -26,8   | 63,0        | -23,0               | 0,0  |
| <b>AGOSTO</b>                    | 44,4       | 82,4  | 0,9 | 74,1  | -29,7   | 44,6        | -18,4               | 26,0 |
| <b>SETIEMBRE</b>                 | 80,4       | 90,3  | 0,9 | 81,2  | -0,8    | 44,1        | -0,4                | 80,0 |
| <b>OCTUBRE</b>                   | 25,0       | 128,1 | 0,9 | 115,3 | -90,3   | 15,5        | -28,7               | 0,0  |
| <b>NOVIEMBRE</b>                 | 72,8       | 139,6 | 0,9 | 125,7 | -52,9   | 8,4         | -7,1                | 65,7 |
| <b>DICIEMBRE<br/>HASTA 14/12</b> | 25,6       | 174,7 | 0,9 | 157,2 | -131,6  | 1,8         | -6,5                | 19,1 |

### Anexo 2

#### Análisis de la varianza

##### Altura remanente anterior

| Variable            | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|---------------------|---|----------------|-------------------|-------|
| Altura rem anterior | 6 | 0,64           | 0,09              | 13,57 |

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo      | 2,51 | 3  | 0,84 | 1,17 | 0,4908  |
| Tratamiento | 1,60 | 1  | 1,60 | 2,25 | 0,2723  |
| Bloque      | 0,90 | 2  | 0,45 | 0,63 | 0,6117  |
| Error       | 1,42 | 2  | 0,71 |      |         |
| Total       | 3,93 | 5  |      |      |         |

##### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,01065

Error: 0,7117 gl: 2

| Tratamiento | Mediasn | E.E. |
|-------------|---------|------|
| CN          | 6,73    | 0,49 |

CNM 5,70 3 0,49 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

### MF anterior

| Variable    | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------|---|----------------|-------------------|-------|
| MF anterior | 6 | 0,65           | 0,11              | 13,77 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC        | gl | CM       | F    | p-valor |  |  |
|-------------|-----------|----|----------|------|---------|--|--|
| Modelo      | 65004,17  | 3  | 21668,06 | 1,21 | 0,4814  |  |  |
| Tratamiento | 42504,17  | 1  | 42504,17 | 2,38 | 0,2628  |  |  |
| Bloque      | 22500,00  | 2  | 11250,00 | 0,63 | 0,6134  |  |  |
| Error       | 35705,33  | 2  | 17852,67 |      |         |  |  |
| Total       | 100709,50 | 5  |          |      |         |  |  |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=318,45629

Error: 17852,6667 gl: 2

| Tratamiento | Medias  | n | E.E.    |
|-------------|---------|---|---------|
| CN          | 1054,67 | 3 | 77,14 A |
| CNM         | 886,33  | 3 | 77,14 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

### Altura inicio

| Variable      | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|---------------|---|----------------|-------------------|-------|
| Altura inicio | 6 | 0,56           | 0,00              | 14,23 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |  |  |
|-------------|------|----|------|------|---------|--|--|
| Modelo      | 5,35 | 3  | 1,78 | 0,85 | 0,5817  |  |  |
| Tratamiento | 0,03 | 1  | 0,03 | 0,01 | 0,9207  |  |  |
| Bloque      | 5,32 | 2  | 2,66 | 1,26 | 0,4420  |  |  |
| Error       | 4,21 | 2  | 2,11 |      |         |  |  |
| Total       | 9,56 | 5  |      |      |         |  |  |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=3,45936

Error: 2,1067 gl: 2

| Tratamiento | Medias | n | E.E.   |
|-------------|--------|---|--------|
| CNM         | 10,27  | 3 | 0,84 A |
| CN          | 10,13  | 3 | 0,84 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

### MF presente

| Variable    | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------|---|----------------|-------------------|-------|
| MF presente | 6 | 0,55           | 0,00              | 10,84 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC | gl        | CM | F | p-valor  |      |        |
|-------------|----|-----------|----|---|----------|------|--------|
| Modelo      |    | 128153,00 |    | 3 | 42717,67 | 0,83 | 0,5877 |
| Tratamiento |    | 640,67    |    | 1 | 640,67   | 0,01 | 0,9215 |
| Bloque      |    | 127512,33 |    | 2 | 63756,17 | 1,24 | 0,4473 |
| Error       |    | 103204,33 |    | 2 | 51602,17 |      |        |
| Total       |    | 231357,33 |    | 5 |          |      |        |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=541,41745

Error: 51602,1667 gl: 2

| Tratamiento | Medias  | n | E.E.     |
|-------------|---------|---|----------|
| CNM         | 2105,67 | 3 | 131,15 A |
| CN          | 2085,00 | 3 | 131,15 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

### Altura fin

| Variable   | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------|---|----------------|-------------------|------|
| Altura fin | 6 | 0,86           | 0,66              | 7,82 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC | gl   | CM | F | p-valor |      |        |
|-------------|----|------|----|---|---------|------|--------|
| Modelo      |    | 2,69 |    | 3 | 0,90    | 4,23 | 0,1972 |
| Tratamiento |    | 0,28 |    | 1 | 0,28    | 1,33 | 0,3679 |
| Bloque      |    | 2,40 |    | 2 | 1,20    | 5,68 | 0,1498 |
| Error       |    | 0,42 |    | 2 | 0,21    |      |        |
| Total       |    | 3,11 |    | 5 |         |      |        |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,09654

Error: 0,2117 gl: 2

| Tratamiento | Medias | n | E.E.   |
|-------------|--------|---|--------|
| CN          | 6,10   | 3 | 0,27 A |
| CNM         | 5,67   | 3 | 0,27 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

### MF remanente

| Variable     | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|--------------|---|----------------|-------------------|------|
| MF remanente | 6 | 0,84           | 0,61              | 5,10 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC | gl       | CM | F | p-valor  |      |        |
|-------------|----|----------|----|---|----------|------|--------|
| Modelo      |    | 69156,33 |    | 3 | 23052,11 | 3,60 | 0,2251 |
| Tratamiento |    | 6936,00  |    | 1 | 6936,00  | 1,08 | 0,4074 |
| Bloque      |    | 62220,33 |    | 2 | 31110,17 | 4,85 | 0,1708 |
| Error       |    | 12817,00 |    | 2 | 6408,50  |      |        |
| Total       |    | 81973,33 |    | 5 |          |      |        |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=190,79917

Error: 6408,5000 gl: 2

| Tratamiento | Medias  | n | E.E.    |
|-------------|---------|---|---------|
| CN          | 1603,33 | 3 | 46,22 A |
| CNM         | 1535,33 | 3 | 46,22 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

### Tasa de Crecimiento

| Variable | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|---|----------------|-------------------|-------|
| Tasa Cre | 6 | 0,88           | 0,69              | 12,09 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC | gl     | CM | F | p-valor |      |        |
|-------------|----|--------|----|---|---------|------|--------|
| Modelo      |    | 129,42 |    | 3 | 43,14   | 4,73 | 0,1796 |
| Tratamiento |    | 26,04  |    | 1 | 26,04   | 2,85 | 0,2332 |
| Bloque      |    | 103,37 |    | 2 | 51,69   | 5,66 | 0,1501 |
| Error       |    | 18,25  |    | 2 | 9,13    |      |        |
| Total       |    | 147,67 |    | 5 |         |      |        |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=7,20036

Error: 9,1267 gl: 2

| Tratamiento | Medias | n | E.E.   |
|-------------|--------|---|--------|
| CNM         | 27,07  | 3 | 1,74 A |
| CN          | 22,90  | 3 | 1,74 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

## OF INICIAL

| Variable   | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|------------|---|----------------|-------------------|-------|
| OF INICIAL | 6 | 0,65           | 0,13              | 10,21 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo      | 5,75 | 3  | 1,92 | 1,25 | 0,4723  |
| Tratamiento | 0,43 | 1  | 0,43 | 0,28 | 0,6498  |
| Bloque      | 5,32 | 2  | 2,66 | 1,74 | 0,3646  |
| Error       | 3,05 | 2  | 1,53 |      |         |
| Total       | 8,80 | 5  |      |      |         |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,94490

Error: 1,5267 gl: 2

| Tratamiento | Mediasn | E.E.     |
|-------------|---------|----------|
| CN          | 12,37   | 3 0,71 A |
| CNM         | 11,83   | 3 0,71 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

## OF INTER

| Variable | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|---|----------------|-------------------|------|
| OF INTER | 6 | 0,96           | 0,91              | 3,39 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F     | p-valor |
|-------------|------|----|------|-------|---------|
| Modelo      | 5,88 | 3  | 1,96 | 18,38 | 0,0521  |
| Tratamiento | 1,31 | 1  | 1,31 | 12,25 | 0,0728  |
| Bloque      | 4,57 | 2  | 2,29 | 21,44 | 0,0446  |
| Error       | 0,21 | 2  | 0,11 |       |         |
| Total       | 6,09 | 5  |      |       |         |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,77842

Error: 0,1067 gl: 2

| Tratamiento | Mediasn | E.E.     |
|-------------|---------|----------|
| CN          | 10,10   | 3 0,19 A |
| CNM         | 9,17    | 3 0,19 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

## OF FINAL

| Variable | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|---|----------------|-------------------|------|
| OF FINAL | 6 | 0,90           | 0,76              | 5,12 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC   | gl   | CM   | F    | p-valor |        |
|-------------|------|------|------|------|---------|--------|
| Modelo      |      | 4,05 | 3    | 1,35 | 6,27    | 0,1406 |
| Tratamiento |      | 1,22 | 1    | 1,22 | 5,65    | 0,1406 |
| Bloque      |      | 2,83 | 2    | 1,42 | 6,58    | 0,1319 |
| Error       | 0,43 | 2    | 0,21 |      |         |        |
| Total       | 4,48 | 5    |      |      |         |        |

#### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,10514

Error: 0,2150 gl: 2

| Tratamiento | Mediasn | E.E.     |
|-------------|---------|----------|
| CN          | 9,50    | 3 0,27 A |
| CNM         | 8,60    | 3 0,27 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

#### alt 1

| Variable | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|---|----------------|-------------------|-------|
| alt 1    | 6 | 0,55           | 0,00              | 14,22 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC   | gl   | CM   | F    | p-valor |        |
|-------------|------|------|------|------|---------|--------|
| Modelo      |      | 5,22 | 3    | 1,74 | 0,83    | 0,5871 |
| Tratamiento |      | 0,03 | 1    | 0,03 | 0,01    | 0,9205 |
| Bloque      |      | 5,19 | 2    | 2,60 | 1,24    | 0,4468 |
| Error       | 4,20 | 2    | 2,10 |      |         |        |
| Total       | 9,42 | 5    |      |      |         |        |

#### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,45192

Error: 2,0976 gl: 2

| Tratamiento | Mediasn | E.E.     |
|-------------|---------|----------|
| CNM         | 10,25   | 3 0,84 A |
| CN          | 10,12   | 3 0,84 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

#### Altura momento 2

| Variable | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|---|----------------|-------------------|-------|
| alt 2    | 6 | 0,54           | 0,00              | 10,40 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC   | gl   | CM   | F    | p-valor |        |
|-------------|------|------|------|------|---------|--------|
| Modelo      |      | 1,28 | 3    | 0,43 | 0,77    | 0,6073 |
| Tratamiento | 0,06 | 1    | 0,06 | 0,10 | 0,7770  |        |
| Bloque      |      | 1,22 | 2    | 0,61 | 1,10    | 0,4753 |
| Error       | 1,11 | 2    | 0,55 |      |         |        |
| Total       | 2,39 | 5    |      |      |         |        |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,77410

Error: 0,5541 gl: 2

| Tratamiento | Mediasn | E.E.     |
|-------------|---------|----------|
| CNM         | 7,26    | 3 0,43 A |
| CN          | 7,06    | 3 0,43 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

### Altura momento 3

| Variable | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|---|----------------|-------------------|-------|
| alt 3    | 6 | 0,63           | 0,07              | 13,68 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC   | gl   | CM   | F    | p-valor |        |
|-------------|------|------|------|------|---------|--------|
| Modelo      |      | 2,34 | 3    | 0,78 | 1,13    | 0,5018 |
| Tratamiento | 0,71 | 1    | 0,71 | 1,02 | 0,4187  |        |
| Bloque      |      | 1,64 | 2    | 0,82 | 1,18    | 0,4584 |
| Error       | 1,39 | 2    | 0,69 |      |         |        |
| Total       | 3,73 | 5    |      |      |         |        |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,98392

Error: 0,6929 gl: 2

| Tratamiento | Mediasn | E.E.     |
|-------------|---------|----------|
| CNM         | 6,43    | 3 0,48 A |
| CN          | 5,74    | 3 0,48 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

### Altura momento 4

| Variable | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|---|----------------|-------------------|-------|
| alt 4    | 6 | 0,71           | 0,27              | 19,80 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo      | 7,32  | 3  | 2,44 | 1,60 | 0,4068  |
| Tratamiento | 2,01  | 1  | 2,01 | 1,32 | 0,3700  |
| Bloque      | 5,31  | 2  | 2,66 | 1,74 | 0,3645  |
| Error       | 3,05  | 2  | 1,52 |      |         |
| Total       | 10,37 | 5  |      |      |         |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,94263**

Error: 1,5243 gl: 2

| Tratamiento | Mediasn | E.E.   |
|-------------|---------|--------|
| CN          | 6,81    | 0,71 A |
| CNM         | 5,66    | 0,71 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

**Análisis de la varianza**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| altura   | 24 | 0,92           | 0,68              | 15,19 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.                | SC    | gl | CM    | F     | p-valor (Error) |         |                 |
|---------------------|-------|----|-------|-------|-----------------|---------|-----------------|
| Modelo              | 83,61 | 17 | 4,92  | 3,87  | 0,0510          |         |                 |
| TRATAMIENTO         |       |    | 0,01  | 1     | 0,01            | 1,2E-03 | 0,9752 (BLOQUE) |
| BLOQUE              | 11,96 | 2  | 5,98  | 4,71  | 0,0589          |         |                 |
| TRATAMIENTO*BLOQUE  |       |    |       | 2,12  | 2               | 1,06    | 0,83 0,4789     |
| momento             | 65,32 | 3  | 21,77 | 17,15 | 0,0024          |         |                 |
| TRATAMIENTO*momento |       |    |       | 2,79  | 3               | 0,93    | 0,73 0,5693     |
| BLOQUE*momento      |       |    | 1,41  | 6     | 0,24            | 0,19    | 0,9702          |
| Error               | 7,62  | 6  | 1,27  |       |                 |         |                 |
| Total               | 91,22 | 23 |       |       |                 |         |                 |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,91394**

Error: 5,9789 gl: 2

| TRATAMIENTO | Mediasn | E.E.   |
|-------------|---------|--------|
| CN          | 7,43    | 0,71 A |
| CNM         | 7,40    | 0,71 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,87005**

Error: 1,2697 gl: 6

| momento | Mediasn | E.E.   |
|---------|---------|--------|
| 1       | 10,18   | 0,46 A |
| 2       | 7,16    | 0,46 B |

|   |      |   |      |   |
|---|------|---|------|---|
| 4 | 6,24 | 6 | 0,46 | B |
| 3 | 6,09 | 6 | 0,46 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=3,36237**

Error: 1,2697 gl: 6

| TRATAMIENTO |   | momento |   | Mediasn | E.E.  |
|-------------|---|---------|---|---------|-------|
| CNM         | 1 | 10,25   | 3 | 0,65    | A     |
| CN          | 1 | 10,12   | 3 | 0,65    | A B   |
| CNM         | 2 | 7,26    | 3 | 0,65    | A B C |
| CN          | 2 | 7,06    | 3 | 0,65    | A B C |
| CN          | 4 | 6,81    | 3 | 0,65    | B C   |
| CNM         | 3 | 6,43    | 3 | 0,65    | C     |
| CN          | 3 | 5,74    | 3 | 0,65    | C     |
| CNM         | 4 | 5,66    | 3 | 0,65    | C     |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Anexo 3

| comu  | Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Ai | CV    |
|-------|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| BLANQ | altmax   | 86 | 0,71           | 0,64              | 14,92 |

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.. !!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

| F.V.       | SC     | gl     | CM    | F     | p-valor (Error) |
|------------|--------|--------|-------|-------|-----------------|
| Modelo     |        | 204,68 | 16    | 12,79 | 10,32 <0,0001   |
| TRAT       | 0,61   | 1      | 0,61  | 0,04  | 0,8685 (BLO)    |
| BLO        | 34,48  | 2      | 17,24 | 13,91 | <0,0001         |
| TRAT*BLO   | 8,98   | 1      | 8,98  | 7,25  | 0,0089          |
| momen      |        | 75,83  | 3     | 25,28 | 20,39 <0,0001   |
| TRAT*momen | 5,87   | 3      | 1,96  | 1,58  | 0,2023          |
| BLO*momen  | 78,91  | 6      | 13,15 | 10,61 | <0,0001         |
| Error      | 85,53  | 69     | 1,24  |       |                 |
| Total      | 290,21 | 85     |       |       |                 |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,67310**

Error: 17,2396 gl: 2

| TRAT | Mediasn | E.E.   |
|------|---------|--------|
| CN   | 6,97 52 | 0,69 A |
| CNM  | 6,88 34 | 0,81 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,90183

Error: 1,2395 gl: 69

| momen | Mediasn | E.E.   |
|-------|---------|--------|
| 1     | 8,68 35 | 0,19 A |
| 2     | 6,67 26 | 0,22 B |
| 3     | 6,55 16 | 0,30 B |
| 4     | 5,82 9  | 0,39 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,58396

Error: 1,2395 gl: 69

| TRAT | momen | Mediasn | E.E.     |
|------|-------|---------|----------|
| CN   | 1     | 9,00 21 | 0,25 A   |
| CNM  | 1     | 8,22 14 | 0,30 A B |
| CN   | 2     | 6,94 16 | 0,28 B C |
| CNM  | 3     | 6,75 6  | 0,47 B C |
| CN   | 3     | 6,42 10 | 0,37 C   |
| CNM  | 4     | 6,28 4  | 0,56 C   |
| CNM  | 2     | 6,26 10 | 0,36 C   |
| CN   | 4     | 5,51 5  | 0,53 C   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Nueva tabla\_1 : 21/7/2022 - 10:51:03 - [Versión : 30/4/2020]

### Análisis de la varianza

| comu | trat | Variable  | N    | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV |
|------|------|-----------|------|----------------|-------------------|----|
| LEG  | CNM  | altmax 50 | 0,77 | 0,75           | 15,47             |    |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.   | SC     | gl | CM     | F     | p-valor |
|--------|--------|----|--------|-------|---------|
| Modelo | 501,43 | 5  | 100,29 | 29,77 | <0,0001 |
| blo    | 113,28 | 2  | 56,64  | 16,81 | <0,0001 |
| momen  | 389,47 | 3  | 129,82 | 38,54 | <0,0001 |
| Error  | 148,22 | 44 | 3,37   |       |         |
| Total  | 649,65 | 49 |        |       |         |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,08352

Error: 3,3687 gl: 44

| momen | Mediasn  | E.E.     |
|-------|----------|----------|
| 1     | 15,02 20 | 0,41 A   |
| 2     | 10,15 16 | 0,46 B   |
| 3     | 9,09 10  | 0,59 B C |
| 4     | 7,73 4   | 0,92 C   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu | trat | Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|------|------|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| PROF | CN   | altmax   | 51 | 0,72           | 0,69              | 20,35 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.   | SC     | gl | CM     | F     | p-valor |
|--------|--------|----|--------|-------|---------|
| Modelo | 623,23 | 5  | 124,65 | 23,20 | <0,0001 |
| blo    | 243,85 | 2  | 121,92 | 22,69 | <0,0001 |
| momen  | 407,72 | 3  | 135,91 | 25,29 | <0,0001 |
| Error  | 241,80 | 45 | 5,37   |       |         |
| Total  | 865,03 | 50 |        |       |         |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,48347

Error: 5,3734 gl: 45

| momen | Mediasn  | E.E.     |
|-------|----------|----------|
| 1     | 14,26 20 | 0,52 A   |
| 2     | 9,88 16  | 0,58 B   |
| 3     | 8,14 10  | 0,74 B C |
| 4     | 6,66 5   | 1,04 C   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu  | trat | Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------|------|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| BLANQ | CN   | altmax   | 52 | 0,40           | 0,33              | 20,81 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.   | SC     | gl | CM    | F    | p-valor |
|--------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 74,57  | 5  | 14,91 | 6,07 | 0,0002  |
| blo    | 13,59  | 2  | 6,80  | 2,76 | 0,0735  |
| momen  | 63,35  | 3  | 21,12 | 8,59 | 0,0001  |
| Error  | 113,06 | 46 | 2,46  |      |         |
| Total  | 187,64 | 51 |       |      |         |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,67374

Error: 2,4579 gl: 46

| momen | Mediasn | E.E. |
|-------|---------|------|
|-------|---------|------|

|   |      |    |      |   |   |
|---|------|----|------|---|---|
| 1 | 8,78 | 21 | 0,35 | A |   |
| 2 | 7,11 | 16 | 0,39 | A | B |
| 3 | 6,57 | 10 | 0,50 |   | B |
| 4 | 5,61 | 5  | 0,70 |   | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu trat | Variable | N         | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------|----------|-----------|----------------|-------------------|-------|
| BLANQ     | CNM      | altmax 34 | 0,50           | 0,43              | 18,08 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.   | SC     | gl    | CM    | F     | p-valor |        |
|--------|--------|-------|-------|-------|---------|--------|
| Modelo |        | 50,59 | 4     | 12,65 | 7,14    | 0,0004 |
| blo    | 32,29  | 1     | 32,29 | 18,23 | 0,0002  |        |
| momen  |        | 18,35 | 3     | 6,12  | 3,45    | 0,0292 |
| Error  | 51,37  | 29    | 1,77  |       |         |        |
| Total  | 101,96 | 33    |       |       |         |        |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,73042

Error: 1,7714 gl: 29

| momen | Mediasn |    | E.E. |   |   |
|-------|---------|----|------|---|---|
| 1     | 8,04    | 14 | 0,36 | A |   |
| 3     | 6,92    | 6  | 0,55 | A | B |
| 2     | 6,51    | 10 | 0,42 | A | B |
| 4     | 6,28    | 4  | 0,67 |   | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu trat | Variable | N         | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------|----------|-----------|----------------|-------------------|-------|
| QUADRI    | CN       | altmax 52 | 0,85           | 0,84              | 13,77 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.   | SC      | gl      | CM     | F      | p-valor |         |
|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|
| Modelo |         | 2737,83 | 5      | 547,57 | 52,78   | <0,0001 |
| blo    | 505,12  | 2       | 252,56 | 24,34  | <0,0001 |         |
| momen  |         | 2348,90 | 3      | 782,97 | 75,47   | <0,0001 |
| Error  | 477,23  | 46      | 10,37  |        |         |         |
| Total  | 3215,06 | 51      |        |        |         |         |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=3,43863

Error: 10,3745 gl: 46

| momen | Mediasn |    | E.E. |   |   |
|-------|---------|----|------|---|---|
| 1     | 31,42   | 21 | 0,71 | A |   |
| 2     | 21,54   | 16 | 0,81 |   | B |

|   |       |    |      |  |   |
|---|-------|----|------|--|---|
| 3 | 17,42 | 10 | 1,03 |  | C |
| 4 | 12,39 | 5  | 1,45 |  | D |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )*

| comu trat | Variable   | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------|------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GRAM C4   | CNM altmax | 20 | 0,65           | 0,59              | 17,47 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.   | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
|--------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo | 158,66 | 3  | 52,89 | 10,11 | 0,0006  |
| blo    | 0,00   | 0  | 0,00  | sd    | sd      |
| momen  | 158,66 | 3  | 52,89 | 10,11 | 0,0006  |
| Error  | 83,71  | 16 | 5,23  |       |         |
| Total  | 242,37 | 19 |       |       |         |

### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,10886

Error: 5,2320 gl: 16

| momen | Mediasn | E.E.   |
|-------|---------|--------|
| 1     | 15,47 8 | 0,81 A |
| 2     | 14,04 6 | 0,93 A |
| 3     | 9,72 4  | 1,14 B |
| 4     | 7,50 2  | 1,62 B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )*

| comu  | Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| BLANQ | atllam   | 80 | 0,64           | 0,55              | 16,09 |

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados.. !!*

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V.       | SC    | gl | CM   | F     | p-valor (Error) |
|------------|-------|----|------|-------|-----------------|
| Modelo     | 37,02 | 16 | 2,31 | 7,11  | <0,0001         |
| TRAT       | 4,41  | 1  | 4,41 | 2,07  | 0,2872 (BLO)    |
| BLO        | 4,27  | 2  | 2,14 | 6,56  | 0,0026          |
| TRAT*BLO   | 3,49  | 1  | 3,49 | 10,73 | 0,0017          |
| momen      | 15,34 | 3  | 5,11 | 15,72 | <0,0001         |
| TRAT*momen | 2,36  | 3  | 0,79 | 2,42  | 0,0744          |
| BLO*momen  | 7,14  | 6  | 1,19 | 3,66  | 0,0035          |
| Error      | 20,50 | 63 | 0,33 |       |                 |
| Total      | 57,52 | 79 |      |       |                 |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,97899**

Error: 2,1357 gl: 2

| TRAT | Mediasn | E.E. |   |
|------|---------|------|---|
| CN   | 3,47 49 | 0,25 | A |
| CNM  | 3,08 31 | 0,31 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )***Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,48530**

Error: 0,3253 gl: 63

| momen | Mediasn | E.E. |   |
|-------|---------|------|---|
| 1     | 4,01 34 | 0,10 | A |
| 2     | 3,11 23 | 0,12 | B |
| 3     | 3,08 15 | 0,16 | B |
| 4     | 3,05 8  | 0,22 | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )***Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,86082**

Error: 0,3253 gl: 63

| TRAT | momen | Mediasn | E.E. |   |
|------|-------|---------|------|---|
| CN   | 1     | 4,36 21 | 0,13 | A |
| CNM  | 1     | 3,49 13 | 0,16 | B |
| CN   | 2     | 3,32 14 | 0,16 | B |
| CN   | 3     | 3,13 9  | 0,20 | B |
| CN   | 4     | 3,06 5  | 0,27 | B |
| CNM  | 4     | 3,04 3  | 0,34 | B |
| CNM  | 3     | 3,00 6  | 0,24 | B |
| CNM  | 2     | 2,81 9  | 0,19 | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )*

Nueva tabla\_2 : 21/7/2022 - 11:28:55 - [Versión : 30/4/2020]

**Análisis de la varianza**

| comu | trat | Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|------|------|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| LEG  | CNM  | altlam   | 50 | 0,71           | 0,68              | 22,36 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
|--------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo | 219,13 | 5  | 43,83 | 21,51 | <0,0001 |
| blo    | 63,45  | 2  | 31,73 | 15,57 | <0,0001 |
| momen  | 161,29 | 3  | 53,76 | 26,39 | <0,0001 |
| Error  | 89,64  | 44 | 2,04  |       |         |

Total 308,76 49

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,48423**

Error: 2,0372 gl: 44

| momen | Mediasn | E.E. |   |
|-------|---------|------|---|
| 1     | 8,36 20 | 0,32 | A |
| 2     | 5,52 14 | 0,38 | B |
| 3     | 4,23 10 | 0,46 | B |
| 4     | 4,21 6  | 0,58 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu trat | Variable  | N    | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV |
|-----------|-----------|------|----------------|-------------------|----|
| PROF CN   | altlam 52 | 0,74 | 0,71           | 22,40             |    |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
|--------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo | 266,80 | 5  | 53,36 | 25,76 | <0,0001 |
| blo    | 90,56  | 2  | 45,28 | 21,86 | <0,0001 |
| momen  | 190,26 | 3  | 63,42 | 30,61 | <0,0001 |
| Error  | 95,30  | 46 | 2,07  |       |         |
| Total  | 362,10 | 51 |       |       |         |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,55328**

Error: 2,0717 gl: 46

| momen | Mediasn | E.E. |     |
|-------|---------|------|-----|
| 1     | 8,32 22 | 0,31 | A   |
| 2     | 5,25 16 | 0,36 | B   |
| 3     | 4,10 9  | 0,48 | B C |
| 4     | 3,43 5  | 0,65 | C   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu trat | Variable     | N    | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV |
|-----------|--------------|------|----------------|-------------------|----|
| BLANQ     | CN altlam 49 | 0,45 | 0,39           | 17,69             |    |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC    | gl | CM   | F     | p-valor |
|--------|-------|----|------|-------|---------|
| Modelo | 15,61 | 5  | 3,12 | 7,16  | 0,0001  |
| blo    | 0,25  | 2  | 0,12 | 0,28  | 0,7560  |
| momen  | 15,55 | 3  | 5,18 | 11,89 | <0,0001 |
| Error  | 18,74 | 43 | 0,44 |       |         |
| Total  | 34,35 | 48 |      |       |         |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,72331**

Error: 0,4359 gl: 43

| momen | Mediasn |    | E.E.   |
|-------|---------|----|--------|
| 1     | 4,37    | 21 | 0,14 A |
| 2     | 3,36    | 14 | 0,18 B |
| 3     | 3,15    | 9  | 0,22 B |
| 4     | 3,07    | 5  | 0,30 B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )*

| comu trat | Variable | N      | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |       |
|-----------|----------|--------|----------------|-------------------|------|-------|
| BLANQ     | CNM      | altlam | 31             | 0,53              | 0,45 | 18,00 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC    | gl | CM   | F     | p-valor |
|--------|-------|----|------|-------|---------|
| Modelo | 9,86  | 4  | 2,46 | 7,20  | 0,0005  |
| blo    | 7,94  | 1  | 7,94 | 23,22 | 0,0001  |
| momen  | 2,15  | 3  | 0,72 | 2,10  | 0,1247  |
| Error  | 8,89  | 26 | 0,34 |       |         |
| Total  | 18,75 | 30 |      |       |         |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,82681**

Error: 0,3420 gl: 26

| momen | Mediasn |    | E.E.   |
|-------|---------|----|--------|
| 1     | 3,46    | 13 | 0,16 A |
| 4     | 3,12    | 3  | 0,34 A |
| 3     | 3,04    | 6  | 0,24 A |
| 2     | 2,85    | 9  | 0,20 A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )*

| comu trat | Variable | N      | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |       |
|-----------|----------|--------|----------------|-------------------|------|-------|
| QUADRI    | CN       | altlam | 52             | 0,84              | 0,82 | 18,47 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC      | gl | CM     | F     | p-valor |
|--------|---------|----|--------|-------|---------|
| Modelo | 2134,31 | 5  | 426,86 | 47,35 | <0,0001 |
| blo    | 316,37  | 2  | 158,18 | 17,55 | <0,0001 |
| momen  | 1886,52 | 3  | 628,84 | 69,76 | <0,0001 |
| Error  | 414,66  | 46 | 9,01   |       |         |
| Total  | 2548,96 | 51 |        |       |         |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=3,20529**

Error: 9,0143 gl: 46

| momen | Mediasn |    | E.E. |
|-------|---------|----|------|
| 1     | 23,75   | 21 | 0,66 |
| 2     | 13,34   | 16 | 0,75 |
| 3     | 11,21   | 10 | 0,96 |
| 4     | 8,14    | 5  | 1,35 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu trat | Variable | N     | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |       |
|-----------|----------|-------|----------------|-------------------|------|-------|
| GRAM C4   | CNM      | atlam | 20             | 0,81              | 0,78 | 13,87 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.   | SC    | gl    | CM   | F     | p-valor       |
|--------|-------|-------|------|-------|---------------|
| Modelo |       | 60,29 | 3    | 20,10 | 23,33 <0,0001 |
| blo    | 0,00  | 0     | 0,00 | sd    | sd            |
| momen  |       | 60,29 | 3    | 20,10 | 23,33 <0,0001 |
| Error  | 13,79 | 16    | 0,86 |       |               |
| Total  | 74,08 | 19    |      |       |               |

### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,66737

Error: 0,8616 gl: 16

| momen | Mediasn |   | E.E. |
|-------|---------|---|------|
| 1     | 8,28    | 8 | 0,33 |
| 2     | 7,13    | 6 | 0,38 |
| 3     | 4,22    | 4 | 0,46 |
| 4     | 4,00    | 2 | 0,66 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu  | Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| BLANQ | altvai   | 87 | 0,77           | 0,71              | 41,95 |

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V.     | SC    | gl    | CM   | F     | p-valor (Error) |
|----------|-------|-------|------|-------|-----------------|
| Modelo   |       | 59,61 | 16   | 3,73  | 14,31 <0,0001   |
| TRAT     | 0,32  | 1     | 0,32 | 0,05  | 0,8403 (BLO)    |
| BLO      | 12,21 | 2     | 6,10 | 23,45 | <0,0001         |
| TRAT*BLO | 0,01  | 1     | 0,01 | 0,05  | 0,8295          |
| momen    |       | 16,25 | 3    | 5,42  | 20,81 <0,0001   |

|            |       |    |      |       |         |
|------------|-------|----|------|-------|---------|
| TRAT*momen | 2,54  | 3  | 0,85 | 3,25  | 0,0268  |
| BLO*momen  | 28,28 | 6  | 4,71 | 18,11 | <0,0001 |
| Error      | 18,22 | 70 | 0,26 |       |         |
| Total      | 77,83 | 86 |      |       |         |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,58457**

Error: 6,1034 gl: 2

| TRAT | Mediasn | E.E. |   |
|------|---------|------|---|
| CN   | 1,22 53 | 0,39 | A |
| CNM  | 1,12 34 | 0,48 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,40417**

Error: 0,2603 gl: 70

| momen | Mediasn | E.E. |   |
|-------|---------|------|---|
| 3     | 1,87 16 | 0,14 | A |
| 1     | 1,15 36 | 0,09 | B |
| 4     | 0,85 10 | 0,16 | B |
| 2     | 0,84 25 | 0,10 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,71414**

Error: 0,2603 gl: 70

| TRAT | momen | Mediasn | E.E. |   |   |   |
|------|-------|---------|------|---|---|---|
| CN   | 3     | 2,10 10 | 0,17 | A |   |   |
| CNM  | 3     | 1,53 6  | 0,22 | A | B |   |
| CNM  | 1     | 1,26 14 | 0,14 |   | B | C |
| CN   | 1     | 1,08 22 | 0,11 |   | B | C |
| CNM  | 4     | 0,97 4  | 0,26 |   | B | C |
| CN   | 2     | 0,92 15 | 0,13 |   | B | C |
| CN   | 4     | 0,78 6  | 0,21 |   |   | C |
| CNM  | 2     | 0,73 10 | 0,16 |   |   | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Nueva tabla\_3 : 21/7/2022 - 11:53:35 - [Versión : 30/4/2020]

**Análisis de la varianza**

| comu | trat | Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|------|------|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| LEG  | CNM  | altvai   | 48 | 0,69           | 0,65              | 28,21 |

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V.   | SC    | gl    | CM   | F    | p-valor       |
|--------|-------|-------|------|------|---------------|
| Modelo |       | 29,24 | 5    | 5,85 | 18,28 <0,0001 |
| blo    | 6,09  | 2     | 3,04 | 9,51 | 0,0004        |
| momen  |       | 23,15 | 3    | 7,72 | 24,12 <0,0001 |
| Error  | 13,44 | 42    | 0,32 |      |               |
| Total  | 42,67 | 47    |      |      |               |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,64921

Error: 0,3200 gl: 42

| momen | Mediasn | E.E.   |
|-------|---------|--------|
| 1     | 2,56 20 | 0,13 A |
| 2     | 2,18 14 | 0,15 A |
| 4     | 1,03 4  | 0,28 B |
| 3     | 0,82 10 | 0,18 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu | trat | Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|------|------|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| PROF | CN   | altvai   | 51 | 0,32           | 0,25              | 39,28 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.   | SC    | gl    | CM   | F    | p-valor     |
|--------|-------|-------|------|------|-------------|
| Modelo |       | 15,05 | 5    | 3,01 | 4,33 0,0027 |
| blo    | 8,08  | 2     | 4,04 | 5,82 | 0,0057      |
| momen  |       | 7,74  | 3    | 2,58 | 3,72 0,0180 |
| Error  | 31,26 | 45    | 0,69 |      |             |
| Total  | 46,31 | 50    |      |      |             |

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,89298

Error: 0,6947 gl: 45

| momen | Mediasn | E.E.   |
|-------|---------|--------|
| 1     | 2,35 20 | 0,19 A |
| 3     | 2,16 10 | 0,27 A |
| 2     | 1,95 16 | 0,21 A |
| 4     | 0,99 5  | 0,37 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu  | trat | Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------|------|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| BLANQ | CN   | altvai   | 53 | 0,40           | 0,34              | 74,12 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.   | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 27,71 | 5  | 5,54 | 6,31 | 0,0001  |
| blo    | 10,35 | 2  | 5,17 | 5,89 | 0,0052  |
| momen  | 15,85 | 3  | 5,28 | 6,01 | 0,0015  |
| Error  | 41,30 | 47 | 0,88 |      |         |
| Total  | 69,00 | 52 |      |      |         |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,96114**

Error: 0,8786 gl: 47

| momen | Mediasn | E.E.   |
|-------|---------|--------|
| 3     | 2,36 10 | 0,30 A |
| 1     | 1,04 22 | 0,20 B |
| 2     | 0,94 15 | 0,24 B |
| 4     | 0,78 6  | 0,38 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu trat | Variable   | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------|------------|----|----------------|-------------------|-------|
| BLANQ     | CNM altvai | 34 | 0,39           | 0,30              | 37,17 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 3,30 | 4  | 0,83 | 4,59 | 0,0054  |
| blo    | 0,27 | 1  | 0,27 | 1,52 | 0,2277  |
| momen  | 2,94 | 3  | 0,98 | 5,46 | 0,0042  |
| Error  | 5,21 | 29 | 0,18 |      |         |
| Total  | 8,51 | 33 |      |      |         |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,55108**

Error: 0,1797 gl: 29

| momen | Mediasn | E.E.     |
|-------|---------|----------|
| 3     | 1,60 6  | 0,17 A   |
| 1     | 1,23 14 | 0,11 A B |
| 4     | 0,97 4  | 0,21 B   |
| 2     | 0,76 10 | 0,13 B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu trat | Variable  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------|-----------|----|----------------|-------------------|-------|
| QUADRI    | CN altvai | 51 | 0,66           | 0,62              | 25,08 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
|--------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo | 165,94 | 5  | 33,19 | 17,23 | <0,0001 |

|       |        |    |       |       |         |
|-------|--------|----|-------|-------|---------|
| blo   | 32,57  | 2  | 16,28 | 8,45  | 0,0008  |
| momen | 125,62 | 3  | 41,87 | 21,74 | <0,0001 |
| Error | 86,69  | 45 | 1,93  |       |         |
| Total | 252,63 | 50 |       |       |         |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,57386**

Error: 1,9263 gl: 45

| momen | Mediasn | E.E. |
|-------|---------|------|
| 1     | 7,00    | 0,30 |
| 2     | 6,13    | 0,36 |
| 4     | 3,76    | 0,70 |
| 3     | 3,03    | 0,44 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

| comu trat | Variable   | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------|------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GRAM C4   | CNM altvai | 19 | 0,68           | 0,62              | 17,76 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC    | gl | CM   | F     | p-valor |
|--------|-------|----|------|-------|---------|
| Modelo | 7,67  | 3  | 2,56 | 10,67 | 0,0005  |
| blo    | 0,00  | 0  | 0,00 | sd    | sd      |
| momen  | 7,67  | 3  | 2,56 | 10,67 | 0,0005  |
| Error  | 3,59  | 15 | 0,24 |       |         |
| Total  | 11,26 | 18 |      |       |         |

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,91889**

Error: 0,2396 gl: 15

| momen | Mediasn | E.E. |
|-------|---------|------|
| 2     | 3,50    | 0,20 |
| 1     | 2,75    | 0,17 |
| 4     | 2,25    | 0,35 |
| 3     | 1,63    | 0,28 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )