

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CAMBIOS ESTRUCTURALES DE LA COMUNIDAD DE CAMPO
NATURAL SOMETIDO A PASTOREO ROTATIVO CON LA INTRODUCCIÓN DE
LEGUMINOSAS

por

Romina BRITOS BLANES

Gonzalo MINUTTI BOZZO

Agustín RESENDE COITINHO

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO

URUGUAY

2022

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. (MSc.) Felipe Casalás Mouriño

Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Pablo Boggiano Otón

Ing. Agr. (MSc.) Martín Claramunt

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

Fecha: 1 de abril de 2022

Autores: -----

Romina Britos Blanes

Gonzalo Minutti Bozzo

Agustín Resende Coitinho

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente a nuestro director de tesis Ing. Agr. (MSc.) Felipe Casalás Mouriño por su gran dedicación, compromiso y apoyo permanente para la realización de esta investigación.

Agradecemos a los co-tutores por los valiosos aportes y la excelente disposición: Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Pablo Boggiano Otón, Ing. Agr. (MSc.) Ramiro Zanoniani Correa y Ing. Agr. (MSc.) Nicolás Caram Fernández Villanueva.

Agradecemos a la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni por brindarnos las instalaciones y materiales necesarios.

A nuestras familias por el apoyo incondicional que nos han brindado durante toda la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| PÁGINA DE APROBACIÓN..... | II |
| AGRADECIMIENTOS | III |
| LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES..... | VI |
| | |
| 1. <u>INTRODUCCIÓN</u> | 1 |
| 1.1. <u>OBJETIVOS</u> | 1 |
| 1.1.1. <u>Objetivo general</u> | 1 |
| 1.1.2. <u>Objetivos específicos</u> | 1 |
| 2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> | 3 |
| 2.1. <u>CARACTERIZACIÓN DEL CAMPO NATURAL</u> | 3 |
| 2.1.1. <u>Antecedentes</u> | 3 |
| 2.1.2. <u>Generalidades de las pasturas</u> | 3 |
| 2.2. <u>INTRODUCCIÓN DE ESPECIES</u> | 6 |
| 2.3. <u>ESTUDIO DE LA INTERFAZ PLANTA- ANIMAL</u> | 8 |
| 2.3.1. <u>Elección de los sitios de pastoreo</u> | 8 |
| 2.3.2. <u>Resistencia de las plantas al efecto del pastoreo</u> | 10 |
| 2.4. <u>MANEJO DEL PASTOREO</u> | 13 |
| 2.4.1. <u>Intensidad de pastoreo</u> | 13 |
| 2.4.2. <u>Frecuencia de pastoreo</u> | 14 |
| 2.4.3. <u>Efecto del pastoreo rotativo</u> | 14 |
| 2.4.4. <u>Efecto de la oferta de forraje</u> | 16 |
| 2. 5. <u>HIPÓTESIS</u> | 17 |
| 3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> | 18 |
| 3.1. <u>CONDICIONES EXPERIMENTALES</u> | 18 |
| 3.1.1. <u>Localización y clima</u> | 18 |
| 3.1.2. <u>Sitio experimental</u> | 18 |
| 3.1.3. <u>Tratamientos</u> | 19 |
| 3.2. <u>METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</u> | 20 |
| 3.3. <u>VARIABLES ESTUDIADAS DURANTE EL PERÍODO EXPERIMENTAL</u> .. | 20 |

| | |
|--|----|
| 3.3.1. <u>Caracterización florística</u> | 20 |
| 3.3.2. <u>Valor pastoral</u> | 21 |
| 3.3.3. <u>Relación verde-seco</u> | 21 |
| 3.3.4. <u>Frecuencia e intensidad de defoliación</u> | 21 |
| 3.3.5. <u>Altura del pasto disponible al inicio y altura remanente</u> | 22 |
| 3.3.6. <u>Evolución de la altura de la pastura</u> | 22 |
| 3.4. <u>HIPÓTESIS ESTADÍSTICA</u> | 23 |
| 3.5. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u> | 23 |
| 4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> | 25 |
| 4.1. <u>CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA</u> | 25 |
| 4.1.1. <u>Temperatura y precipitaciones</u> | 25 |
| 4.1.2. <u>Balace hídrico</u> | 26 |
| 4.2. <u>ESTUDIO DE CAMBIOS ESTRUCTURALES DE LA PASTURA</u> | 27 |
| 4.2.1. <u>Estudio de cambios estructurales de la pastura a nivel parcela</u> | 27 |
| 4.2.2. <u>Estudio de cambios estructurales de la pastura a nivel transecta</u> | 35 |
| 4.2.3. <u>Estudio de la frecuencia e intensidad de defoliación a nivel sitio</u> | 46 |
| 5. <u>CONCLUSIONES</u> | 52 |
| 6. <u>RESUMEN</u> | 53 |
| 7. <u>SUMMARY</u> | 54 |
| 8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> | 55 |
| 9. <u>ANEXOS</u> | 63 |

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

| Cuadro No. | Página |
|--|--------|
| 1. Fechas correspondientes a cada momento de medición durante la fase de ocupación y fase de descanso de la pastura en el período experimental..... | 20 |
| 2. Escala de índice pastoral (IP) según el tipo productivo (TP)..... | 21 |
| 3. Proporción de defoliación de la lámina, según escala..... | 22 |
| 4. Distancia de los conglomerados a bebederos, según escala..... | 24 |
| 5. Grupo de suelos, según profundidad y fertilidad natural..... | 24 |
| Figura No. | |
| 1. Mapa de suelos del sitio experimental, escala 1:5000, representando las transectas en cada tratamiento..... | 18 |
| 2. Croquis del área experimental representando los tres bloques y los tratamientos correspondientes a campo natural y campo natural mejorado..... | 19 |
| Gráfico No. | |
| 1. Temperaturas medias y precipitaciones acumuladas promedio, para la serie histórica 1980-2009 durante el período de diciembre del 2019 y mayo del 2020..... | 25 |
| 2. Evolución del almacenaje de agua en suelo, evapotranspiración del cultivo (ETc), evapotranspiración real (ETR), momentos de excesos y deficiencias hídricas, durante el período de experimentación..... | 27 |

| | |
|---|----|
| 3. Evolución de la oferta de forraje (kgMS/ 100 kgPV) en función de los 5 momentos de muestreo, durante los días de ocupación, para cada tratamiento y sus repeticiones..... | 28 |
| 4. Evolución de la altura promedio de la pastura para los tres bloques y sus repeticiones, durante la fase de ocupación (momentos del 1 al 5) y en la fase de descanso (momentos 6D al 9D)..... | 29 |
| 5. Evolución de la altura promedio del bloque 3, para cada tratamiento, durante la fase de ocupación (momentos del 1 al 5) y la fase de descanso (momentos 6D al 9D)..... | 31 |
| 6. Evolución de la altura promedio del bloque 4, para cada tratamiento, durante la fase de ocupación (momentos del 1 al 5) y la fase de descanso (momentos 6D al 9D)..... | 33 |
| 7. Evolución de la altura promedio del bloque 1, para cada tratamiento, durante la fase de ocupación (momentos del 1 al 5) y la fase de descanso (momentos 6D al 9D)..... | 34 |
| 8. Altura promedio de la pastura para los tres bloques y sus tratamientos, en el período de ocupación..... | 35 |
| 9. Altura promedio de la pastura para ambos tratamientos y sus repeticiones, en cada momento de medición, durante el período de ocupación..... | 36 |
| 10. Proporción de forraje verde promedio de la pastura para los tres bloques y sus repeticiones, durante el período de ocupación..... | 37 |
| 11. Proporción de forraje verde promedio de la pastura para ambos tratamientos y sus repeticiones, durante el período de ocupación de la pastura..... | 38 |
| 12. Valor pastoral promedio de la pastura para los tres bloques y sus repeticiones..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 13. Valor pastoral promedio de la pastura para el bloque 3, en cada tratamiento, durante la fase de ocupación..... | 40 |
| 14. Valor pastoral promedio de la pastura para el bloque 4, en cada tratamiento, durante la fase de ocupación..... | 41 |
| 15. Valor pastoral promedio de la pastura para el bloque 1, en cada tratamiento, durante la fase de ocupación..... | 42 |
| 16. Box plot correspondiente a alturas promedio de transectas en bloque 3, para cada momento de medición..... | 43 |
| 17. Box plot correspondiente a alturas promedio de transectas en bloque 4, para cada momento de medición..... | 44 |
| 18. Box plot correspondiente a alturas promedio de transectas en bloque 1, para cada momento de medición..... | 45 |
| 19. Gráfico de estrellas representando los cuatro conglomerados resultantes en campo natural contemplando los tres bloques..... | 46 |
| 20. Gráfico de estrellas representando los cuatro conglomerados resultantes en campo natural mejorado contemplando los tres bloques..... | 49 |

1. INTRODUCCIÓN

Uruguay posee una superficie terrestre de 16 millones de hectáreas aproximadamente, de las cuales más del 60% corresponde a campo natural (MGAP. DIEA, 2011). La gran relevancia que se atribuye a éste, es consecuencia de los servicios ecosistémicos que ofrece, tanto para la conservación del recurso suelo, suministro de agua de buena calidad, captura de carbono, entre otros, pero principalmente por constituir la base forrajera sobre la cual se desarrolla la actividad agropecuaria. El uso irracional de este recurso genera consecuencias negativas, problemática a la cual se enfrentan los sistemas ganaderos. El sobrepastoreo entre otras prácticas, conlleva a la reducción o incluso eliminación de especies valiosas, aumentando el riesgo de pérdidas de suelo, compactación y otros factores negativos. Sin embargo, existen alternativas para revertir dicha problemática sin el agregado de insumos externos tales como el ajuste de carga, uso de pastoreo rotativo, permitiendo a la pastura períodos de descanso para su recuperación. Otra alternativa, son los mejoramientos en cobertura de especies y también la incorporación de nutrientes a través de la fertilización principalmente de nitrógeno y fósforo.

Con el fin de conocer la dinámica de la estructura vegetal del campo natural sometido a pastoreo rotativo, se determina la frecuencia con la que los animales visitan los sitios de pastoreo, así como también, la intensidad con que éstos remueven el horizonte pastoreado. A partir de lo mencionado anteriormente, se podrá inferir acerca del comportamiento ingestivo de los animales en los tratamientos de campo natural y campo natural mejorado con introducción de leguminosas. Asimismo, luego de llevarse a cabo el período de pastoreo y al iniciar el período descanso, se continuará monitoreando la pastura con la finalidad de evaluar su capacidad de rebrote.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Evaluar la dinámica del tapiz vegetal en función de las variables frecuencia e intensidad de pastoreo a través de la desaparición y posterior recuperación de la estructura del campo natural y campo natural mejorado con el agregado de nutrientes y leguminosas bajo pastoreo rotativo.

1.1.2. Objetivos específicos

Evaluar el efecto de diferentes tipos de manchas de la pastura en la definición de la frecuencia e intensidad de defoliación.

Medir la capacidad de rebrote del forraje remanente con el agregado de nutrientes y leguminosas.

Evaluar el crecimiento de la pastura en ambos tratamientos a partir de la altura remanente, a modo de determinar el efecto de la incorporación de leguminosas y nutrientes en campo natural mejorado en contraste a campo natural.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERIZACIÓN DEL CAMPO NATURAL

2.1.1. Antecedentes

Según Rosengurtt (1979) la vegetación existente en Uruguay era arbustiva y subarbustiva de pastos altos. Con la introducción del ganado, se produjeron cambios drásticos en el paisaje, viéndose modificado el tapiz vegetal y predominio de especies que se adaptaron al pastoreo y pisoteo animal. Millot (1997) describió de igual forma el desequilibrio del clímax al ingresar con rumiantes domésticos, los cuales ejercieron presión sobre la sobrevivencia, la selección y adaptación de los pastos creando así un nuevo equilibrio en las pasturas naturales llamado disclimax pastoril.

Las pasturas naturales fueron caracterizadas por Millot et al. (1987) como comunidades vegetales, compuestas en su mayoría por numerosas especies de la familia de las gramíneas, compuestas, leguminosas y ciperáceas en menor medida. Según los autores las plantas colonizan la superficie del suelo a partir de las condiciones que éste y el clima proporcionan a cada familia, formando un mosaico constituido por numerosas especies, cada una con su hábito de vida (anuales y perennes), adaptadas al ambiente y al manejo realizado sobre dichas plantas.

Debido a que Uruguay se ubica entre latitudes intermedias (30°- 35°) implica que sea difícil establecer con claridad el hábito de vida de las pasturas, ya que se pueden apreciar cuatro estaciones bien marcadas en el período de un año. Existen especies con ciclo de vida invernal o estival, y en menor proporción plantas de ciclo indefinido. Muchos de los pastos naturales sobreviven todo el año, independiente del ciclo de vida que posean (Rosengurtt, 1979).

2.1.2. Generalidades de las pasturas

2.1.2.1. Morfofisiología de plantas forrajeras

La accesibilidad de los animales al forraje está dada por los caracteres morfofisiológicos que determinan la arquitectura de las plantas. La capacidad de soporte de una pastura también está dada por las características morfofisiológicas (Nabinger y De Faccio Carvalho, 2009).

Cangiano (1996) señala que la morfología que presenta una única planta puede afectar la estructura y funcionamiento de una población o de una comunidad de plantas, debido a interacciones de competencia entre individuos de distintas especies como de la misma especie.

2.1.2.2. Morfología y desarrollo de las gramíneas

El fitómero es la unidad básica de una planta, compuesta por nudo, entrenudo, yema axilar, vaina y lámina en el caso de las gramíneas, o nudo, entrenudo, yemas axilares, estípulas, pecíolo y foliolos en el caso de las leguminosas (Nabinger, 1998).

Según Cangiano (1996) los segmentos denominados fitómeros, se insertan uno sobre otro formando lo que se denomina como: “macollo”. Es decir que cada macollo está formado por una serie de fitómeros. Las gramíneas están conformadas por uno o más macollos. Existen distintos tipos de macollas, extravaginales o intravaginales, las primeras perforan la vaina tectriz pudiendo dar origen a plantas con estolones o plantas con hábito de crecimiento rastrero o decumbente. Por otro lado, las macollas intravaginales dan origen a plantas de hábito de crecimiento cespitoso.

2.1.2.3. Morfología y desarrollo de las leguminosas estoloníferas

En cada axila de hoja existe una yema axilar al igual que en las gramíneas. En las leguminosas, en estas yemas se pueden generar estolones, los cuales permanecen rastreros y en su extremo poseen un meristemo apical encargado de dar origen a hojas y entrenudos, estos últimos se alargan pudiendo dar origen, además, a raíces adventicias en los nudos (Cangiano, 1996).

2.1.2.4. Morfología y desarrollo de las leguminosas

A diferencia de lo expuesto por Cangiano (1996) sobre la ubicación del meristema apical de las estoloníferas, para el caso de las leguminosas de crecimiento a partir de corona, el meristema apical se ubica en el extremo de las ramificaciones de los tallos. El rebrote de estas leguminosas se produce a partir de las yemas que se ubican en la base de la planta en la corona. Cabe destacar que estas especies generalmente presentan un sistema radicular pivotante.

2.1.2.5. Crecimiento de las plantas forrajeras

Carámbula (2002) definió al “crecimiento” como el aumento irreversible de tamaño, explicado por el número de células, las cuales siempre se encuentran en activa multiplicación, y por el tamaño de las mismas. Para el autor, el aumento en tamaño le permite cuantificar el crecimiento, considerando el peso de la planta y/o el aumento del área foliar como fenómenos fisiológicos medibles.

Todo ser cumple un ciclo de vida de acuerdo a cada especie, y el crecimiento está dado por el balance entre procesos opuestos, los cuales son la fotosíntesis y la respiración. Ante un balance positivo en la planta, resultaría en la acumulación de

sustancias de reserva en la base de macollos, raíces y tejidos en crecimiento (Marchegiani et al., citados por Millot et al., 1987).

Mientras que la pastura se establece en sus estadios tempranos, el área foliar que posee determina una fotosíntesis baja. A medida que se incrementa el área foliar, aumenta la intercepción de radiación, lo que produce una mayor fotosíntesis. Se alcanza un determinado momento, en el cual la planta intercepta toda la radiación que incide sobre ella, pero la fotosíntesis no aumenta de igual forma. En este momento la planta intercepta el 95% de la radiación incidente (Cangiano, 1996).

2.1.2.6. Funciones de las reservas y efecto sobre el rebrote

Nabinger (1997) sostiene que toda sustancia que sea almacenada en los órganos permanentes de la planta son reservas, las cuales constituyen compuestos orgánicos de distinta composición, siendo los azúcares, fructosanos y almidón, las sustancias de reserva más importantes.

Los períodos de descanso permiten a la planta acumular reservas, debido a que éstas crecen sin el estrés causado por el efecto del pastoreo, aumentando de esta manera, su área foliar y fijando mayores cantidades de carbono atmosférico, permitiendo acumular en sus órganos dichas sustancias para su posterior uso. Las reservas aseguran la persistencia de las plantas durante períodos desfavorables para el desarrollo, suministrando alimento cuando éstas son incapaces de producirlas. También aseguran un rebrote vigoroso al inicio de la estación de crecimiento como fuente rápida de nutrientes (Nabinger, 2006).

Tanto el área foliar como las sustancias de reserva de las plantas, afectan el comportamiento de las especies, presentando una estrecha relación, ya que las reservas dependen de la fijación de carbono y está a su vez determinada por el área foliar. La totalidad de las reservas de las plantas tienen como objetivo la posibilidad de ser utilizadas por las mismas posteriormente para cumplir con sus funciones vitales (Carámbula, 2004). El mismo autor observó que, luego de un pastoreo o luego de un período de latencia, la planta para rebrotar no solamente depende del área foliar remanente, sino también de las sustancias de reservas acumuladas en los órganos de reserva de la planta (Carámbula, 2010). Nabinger (1998) establece que la acumulación de sustancias de reserva aparece como última prioridad para las plantas, a pesar del importante rol que éstas juegan en la sobrevivencia de las mismas. El autor señala que la acumulación no es igual para todas las plantas y que tanto la fijación de reservas como el consumo, tampoco es el mismo. Existen plantas que acumulan y utilizan las reservas simultáneamente y otras que solo lo hacen al final de la estación de crecimiento o luego de alcanzar un estado fisiológico.

2.1.2.7. Estructura de la pastura: vertical y horizontal

El tapiz vegetal que cubre la superficie del suelo es una trama cerrada de altura homogénea compuesta en su mayoría por gramíneas, estoloníferas, rizomatosas, cespitosas, además de contribuir también a esa trama hierbas perennes (Rosengurtt, 1943).

La estructura de la pastura puede ser descripta tanto en el plano vertical como horizontal, y en base a ese análisis detallado se puede inferir sobre las interacciones planta-animal en las comunidades vegetales bajo pastoreo (Marriot y Carrére, 1998).

La disponibilidad de la pastura y la probabilidad de defoliación están relacionadas con la dotación de animales ya que cuando estos acceden al forraje utilizan su habilidad selectiva para cosechar alimento. Esa selectividad está relacionada a características estructurales de los pastos, la accesibilidad y densidad volumétrica de forraje, así como a la fibrosidad y disposición de las hojas. La estructura del campo afecta la defoliación en término de alturas y facilidad de aprehensión, así, mayores alturas dificultan la elección de hojas nuevas, mientras que menores alturas del tapiz dificultan el acceso, pero facilitan la selección de hojas en expansión. Por otro lado, las menores alturas presentan un tapiz menos denso afectando la cosecha de pasto y la formación del bocado (Carvalho et al., 2001).

Marriott y Carrére (1998) señalan que las plantas más altas interceptan más radiación, pero presentan mayor probabilidad de ser defoliadas por los animales respecto a las plantas de porte rastro. Además, muchas plantas pueden modificar su dosel ante el pastoreo, quedando un mayor remanente lo cual es beneficioso para el posterior rebrote. Por otra parte, Altesor et al. (2019) afirman que la resiliencia del campo está asociada a la magnitud de la perturbación realizada, y en función de esa magnitud la pastura tiene la capacidad de permanecer sin modificar su estructura y funcionamiento, encontrándose en un estado de equilibrio. Sin embargo, los efectos en el largo plazo sí pueden modificar la superficie vegetal afectando la estructura lo que podría implicar la pérdida de resiliencia del sistema.

2.2. INTRODUCCIÓN DE ESPECIES

Las pasturas naturales, varían tanto en su composición, así como también en su productividad, influenciado por las condiciones de suelo y clima, que además determinan grandes fluctuaciones entre y dentro de años (Millot et al., 1987). Carámbula (1996a) señala que los mejoramientos extensivos constituyen una manera sencilla y económica de mejorar la productividad en cualquier establecimiento que se ubique en áreas de ganadería extensiva. A partir de dicho tipo de pasturas se podrían llegar a alcanzar rendimientos comparables a los de las pasturas sembradas, con la virtud de que el costo por unidad de materia seca que producen es menor. A su vez, el autor sostiene

que el objetivo de los mejoramientos extensivos no es sustituir a las pasturas naturales sino complementarlas. A partir de los mismos se pretende aumentar la producción de forraje, corregir la estacionalidad y contribuir a la calidad del tapiz nativo. Millot et al. (1987) aseguran que la introducción de leguminosas en una pastura permite una mejor explotación del medio ambiente, llegando a obtener mayores rendimientos que en pasturas fertilizadas con N. Las leguminosas también contribuyen en el aporte de Ca, P y proteínas, enriqueciendo el valor nutritivo de la dieta. Los autores también señalan, que los mejoramientos extensivos, dependen principalmente del comportamiento de las leguminosas, debido a que el nitrógeno es el principal componente que limita la expresión de las pasturas naturales presentes en el Uruguay, que además presenta un alto costo y una baja residualidad debido a que se lixivian fácilmente a través del perfil. En base a lo expresado anteriormente, se recurre a la incidencia en el ciclo del N mediante la promoción de leguminosas nativas o introducidas, que transfieren el N fijado simbióticamente, a través de exudados de raíces y restos en descomposición. En consecuencia, se produce una mejora en el rendimiento y en la calidad del tapiz, en forma directa, debido al aporte de forraje que realiza la leguminosa, e indirectamente mediante el incremento en la disponibilidad de nitrógeno para las gramíneas nativas, y en consecuencia se expresaran aquellas más productivas y más exigentes.

Carámbula (1996a) señala que las leguminosas presentan mayor potencial nutritivo en comparación a las gramíneas como consecuencia de que las primeras poseen una menor proporción de paredes celulares, una mayor densidad de líquido ruminal, una digestión más acelerada de la materia seca lo cual se traduce en un menor tiempo de retención de la ingesta, aumentando el consumo. Asimismo, Thompson, citado por Millot et al. (1987) también asegura un mejor comportamiento de ovinos y vacunos pastoreando leguminosas o mezclas a diferencia a los que solo pastorean gramíneas puras. La mejora es consecuencia del mayor consumo de forraje y un uso más eficiente de las proteínas y de la energía metabólica.

Millot et al. (1987) indican que el objetivo de los mejoramientos extensivos es aumentar la producción a través de una pastura natural más dinámica, siempre y cuando la misma presente condiciones favorables, presenta la ventaja de ser una meta más conservadora comparada a las pasturas cultivadas y que además ofrece una mayor estabilidad en el tiempo debido a que provoca pocas modificaciones en el ecosistema. Los resultados que se logren obtener tanto en la productividad como en la persistencia del mejoramiento, van a depender de la tecnología disponible, del grado de aplicación y condiciones climáticas. Según Carámbula (1996a) debido a que las leguminosas no son especies prateras típicas como sí lo son las gramíneas, van a lograr permanecer en las pasturas siempre y cuando se realicen manejos específicos. También señala que estos mejoramientos son más eficientes, cuando a partir de manejos adecuados se logren pasturas con buena persistencia productiva. Por otra parte, también manifiesta que se debe comprender que no se logran mejoramientos extensivos persistentes en el tiempo solamente aumentando de forma ocasional la fertilidad y sembrando una única vez. El

éxito que se alcance depende del esfuerzo realizado en favorecer las nuevas condiciones, con la finalidad de mantener activas las especies sembradas. En cambio, si las pasturas alcanzan el equilibrio bajo las condiciones ambientales existentes, éstas serán más estables pero su productividad será menor.

2.3. ESTUDIO DE LA INTERFAZ PLANTA- ANIMAL

Beretta (1988) observó que el tipo de suelo y clima definen la flora que es capaz de adaptarse a ellos y que es el manejo del pastoreo a través de los años, influyen en gran medida sobre las pasturas naturales.

Blaser et al., McMeekan y Walshe, citados por Montossi et al. (1996), indican que la performance animal es resultado de un efecto directo de la proporción y calidad de las pasturas consumidas, pero que es modificado por la capacidad que presente el animal en digerir y transformar la materia seca en nutrientes aprovechables por el mismo. En sistemas de producción pastoriles, existe una interacción muy estrecha entre animales y pasturas naturales a través de: i) impacto de los animales en la utilización, composición botánica, rebrote y la estructura de las pasturas sometidas a pastoreo, ii) influencia de las propiedades de las pasturas, así como también la estructura de las mismas sobre el comportamiento, consumo, y la producción animal (Hodgson 1981, Poppi et al. 1987). El consumo y la selectividad del animal en pastoreo son determinantes de la productividad animal, así como también determinan la eficiencia global de los sistemas pastoriles (Hodgson, 1990).

Crawley, citado por Asuaga y Pintado (2011), indica que conocer la relación planta- animal implica comprender el comportamiento de los rumiantes bajo pastoreo. En el momento en que un animal pastorea una planta individual se evidencia una jerarquía de respuestas instintivas y de comportamiento social, que converge en la determinación de dónde, cómo y qué consumir. Dumont y Gordon (2003) indican que los animales en pastoreo recolectan y procesan información sobre su ambiente y la utilizan para tomar decisiones de pastoreo con el fin de mejorar su eficiencia. Antes de decidir el sitio de pastoreo, el animal hace un muestreo de las diferentes zonas con el objetivo de obtener información sobre sus propiedades alimenticias (Illius, Wood-Gush, Eddison, Illius, citados por Hardoy y Danelón, 1989).

2.3.1. Elección de los sitios de pastoreo

2.3.1.1. Dinámica espacio temporal

Carvalho, citado por Galli y Cangiano (1998) expone que la pastura está conformada por sitios de alimentación. Un sitio de alimentación es donde el animal puede tomar uno o varios bocados sin la obligación de desplazarse, obteniendo los bocados con movimientos de la cabeza. El ambiente de pastoreo se determina por la

diversidad espacio- temporal de la distribución del forraje. La diversidad que caracteriza a dicha distribución genera que los animales en pastoreo deban enfrentarse al desafío de seleccionar una dieta de alta calidad en cantidad adecuada para satisfacer sus necesidades, las cuales deben entenderse desde el punto de vista del animal y no desde la perspectiva del hombre.

Un animal determina una estación de pastoreo para iniciar el consumo en un parche, cuando se sitúa en un hábitat y decide bajar la cabeza (Stuth, 1991). A su vez dentro de dicha estación de pastoreo el animal debe seleccionar entre las diferentes especies presentes, que parte de la planta prefiere consumir.

2.3.1.2. Selectividad animal frente a la pastura

Según Millot et al. (1987) el ganado frente al forraje disponible prefiere hojas respecto a tallos y material verde sobre seco, seleccionando por lo tanto una dieta con mayor contenido de energía, fósforo y nitrógeno y menor proporción de fibra. A su vez, Stuth (1991) también asegura que los rumiantes prefieren consumir aquellas plantas que brindan la máxima cantidad de forraje verde por bocado. Por otra parte, indica que la palatabilidad es otro de los factores inherentes a la especie de planta que lleva a que el animal la prefiera. Dumont, citado por Asuaga y Pintado (2011), observa que la selectividad cobra más importancia cuando los distintos parches están dispuestos al azar. En ese sentido, es esperable que pasturas heterogéneas hayan sido originadas a partir de modelos de selectividad (Soder et al., 2007).

Los rumiantes seleccionan lugares donde pastorear. Posteriormente, y por un sistema de feedback positivo, al desaparecer remanente vegetativo y rebrotes suculentos, el animal vuelve a lugares ya sobrepastoreados para alimentarse (Ring II et al., Hodgson, citados por Hardoy y Danelón, 1989), los cuales presentan rebrotes de mayor digestibilidad y con una estructura de tapiz vegetal más accesible respecto a los pastoreos subsecuentes. Esa situación sigue ocurriendo siempre y cuando los rebrotes cubran los requerimientos del ganado, de lo contrario se desplazan a pastorear otros sitios. Por lo que, en el corto plazo los efectos del pastoreo selectivo actúan aumentando la variación del valor nutricional de las especies vegetales que conforman el tapiz y en el largo plazo es posible que los efectos sean sobre variaciones en la composición botánica de la pastura.

2.3.1.3. Efecto de las deyecciones sobre el tapiz vegetal

El estiércol, presenta varios nutrientes entre los que el N y el P son los más interesantes en cuanto al aumento de la productividad de un tapiz. En el caso del N para que pueda ser aprovechado por las plantas debe sufrir el proceso de mineralización ya que gran proporción del mismo se encuentra en forma orgánica. Por otra parte, el P es poco móvil y en consecuencia no se van a producir cambios importantes en el

crecimiento en las pasturas en el primer año posterior a la deposición (Millot et al., 1987). Rosengurtt (1943) señala que las deyecciones líquidas y sólidas que los animales depositan directamente sobre el tapiz vegetal, producen dos efectos diferentes sobre las pasturas. En primer lugar, generan lozanía y vigor, cuyo efecto se hace más evidente al momento que los animales rechazan el pasto próximo a las deyecciones. En segundo lugar, la deposición de nutrientes que realizan las deyecciones cuando estas son fuertes y prolongadas, tal como ocurre alrededor de los piquetes, corrales y rodeos, donde es frecuente encontrar especies extrañas al campo natural, que se desarrollan sin extenderse.

Smetham (1981) afirma que los nutrientes cuando son devueltos al sistema por parte de las deyecciones líquidas y sólidas, particularmente en el caso del nitrógeno, las gramíneas son estimuladas y las leguminosas reprimidas.

Valores arrojados por Millot et al. (1987), indicaron que el promedio de deposiciones de una Unidad Ganadera (UG, 410 kg), son 14 l. de orina y 25 kg. de estiércol, con alta concentración de nutrientes. El resultado final del pastoreo es un balance entre el estímulo al crecimiento por parte de los elementos excretados por el animal en pastoreo, principalmente N y los cambios que éste provoca, el pisoteo y el pastoreo selectivo.

2.3.1.4. Impacto del pisoteo sobre las especies vegetales

Millot et al. (1987) señalan que el pisoteo es un factor adverso del animal a pastoreo que se hace más evidente en los caminos, cercanías de porteras y bebederos, así como en los bordes de potreros grandes bajo pastoreo continuo, en que la pastura y el suelo, padecen deterioro notable. Charles, citado por Millot et al. (1987), afirma que el pisoteo entonces, constituye la principal causa que afecta el rendimiento de una pastura sometida a pastoreo comparado a su potencial bajo corte, debido a que se produce la destrucción de puntos de crecimiento, hojas, tallos y aún raíces. Como consecuencia de este hecho, las plantas pierden capacidad de rebote, aun existiendo claras diferencias en susceptibilidad o resistencia al pisoteo entre diferentes especies, y generando cambios en la composición de la pastura.

2.3.2. Resistencia de las plantas al efecto del pastoreo

Las principales especies que componen el campo natural son gramíneas, principalmente estivales, pertenecientes a la tribu de las Andropogóneas y Paníceas. Además de las especies mencionadas, también componen el tapiz Dicotiledóneas, Ciperáceas y Juncáceas, su frecuencia estará determinada por características del paisaje (Formoso, 1996). Según Olmos (1990) las comunidades vegetales presentan un gran número de especies, este número puede modificarse en función de las variables que influyen sobre ese ambiente. En base al tipo y número de especies que existen sobre ese

tapiz es posible inferir sobre el manejo previo que se realizó y planificar a futuro. El autor señala que, a pesar de poder coexistir una gran diversidad de especies, aproximadamente el 30% de ellas aportan cerca del 70% del forraje. Berretta (1998) realizó varios estudios sobre distintas comunidades las cuales demuestran que existe un predominio de especies de ciclo productivo estival. Según el autor la frecuencia de especies invernales no supera a la frecuencia de especies estivales. Además, señala que la mitad de los pastos invernales incluyen hierbas menores y pastos de tipos productivos ordinarios con un escaso aporte de pastos finos.

Rosengurtt et al. (1939) señalan que la composición de un tapiz es un factor de suma importancia que incide sobre el comportamiento ingestivo de los animales. Además, los autores establecen que el animal es capaz de favorecer la heterogeneidad de las plantas a través del pastoreo de las especies apetecibles por éste, también a través de las deyecciones y del pisoteo. Por otro lado, Millot et al. (1987) también indican que el acto de pastorear la vegetación, tiene tanta influencia, como lo tienen el clima y el suelo. Tanto las especies que componen el tapiz, su relación entre ellas y la productividad del forraje depende en gran medida del manejo del pastoreo que se realice.

2.3.2.1. Comportamiento de las plantas frente al pastoreo

La accesibilidad de los animales al forraje está determinada por la arquitectura de la planta, es decir, por sus caracteres morfogenéticos. Además, la morfología de cada especie también influye en la estructura de la comunidad que se forma sobre un tapiz vegetal, afectando a las poblaciones de las diferentes especies que la componen y a las interacciones que se produzcan en dicha población. El pastoreo es capaz de alterar esas interacciones competitivas entre poblaciones de las mismas o distintas especies al defoliar unas plantas en relación a otras. De esta forma en función de la presión de pastoreo que sea ejercida sobre una comunidad será la capacidad de la misma de mantener el equilibrio de especies o que se produzcan cambios en la composición botánica, lo cual llevará a producir cambios en la producción. Millot et al. (1987) observaron que la presión de selección era mayor en especies invernales que en especies estivales. Asimismo, el hecho de que ya exista menor número de especies invernales respecto a las estivales, produce que las especies que están en crecimiento en esta época se vean perjudicadas con la defoliación. Sobre la misma línea de razonamiento varios autores señalaron que una alta presión de pastoreo conlleva a una modificación en la composición botánica, viéndose incrementadas las especies anuales, de porte rastrero, además de eso también aumenta el porcentaje de suelo desnudo (César, Fuls et al., Jonkeu, citados por Olmos, 1992).

Millot et al. (1987) establecieron tres hábitos de crecimiento más frecuentemente encontrados en las pasturas pratenses: rizomatosas, estoloníferas y cespitosas. Según los autores, los dos primeros son los más adaptados frente al pastoreo, permitiéndoles tener ventajas competitivas frente a las cespitosas, logrando colonizar

mayor superficie. Esta ventaja se debe a que las rizomatosas o estoloníferas, logran escapar al pastoreo, manteniendo gran parte del área foliar intacta. En este tipo de plantas predominan las especies perennes estivales. También señala que, los pastos se han adaptado al pastoreo, prevaleciendo los postrados por lo que afirma que se produce una masa densa de forraje en los estratos inferiores y a medida que se aleja del suelo la masa de forraje es menos densa.

El método de pastoreo, la relación lanar/vacuno y la carga animal son factores que pueden lograr modificaciones en la composición botánica de un tapiz. Entender este dinamismo entre todos los factores permite realizar manejos, tomar decisiones y predecir cuales pueden ser los cambios que se producirían en una comunidad con cierto manejo (Berretta, 1998). Al incrementarse la carga animal se produce un cambio en la comunidad vegetal, produciendo pérdidas de unas comunidades y aparición de otras. Tal es el caso de *Axonopus affinis*, *Paspalum notatum* cuando la carga es alta, y *Andropogon lateralis*, *Coelorhachis selloana* cuando la carga es baja (Berretta et al., citados por Rosengurt, 1943). Este último autor también señala que luego de la eliminación del ganado sobre un potrero surge la reaparición de especies valiosas como por ejemplo *Paspalum dilatatum* el cual se encontraba en detrimento debido al pastoreo. Methol (1989) concluyó que la realización de subpastoreo no es benéfico para las plantas, debido a que al incrementarse el tamaño de los pastos llega menos radiación a la base de la macolla, por consiguiente, existe un menor macollaje. Se produce acumulación de hojas viejas, siendo éstas menos activos fotosintéticamente. Así mismo, se produce el sombreado de los pastos más bajos y estos no logran interceptar radiación por lo que se ven desfavorecidos y su frecuencia disminuye.

Millot et al. (1987) señalan que existe un dinamismo entre los animales y las especies que componen el tapiz vegetal. Las especies se adaptan al pastoreo y a las condiciones ambientales de cada zona. Detling et al., Díaz, citados por Olmos (1992), afirman que las plantas son capaces de recomponer su aparato fotosintético luego de un pastoreo, detectándose cambios en la estructura y morfología de las plantas, presentando hojas de menor tamaño, plantas más postradas. Estas modificaciones afectan los mecanismos fisiológicos de las plantas (producción y reserva de carbohidratos, recomposición del área foliar, crecimiento del sistema radicular), además de afectar la producción primaria de las comunidades.

Según Zanoniani (1999) la realización de un seguimiento del tapiz y la evaluación de la composición botánica, así como los cambios que se producen en la comunidad vegetal de un potrero, es fundamental para poder determinar manejos diferenciales que tiendan a evitar la pérdida de especies y modificaciones drásticas en dichas comunidades.

2.4. MANEJO DEL PASTOREO

2.4.1. Intensidad de pastoreo

Carámbula (2004) se refiere a la “intensidad de pastoreo” como la altura del rastrojo luego de retirar los animales, la cual posteriormente repercutirá en el rendimiento de la pastura, debido a que condiciona el rebrote de la misma, afectando directamente su producción total. Una mayor intensidad de pastoreo (menor remanente), indica una mayor cosecha de forraje por parte de los animales, pero condiciona la producción de forraje subsiguiente. El mismo, concluyó que, en todos los casos, es de suma importancia que el rastrojo presente en el suelo, sea de gran eficiencia fotosintética. Para que el proceso de rebrote suceda, tendrá que estar formado por hojas nuevas, con porcentajes bajos de mortandad, lo que compensará temporalmente a los IAF bajos. Nabinger y De Faccio Carvalho (2009) establecieron que la intensidad de pastoreo es la principal variable morfogénica que determina el tamaño de hoja y la densidad de macollos, en consecuencia, el IAF promedio de la canopia. Zanoniani et al. (2009) por otra parte, determinaron que un aumento en la intensidad de pastoreo debido a una menor oferta de forraje, resultó en menores remanentes y como consecuencia se vio limitado el crecimiento de forraje en los siguientes pastoreos, afectando la posterior disponibilidad de forraje. Maraschin y Mott (1989) señalaron que, ante situaciones de alta presión de pastoreo, gran proporción de las especies que componen el tapiz son gramíneas, además de eso dicho tapiz también se compone por hojas jóvenes en activo crecimiento y de alta capacidad fotosintética. Zanoniani (1999) afirma que alturas muy bajas del tapiz promueven una dominancia de especies de porte rastrero y mayor proporción de suelo desnudo.

En lo que respecta a las alturas de remanentes, Carámbula (2004) establece como regla general, que las especies postradas deben ser pastoreadas a no menos de 2,5 cm de altura y las erectas, entre 5 y 7,5 cm, de otra manera, se pueden generar daños irreversibles. Por otra parte, Wilkinson, citado por Carámbula (2004), define una recomendación de remanentes según el pastoreo utilizado y afirma que en pastoreos rotativos se debería dejar remanentes entre 8 y 10 cm y en pastoreos continuos se debe mantener una altura de remanente de 6 a 8 cm de altura.

Zanoniani (1999) indica que determinar una altura ideal es difícil, pero alturas mayores a 5 centímetros no presentan limitaciones que comprometan la productividad de las especies. También aclara que mayores alturas en la pastura deben ir acompañadas de menores frecuencias de pastoreo, siempre teniendo presente la estación del año la cual incide sobre el crecimiento de las pasturas. Por otro lado, alturas muy altas promueven un endurecimiento de las especies y acompañado con esto un aumento del rechazo por parte de los animales. Las especies además de perder calidad pierden también eficiencia fotosintética y comprometen su persistencia futura.

2.4.2. Frecuencia de pastoreo

Carámbula (2004) sostiene que cada especie tiene un período de crecimiento limitado y cuanto mayor sea la frecuencia de pastoreo, menor será el tiempo de la pastura para recomponer su aparato fotosintético, siendo cada vez menor su productividad. Formoso, citado por Carámbula (1996a), determina que la frecuencia de defoliación no solo afectará la productividad en la estación que transcurre, sino que también compromete la producción en las estaciones futuras.

Carámbula (2004) señala que además de la frecuencia de defoliación y de la estación del año, existe otro factor que determina el momento a utilizar la pastura nuevamente y ese factor es el IAF óptimo. Según el autor, determinar de forma práctica el mismo es algo complejo además de tener presente que depende mucho del tipo de pastura, siendo más complejo aún, bajo situaciones de pastoreo. Sin embargo, puede estimarse que aproximadamente con 25 centímetros de altura se logra llegar a un estado en el cual la pastura está en pleno crecimiento. Según Smetham (1981) las pasturas en las cuales se les permite tener períodos de descanso prolongados logran tener mayor rendimiento que aquellas que presentan períodos más cortos, debido a que las plantas de mayor descanso logran recomponer su aparato fotosintético y acumular reservas. El autor también afirma que cada especie tiene su requerimiento en los intervalos de descanso, esto puede estar asociado a que algunas especies logran acumular más fácilmente las reservas. Luego que las pasturas alcanzan el IAF óptimo significa que son capaces de interceptar el 95% de la radiación incidente, por lo que es en esta etapa donde el crecimiento de las pasturas es máximo.

Zanoniani (1999) indica que la frecuencia de defoliación depende del tipo de tapiz vegetal, de la estación del año y de los objetivos que deberían ser buscados, como promover el crecimiento de las especies finas tanto invernales como estivales. Los períodos de descanso prolongados permiten a las especies productivas desarrollarse y sombrear a las malezas menores y gramíneas rastreras provocando que disminuya su frecuencia cada vez más. Otro ejemplo claro es ante situaciones donde existe predominancia de especies cespitosas erectas y de tipo productivo duro, en las que las frecuencias de pastoreo mayores provocan una defoliación de estos tipos de pastos haciendo que no aumente su contribución a la masa vegetal. El autor también afirma que en las estaciones de mayor crecimiento de las pasturas se debe proceder de la misma manera, es decir, con pastoreos más frecuentes, con el objetivo de que las pasturas no pierdan su calidad y evitar que acumulen restos secos.

2.4.3. Efecto del pastoreo rotativo

Millot et al. (1987) definen al "pastoreo rotativo" como el manejo periódico de animales sobre una superficie subdividida, en la que se controla la duración de la ocupación y el período de descanso posterior al retiro de los animales. Nabinger (1997)

estableció que, para realizar un correcto pastoreo rotativo, se debe partir con pleno conocimiento de la pastura y la respuesta a la presión del pastoreo, debido a que en función del período de ocupación y de la intensidad de defoliación se verá la capacidad de respuesta del tapiz a ese disturbio. Para Walker (1995) establecer la carga óptima es el principal factor del éxito para un manejo correcto de las pasturas, lo que implica tener conocimiento acerca de la capacidad de carga del sistema.

Millot et al. (1987) concluyeron que existen ventajas en el manejo de pastoreo rotativo sobre la producción de materia seca y su posterior utilización, ya que es posible aumentar la carga instantánea teniendo presente el tipo de tapiz que compone la pastura. También los autores afirman que las pasturas heterogéneas como las que se encuentran en el país se ven beneficiadas con este tipo de manejo y con los períodos de descanso que favorecen a la recuperación de las plantas, principalmente las especies de mayor importancia. A su vez, Methol (1989) expone que con pastoreos rotativos se realiza un uso más eficiente de la pastura, desde el punto de vista de la selectividad la cual es reducida. Debido a una mayor carga empleada, hay un mayor aprovechamiento del forraje con disminución de la selectividad, además de producir una mayor distribución de excretas. El autor también señala que la ventaja del pastoreo rotativo es que mantiene al forraje con una mejor calidad, además de poder manipular la carga, la ocupación y tener un correcto control de la altura del remanente. A pesar de las ventajas que demuestra tener el pastoreo rotativo, una limitante que presenta es su aplicación en campos en los que los recursos que aporta el suelo son escasos, es decir, baja fertilidad de suelo, limitantes hídricas. En este caso el autor afirma que no es posible esperar modificaciones en la productividad por superficie utilizando este manejo, sino que una correcta carga, y una relación lanar-vacuno ajustada permite hacer un uso eficiente de las pasturas que cubren el tapiz. Sin embargo, si el tapiz es elevado, con un equilibrio de especies invernales y estivales, se podría esperar mejoras en la producción con este tipo de pastoreo.

El rebrote de las plantas luego de un período de pastoreo depende en gran medida del área foliar remanente y de los carbohidratos de reserva que la planta acumule en sus órganos. No respetar los períodos de descansos para que las plantas acumulen reservas, conduce a tener menos rebrotes, siendo estos más lentos haciendo que la producción de biomasa vaya en decremento (Brown y Blaser, citados por Smetham, 1981).

Nabinger (1997) concluyó que utilizaciones de frecuencias de pastoreo fijas lleva a pérdidas de calidad por senescencia en las épocas en la que el crecimiento es muy alto, debido a que la morfología de las plantas está dada en gran medida por la temperatura. Por lo tanto, con el uso de frecuencias variables según la estación del año y una carga correcta se llega a obtener buenos resultados, evitando que se produzcan pérdidas como las mencionadas anteriormente y sobrepastoreo. Además, el autor destaca que a pesar de tener claro el manejo de la frecuencia no se puede dejar de lado la

intensidad de defoliación, el cual es otro factor muy importante ya que es quien determina si la velocidad de recuperación de la pastura será rápida o lenta.

Es clara la necesidad de promover períodos de descanso entre dos pastoreos para permitirle a las plantas recomponer su área foliar. Además, con pastoreos rotativos se colocan las plantas en igualdad de condiciones frente a los recursos por lo que es importante destacar el beneficio de este tipo de manejo para las especies de mayor importancia, es decir, las de tipo productivo fino. Realizando una correcta administración del pasto es posible transportar forraje en pie de una estación a otra y reservar siempre los mejores potreros para acumular forraje. Para ello, es importante seleccionar potreros con mayor frecuencia de especies de alto valor forrajero (Zanoniani, 1999).

2.4.4. Efecto de la oferta de forraje

Según Scarlato (2011) la oferta de forraje, relaciona los kilogramos de peso vivo por superficie con los kilogramos de materia seca, siendo una herramienta útil para la administración del forraje de forma eficiente. Con menores kilos de peso vivo animal por superficie se logran mayores asignaciones de forraje, por lo cual se puede lograr un pastoreo más selectivo y que el animal logre cosechar los pastos de mejores tipos productivos. Carvalho et al. (2009) concluyeron mediante experimentos, que con ofertas de forraje del 4% se produce por un lado un alto aprovechamiento del forraje, pero por otro lado la productividad primaria decrece. Los autores afirman que manejando la altura de forraje por encima de 8 centímetros permite mayor intercepción de radiación incidente, favoreciendo el rebrote posterior, así como también el agregado de nutrientes y manejo de carga animal adecuada favorece la producción primaria y permite mantener la calidad. En la misma línea, Nabinger (1998) constató que a mayor oferta de forraje se obtiene mayor área foliar residual, lográndose posteriormente mayor eficiencia de transformación del PAR incidente en PPN, incrementándose ésta en más de un 50% al pasar de una oferta de 4% a 8% o más. A su vez, afirma que el IAF residual tiene una baja capacidad fotosintética debido a que está conformado principalmente por hojas viejas, por lo tanto, a pesar de la alta incidencia de radiación, el rebrote será lento hasta que las hojas nuevas logren expandirse y generar biomasa eficiente en la captura de radiación.

Mezzalira et al. (2012) a través de resultados experimentales sobre pasturas naturales aseguran que es posible aumentar la producción de un sistema pastoril, evaluando diferentes combinaciones de OF a lo largo del año, su repercusión en la pastura y la GMD. Al manejar OF del 8% en primavera y 12% en otoño- invierno-verano, se obtienen aumentos en la tasa de acumulación de biomasa, lográndose mayor producción de forraje anual, lo cual también trae aparejado una mejora en la GMD promedio, cuando lo compara con los resultados obtenidos manejando OF fija anual de 12%. Así mismo, los autores afirman que al pasar de OF 12% a 16%, se vieron afectados

el proceso de búsqueda y recolección de forraje. Al aumentar la disponibilidad de forraje, se produce un cambio en la estructura de la pastura lo que conlleva a la dificultad para que los animales exploren (Laca, citado por Mezzalira et al., 2012). Al aumentar la OF también aumenta la altura del forraje, sin embargo, dicha modificación no produce cambios desde el punto de vista de la performance animal (Mezzalira et al., 2012).

Como conclusión general del manejo de las pasturas, Boggiano et al. (2005) señalan que es posible mantener una dotación de 0,78 UG/ha con períodos de descansos de 45 días, logrando producciones de forraje de alrededor de 850 kgMS/ha y con asignaciones en torno al 8% de PV en la estación de invierno. Esto difícilmente se logra con el manejo actual de las pasturas dado que con el mismo es dificultoso mantener una dotación mayor a 0,6 UG/ha. El manejo propuesto por los autores conlleva a incrementar la producción otoño-invernal en un 30% permitiendo un aumento en la carga respecto al manejo actual y esto se logra con fertilizaciones otoñales de N con una dosis en torno a 50 kg/ha acompañado del manejo propuesto anteriormente.

2. 5. HIPÓTESIS

La elección del sitio de pastoreo es determinada por características estructurales de la mancha y los sitios con mayor valor pastoral tendrán mayor frecuencia e intensidad de pastoreo.

La selectividad de especies varía a medida que la OF disminuye, por lo que se esperaría que la frecuencia de visita para una misma mancha se incremente a medida que transcurre el período de ocupación en la parcela.

El crecimiento de la pastura en los diferentes tratamientos es distinto luego de la defoliación de la misma, por lo que es de esperarse diferencias en características estructurales luego de 40 días de descanso.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.1.1. Localización y clima

El experimento fue llevado a cabo en el potrero No. 18 de la Facultad de Agronomía, EEMAC (Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”), ubicada sobre el km 363 de la ruta General Artigas, departamento de Paysandú, Uruguay (latitud: 32°23'55,67''S y longitud: 58°2'42,34'' O). El experimento se llevó a cabo en otoño del año 2020, en el período comprendido entre el 9 de marzo y 27 de mayo. Castaño et al. (2011) señalan que en otoño y en dicha zona es esperable temperaturas medias de 18.8°C, temperaturas máximas medias de 24.2°C y mínimas medias de 13.3°C, precipitaciones acumuladas según promedios históricos de aproximadamente 400 milímetros.

3.1.2. Sitio experimental

El potrero No. 18 se ubica sobre la unidad de suelos San Manuel, perteneciente a la formación geológica Fray Bentos, escala 1:1.000.000 en la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (Altamirano et al., 1976). A partir del mapa de suelos de la estación experimental escala 1:5000, se representa en la Figura No. 1 los suelos dominantes del sitio experimental.

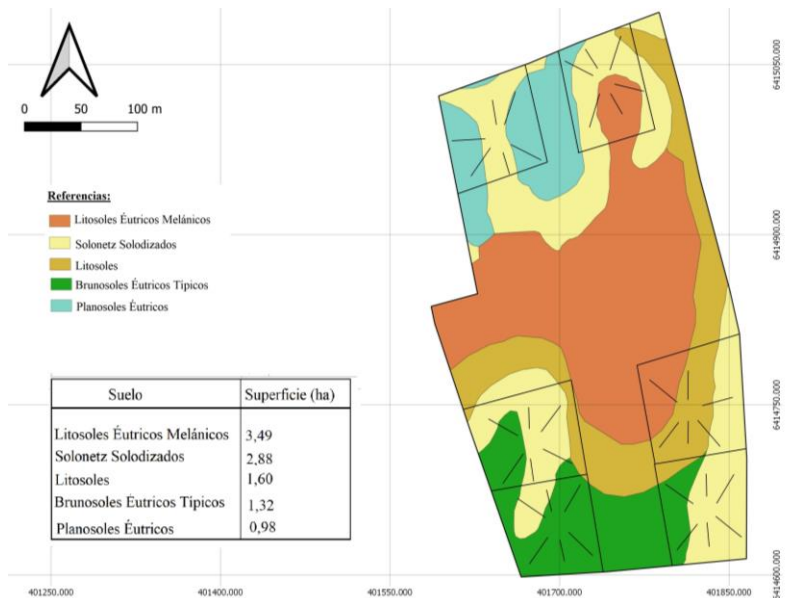


Figura No. 1. Mapa de suelos del sitio experimental y superficie respectiva de cada suelo (ha), escala 1:5000, representando las transectas en cada tratamiento

3.1.3. Tratamientos

El sitio experimental consta de cinco bloques, con cuatro tratamientos: 1- Testigo de campo natural (CN); 2- Fertilización nitrogenada con 60 kg/ha (60 N); 3- Fertilización nitrogenada con 120 kg/ha (120 N); 4- Campo natural mejorado con la introducción de leguminosas con 6 kg/ha de *Trifolium pratense* y 6 kg/ha de *Lotus tenuis*, más el agregado de 40 kg/ha de P_2O_5 (CNM). Cabe destacar que la introducción de especies se realizó por última vez en el año 2018, sin embargo, las refertilizaciones se realizan anualmente. Cada parcela se correspondía con una superficie promedio de 0,73 hectáreas. Para este se consideró los tratamientos CN y CNM, en 3 bloques (1, 3 y 4, Figura No. 2).

En cuanto a la composición botánica de cada uno de los tratamientos considerados, en primer lugar, CN presenta dominancia de diferentes especies de gramíneas estivales tales como *Paspalum notatum*, *Paspalum dilatatum*, *Cynodon dactylon*, e invernales como *Stipa setigera*. El tratamiento de CNM presenta dominancia de especies estivales tales como *Paspalum notatum*, *Paspalum dilatatum*, *Axonopus affinis*, *Desmodium incanum*, e invernales como *Stipa setigera* y *Bromus auleticus* (Anexo 9).



Figura No. 2. Croquis del área experimental representando los tres bloques y los tratamientos correspondientes a campo natural y campo natural mejorado

3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En cada parcela se marcaron 6 transectas fijas dispuestas en forma de estrella, y en cada transecta se localizaron 3 a 4 unidades de muestreo, totalizando 22 unidades de muestreo por parcela. Partiendo de un punto central, la transecta número 1 se ubicó al norte y la número 4 hacia el sur, los sitios de muestreo en cada transecta fueron ubicados a 10 metros uno del otro, donde se colocaron estacas como punto de referencia, a 40 centímetros de dicha estaca se colocaba el aro de muestreo. En cada una de dichas unidades de muestreo se colocó un aro de hierro de 50 centímetros de diámetro, el cual contaba con 9 subdivisiones: 1 aro central y 8 reparticiones distribuidas en dos círculos concéntricos (Anexo No. 1). Se realizaron mediciones cada dos días, una vez que los animales ingresaban a pastorear en la parcela (Cuadro No. 1). El período de ocupación fue de 15 días, con una oferta de forraje objetivo de 6 a 8% del peso vivo. Para el experimento se utilizaron vaquillonas de más de 2 años, con un peso promedio de 345 kilos \pm 21 kilos. Al finalizar el período de ocupación, los animales se cambiaban de bloque, siguiendo el siguiente orden: bloque 3, 4 y 1. Al retirarse los animales, la pastura ingresaba a la fase de descanso por un período de 40 días, dentro del mismo se realizaban mediciones de altura a los 10, 15, 30 y 40 días (Cuadro No. 1).

Cuadro No. 1. Fechas correspondientes a cada momento de medición durante la fase de ocupación y fase de descanso de la pastura en el período experimental

| Bloque | Fase ocupación | | | | | Fase descanso | | | |
|--------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------|
| | Momento | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6D | 7D | 8D | 9D |
| 3 | 9 mar. | 15 mar. | 17 mar. | 19 mar. | 21 mar. | 2 abr. | 7 abr. | 22 abr. | 2 may. |
| 4 | 23 mar. | 25 mar. | 27 mar. | 29 mar. | 31 mar. | 13 abr. | 18 abr. | 3 may. | 13 may. |
| 1 | 2 abr. | 5 abr. | 7 abr. | 9 abr. | 11 abr. | 27 abr. | 2 may. | 17 may. | 27 may. |

6D= altura al día 10, 7D= altura al día 15, 8D= altura al día 30, 9D= altura al día 40.

3.3. VARIABLES ESTUDIADAS DURANTE EL PERÍODO EXPERIMENTAL

3.3.1. Caracterización florística

El estudio de la caracterización florística se realizó al momento de la instalación de las transectas en cada tratamiento. Cada transecta contaba con 3 a 4 unidades de muestreo donde se relevaban las especies predominantes dentro de cada subdivisión, registrando además su estado fenológico. Adicionalmente se determinó el porcentaje de contribución de cada especie a la biomasa en el círculo central del aro, siguiendo el método propuesto por Brown (1954).

3.3.2. Valor pastoral

Para la estimación del valor pastoral (VP), se tuvieron en cuenta el porcentaje de contribución a la biomasa que hacían las principales especies que componen el tapiz. Según el tipo productivo se adjudicó un índice pastoral, y con la contribución de cada especie a la masa de forraje, se construye el VP. Delpech, citado por Berretta (1989), señala que el valor pastoral consiste en adjudicar a la pastura un índice global de calidad compuesto por la flora que se relevó y la contribución que hace cada una.

Cuadro No. 2. Escala de índice pastoral (IP) según el tipo productivo (TP)

| Tipos productivos | IP | Referencia |
|---|-------|------------|
| Maleza de Campo Sucio | 0 | MCS |
| Maleza menor / Maleza enana | 1 | MM/ME |
| Duro y Duro- Ordinario | 2-3 | D |
| Ordinario y Ordinario- Tierno | 4-5 | O |
| Tierno- Ordinario, Tierno y Tierno-Fino | 6-7-8 | T |
| Fino- Tierno / Fino | 9-10 | F |

Fuente: tomado de Silveira (2015).

Fórmulas empleadas para el cálculo del valor pastoral (VP):

$$VP = \sum (\% \text{ cobertura específica} * \text{valor índice pastoral})$$

$$VPc = (VP (\text{comunidad}) * \% \text{ cobertura vegetal}) / 100$$

3.3.3. Relación verde-seco

Para medir la relación verde-seco, se utilizó la escala planteada por INIA a través de la herramienta “la regla verde”, se trata de una estimación visual a campo entre el tejido verde senescente y el tejido muerto. En dicha herramienta se presentan diferentes proporciones de verde, los cuales se corresponden con la calidad del forraje que es visualizada por el muestreador en un momento dado. Jaurena et al. (2018) señalan que la calidad de las pasturas naturales depende de la proporción de forraje verde.

3.3.4. Frecuencia e intensidad de defoliación

La frecuencia de defoliación se midió dentro de las 9 subdivisiones del círculo, para esto se tomó un porcentaje de visita respecto al total de mediciones. Cuando se percibió que dentro de la unidad de muestreo una o varias especies habían sido defoliadas, se marcaron todas las láminas que habían sido cortadas. Para marcar las

láminas, se utilizaron marcadores indelebles al agua, estos no afectaban la palatabilidad de la planta para los animales (Anexo No. 2). Para evaluar la intensidad de defoliación y determinar la proporción de lámina defoliada por los animales se planteó una escala, la cual se representa en el Cuadro No. 3.

Cuadro No. 3. Proporción de defoliación de la lámina, según escala

| Escala | Proporción de defoliación (%) |
|--------|-------------------------------|
| 0 | sin defoliación |
| 1 | 25 |
| 2 | 50 |
| 3 | 75 |
| 4 | 100 |

3.3.5. Altura del pasto disponible al inicio y altura remanente

Luego de caracterizar las especies dentro de cada sitio, se procedió a realizar las mediciones de las alturas dentro de cada división del círculo. El criterio utilizado fue observando el estrato más denso del forraje. Durante el período de ocupación en cada tratamiento se realizaban cada dos días, las mediciones de las alturas dentro de cada unidad de muestreo y posteriormente, se realizó la medición de 60 puntos al azar dentro de la parcela, midiendo cada 10 pasos la altura del estrato más denso. Estas mediciones se realizaban: al ingresar los animales, en la mitad del período y al finalizar los 15 días de ocupación. La metodología utilizada es en base a la utilizada por Hodgson (1990).

3.3.6. Evolución de la altura de la pastura

Una vez retirados los animales de cada parcela y transferidos a la siguiente, se realizaron las mediciones del forraje durante el período de descanso, para monitorear la evolución de la altura de la pastura. Las mediciones se realizaron colocando el círculo nuevamente sobre las unidades de muestreo establecidas, tomando las alturas dentro de cada división de este, a su vez también se midió la relación verde- seco. Durante esta fase de descanso, también se realizaron mediciones de altura en 60 puntos al azar, dentro de la parcela en cada momento de medición (Cuadro No. 1).

3.4. HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

- Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- Ha: al menos una de las medias de los tratamientos es diferente

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El estudio estadístico para el análisis de las variables Valor Pastoral (VP), altura de horizonte de mayor concentración de láminas y relación verde/seco (Verde %) se realizó por medio del ajuste de un modelo mixto a escala de transecta. El efecto fijo del modelo fue el tratamiento, mientras que el bloque se consideró como efecto aleatorio. En caso de que el factor Tratamiento resultara significativo se utilizó el test de Fisher (Alfa= 0.1). Se realizó la exploración de modelos para asegurar la homogeneidad de varianzas y la distribución normal de las variables (Anexo No. 3). El software estadístico utilizado fue InfoStat (Di Rienzo et al., 2018). El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_{k(\beta)} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo,

Y: variable de interés.

μ : media experimental general.

τ_i : efecto de la i-ésimo tratamiento.

β_j : efecto del j-ésimo bloque.

γ_k : efecto de la k-ésima transecta anidada al factor bloque.

ξ_{ijk} : es el error aleatorio asociado a la observación Y_{ijk} .

El estudio de la frecuencia e intensidad de pastoreo por tipo de mancha se realizó por análisis de conglomerados donde se agruparon 4 tipos de manchas por tratamiento según características estructurales (altura de la pastura y % de tejido verde) y el valor pastoral. Se utilizó el método Ward y la distancia Euclídea (Anexo No. 4). Una vez conformado los grupos por tratamiento se realizaron gráficos de estrellas para representar la importancia relativa de las variables en definir dicho grupo, donde el largo del vector representa el peso de la variable.

Se realizó el estudio de variables tales como: distancia a bebederos y tipo de suelos, con el objetivo de encontrar asociación entre dichas variables y la ubicación de los diferentes tipos de conglomerados resultantes. Esto fue posible gracias a la construcción de histogramas. En primer lugar, para estudiar la distancia a bebederos se determinó una escala tal como se indica en el Cuadro No. 4. Se gráfico la frecuencia

relativa en función de las distancias a bebederos según la escala establecida para CN (Anexo No. 5) y CNM (Anexo No. 6).

Cuadro No. 4. Distancia de los conglomerados a bebederos, según escala

| Escala | Distancia a bebedero |
|--------|----------------------|
| 1 | muy cerca (0-25 m) |
| 2 | cerca (25-50 m) |
| 3 | lejos (50-75 m) |
| 4 | muy lejos (75-100 m) |

Para estudiar la asociación entre los tipos de suelos presentes en el experimento y los conglomerados obtenidos en los tratamientos, en términos de que las características estructurales y de valor pastoral de cada mancha son consecuencia de los tipos de suelos sobre los que se desarrollaron. Para eso, se definieron dos grandes grupos en base a los tipos de suelos encontrados en el sitio experimental (Cuadro No. 5). Se graficó la frecuencia relativa en función de los grupos de suelos establecidos para CN (Anexo No. 7) y CNM (Anexo No. 8).

Cuadro No. 5. Grupo de suelos, según profundidad y fertilidad natural

| Grupo | Tipo de suelo |
|-------|---|
| 1 | Solonetz Solodizados |
| 2 | Litsoles |
| 3 | Litsoles Éutricos Melánicos Brunosoles Éutricos Típicos Planosoles Éutricos |

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

4.1.1. Temperatura y precipitaciones

En cuanto a la caracterización del clima se relevó información a partir del mes de diciembre con el objetivo de abarcar una estación previa a la que se realizaron las mediciones y poder contar con más información que permita despejar incógnitas. Los datos fueron obtenidos a partir de la Estación Meteorológica de la EEMAC. Por otra parte, se tomaron promedios históricos correspondientes al período 1980 – 2009, para el departamento de Paysandú de Castaño et al. (2011). Los registros obtenidos a partir de ambas fuentes fueron procesados y comparados, los resultados se presentan en el Gráfico No. 1.

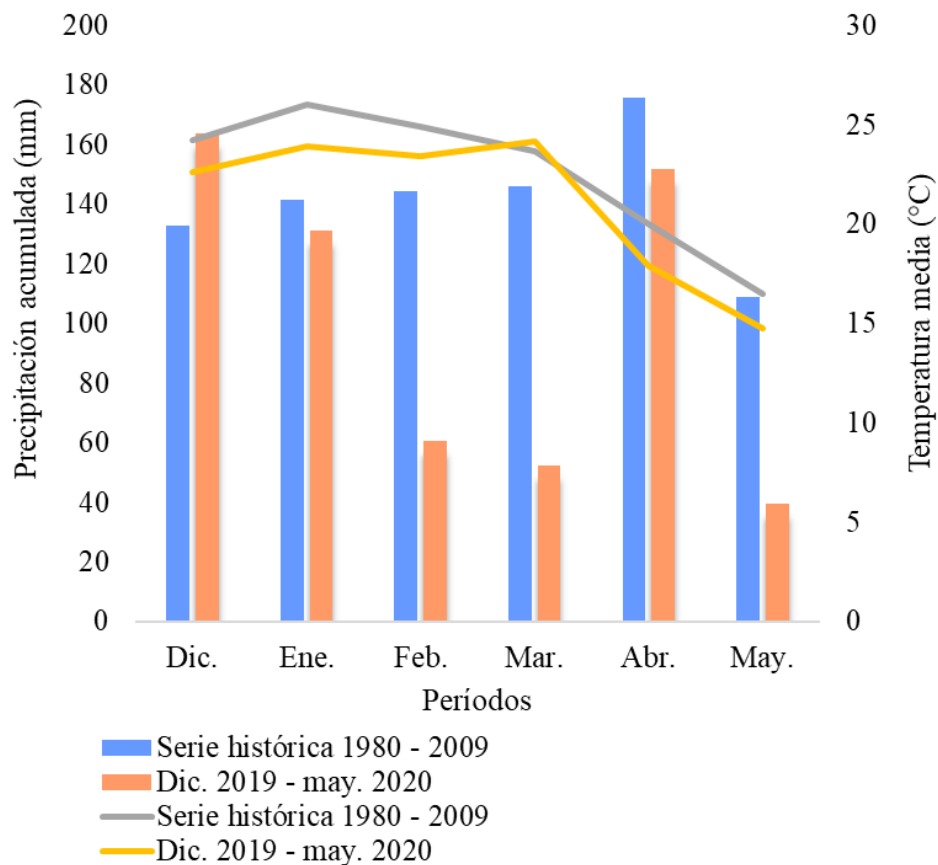


Gráfico No. 1. Temperaturas medias y precipitaciones acumuladas promedio, para la serie histórica 1980-2009 durante el período diciembre del 2019 y mayo del 2020

Los valores de temperatura registrados durante el período experimental y los correspondientes a la serie histórica, no muestran mayores diferencias para el mes de marzo cuando inicia la fase experimental, en los meses restantes las temperaturas obtenidas para ese período cuando se comparan a las del promedio histórico, si presentan diferencias con 2 °C por debajo del promedio histórico (Gráfico No. 1). Según Lattanzi (2011) las temperaturas afectan a todas las partes en crecimiento activo en las plantas, alterando la tasa de aparición de hojas, producción de raíces, su posterior elongación y senescencia. El autor afirma también que para las especies de metabolismo C3 las temperaturas óptimas para el crecimiento se ubican en torno a 22 - 25 °C, y mínimas de 0°C, para las especies C4 las temperaturas mínimas abarcarían el rango de 10 a 15 °C, variando entre especies. Sin embargo, en lo que refiere a las precipitaciones, sí puede observarse una mayor diferencia principalmente en los meses de febrero, marzo y mayo.

4.1.2. Balance hídrico

Se elaboró un balance hídrico a partir de la metodología de Thornthwaite y Mather (1957). Para ello se utilizaron registros de precipitaciones y evapotranspiración potencial acumuladas, brindados por la estación meteorológica de EEMAC. Por otra parte, la capacidad de agua disponible en suelo considerada, según lo descrito por Molfino (2009), fue una lámina de 86 mm correspondiente al grupo CONEAT 11.3, sobre los cuales se sitúa el sitio experimental. Para el cálculo de la Evapotranspiración del cultivo (ETc), se utilizó un valor de referencia de coeficiente del cultivo (Kc), sugerido por Jia et al., citados por Dutra Da Silveira y Fernández (2020), para una pastura dominada por *Paspalum notatum*. Para realizar los cálculos del balance hídrico se tomaron en cuenta datos de precipitaciones registrados desde mayo de 2019, sin embargo, en el Gráfico No. 2, se presentan los resultados correspondientes a 3 meses previos al período de evaluación, diciembre 2019 a mayo de 2020.

Se presentan en el Gráfico No. 2, excesos hídricos en 3 momentos diferentes, por otra parte, las deficiencias hídricas se presentaron en varios momentos, con importancia las ocurridas en el período de evaluación de las pasturas. De esta forma los déficits hídricos junto con el descenso de temperaturas registradas, respecto a los promedios históricos, son dos factores que influyeron en la tasa de crecimiento de la pastura.

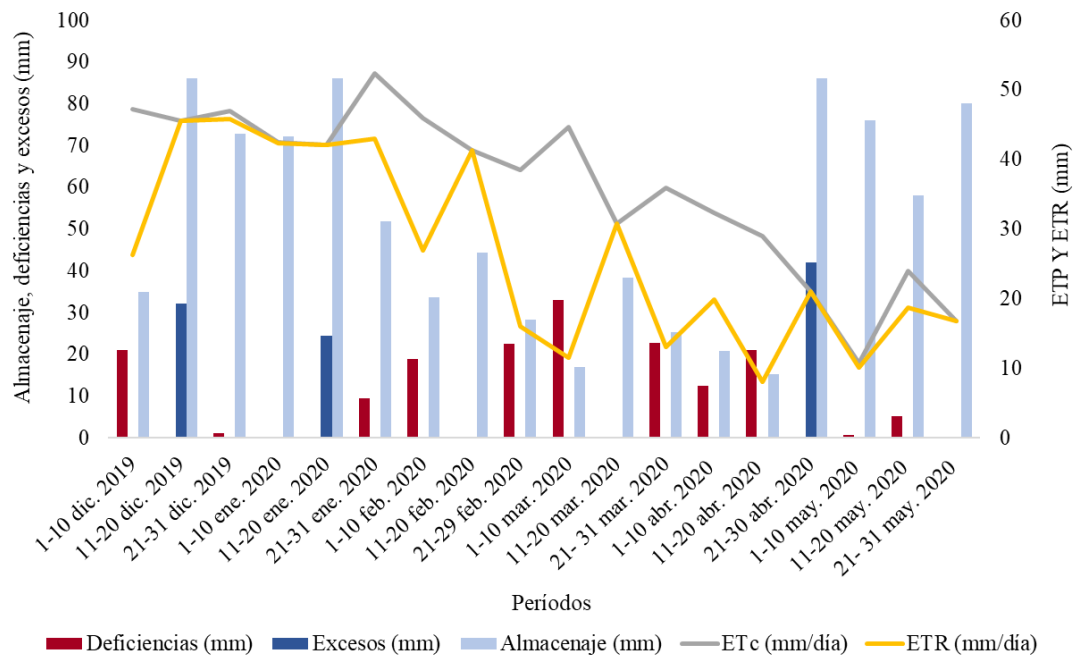


Gráfico No. 2. Evolución del almacenaje de agua en suelo, evapotranspiración del cultivo (ETc), evapotranspiración real (ETR), momentos de excesos y deficiencias hídricas, durante el período de experimentación

4.2. ESTUDIO DE CAMBIOS ESTRUCTURALES DE LA PASTURA

4.2.1. Estudio de cambios estructurales de la pastura a nivel parcela

4.2.1.1. Niveles de la oferta de forraje durante el período de ocupación

Existe más de una forma de expresar la proporción de forraje destinada por animal, el método más aplicado es la oferta de forraje (OF) como porcentaje del peso vivo. En el experimento existió una mayor diferencia en la OF entre tratamientos (Gráfico No. 3). Como se mencionó anteriormente, la OF objetivo en el experimento se ubica en torno al 8%, claramente este valor oscila durante el período, presentando al inicio ofertas mayores y al finalizar una oferta menor. Basado en los datos obtenidos experimentalmente, la oferta se ubica más cercana a lo ideal en los tratamientos de Campo Natural (CN) en los tres bloques analizados y no así en los tratamientos de Campo Natural Mejorado (CNM). En este último caso, la diferencia de OF fue consecuencia de, un desajuste en la carga animal y también de la contribución de especies que conforman el tapiz, donde se relevó una elevada frecuencia de *Axonopus affinis* y *Paspalum notatum*, dos gramíneas estoloníferas que determinan una menor altura de forraje (Anexo No. 9). Por otra parte, las diferencias identificadas entre tratamientos también se asocian a que el objetivo del mejoramiento de campo natural fue

aumentar la producción de forraje en el invierno, época del año en la cual la oferta disminuye, no coincidiendo con el período de experimentación.

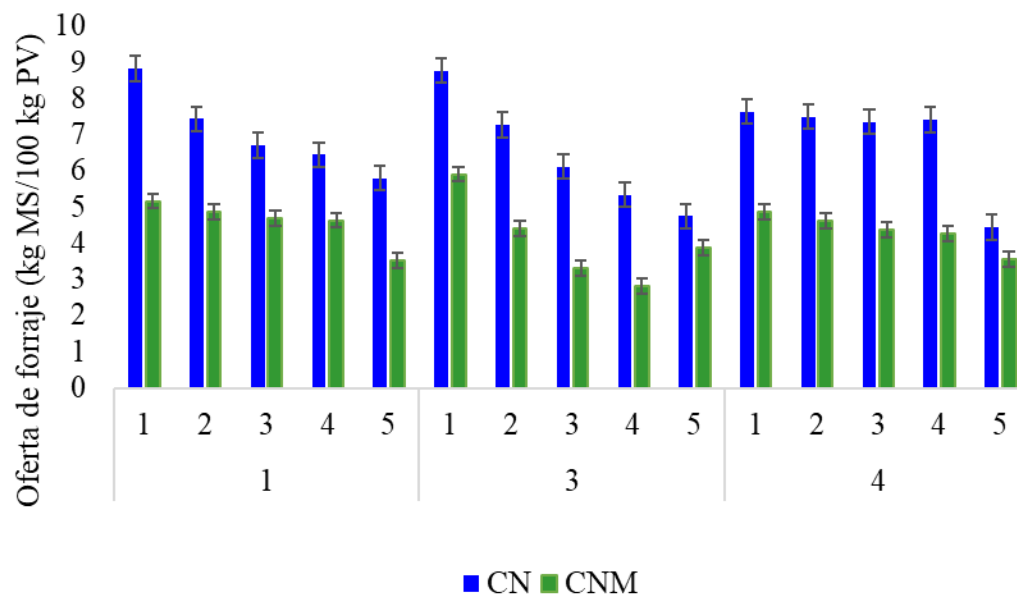


Gráfico No. 3. Evolución de la oferta de forraje (kgMS/ 100 kgPV) en función de los 5 momentos de muestreo durante los días de ocupación, para cada tratamiento y sus repeticiones

El Gráfico No. 3 indica que existe una menor pendiente en CNM a diferencia de CN, posiblemente sea consecuencia de la menor oferta la cual limita el consumo animal y como consecuencia el animal no logra compensar con mayor tiempo de pastoreo. Según Nabinger y De Faccio Carvalho (2009) la carga animal es la determinante de la intensidad de pastoreo, la repercusión de la intensidad se verá reflejada en el largo plazo en la composición del tapiz y la estructura de las plantas. Milchunas et al., citados por Nabinger et al. (2011), señalan que pequeñas modificaciones en la intensidad de pastoreo tiene grandes repercusiones en la diversidad de especies de una pastura natural. Pinto (2011) en estudios de largo plazo donde se realizaron manejos con ofertas fijas, constató que a bajas OF (4%) se determinó una mayor frecuencia de especies postradas como *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis*, *Stylosanthes montevidensis*. En la misma línea encontró que con ofertas mayores (8-12%) una elevada frecuencia de especies invernales tales como *Briza poaemorpha*, *B. subaristata*, *Piptochaetium lasianthum*, *Piptochaetium montevidense*, y especies estivales tales como *Andropogon lateralis*, *Aristida laevis*, *Schizachyrium microstachyum*.

4.2.1.2. Cambios en los niveles de altura y su variabilidad

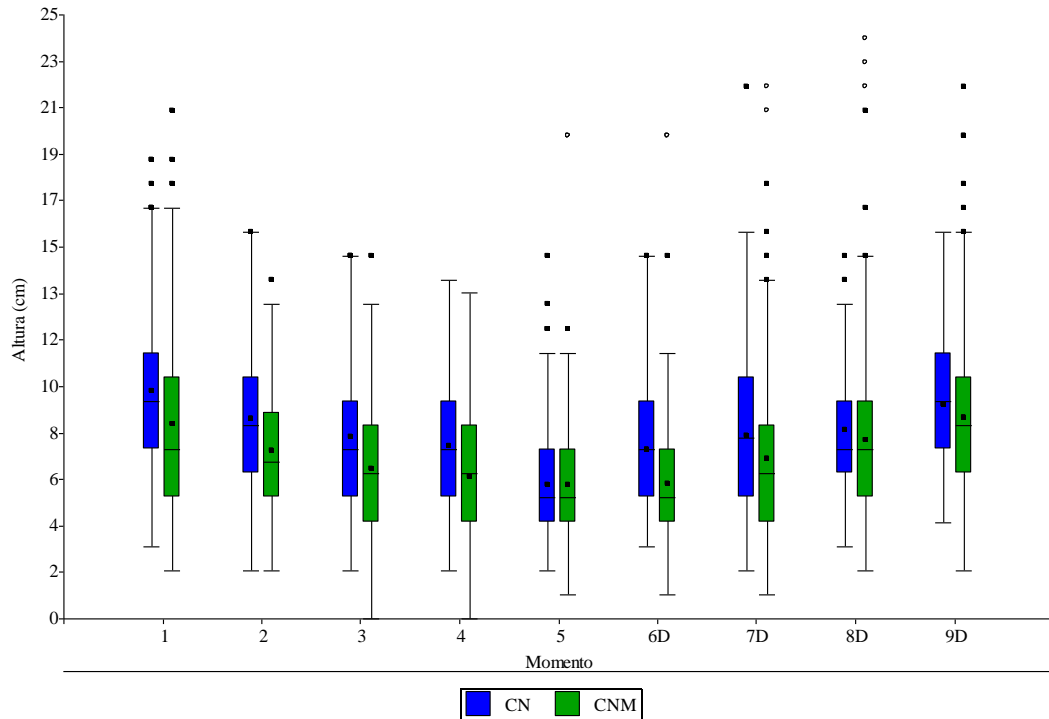


Gráfico No. 4. Evolución de la altura promedio de la pastura para los tres bloques y sus repeticiones, durante la fase de ocupación (momentos del 1 al 5) y en la fase de descanso (momentos 6D al 9D)

El Gráfico No. 4, representa los promedios de alturas en CN y CNM de los 3 bloques analizados. Las cajas de color azul y verdes corresponden a la mayor concentración de datos agrupados de las alturas en cada tratamiento. Los “bigotes” representados por líneas ubicadas por debajo y por encima de las cajas, hacen referencia a la dispersión de datos que conforman los cuartiles inferior y superior. Por otra parte, los puntos representan a aquellos valores de alturas que se encuentran fuera del rango establecido, conocido como “valores atípicos”. En el momento 1 existe mayor dispersión de valores de alturas respecto al momento 5, a medida que transcurre el período de ocupación la masa de forraje tiende a disminuir determinando que la altura a nivel parcela se vuelva más homogénea y como resultado muestra menor dispersión en los datos. Ocurriendo un comportamiento inverso a partir del período de recuperación de la pastura. Prache y Peyraud, citados por Asuaga et al. (2011), aseguran que la condición del forraje se modifica al consumirse, la altura disminuye, la densidad de tallos se incrementa y la cantidad de lámina disminuye resultando en menor consumo. Desde otra perspectiva, Carvalho et al. (2009) afirman que con mayores OF por animal, estos tienen una capacidad alta de seleccionar una dieta rica en nutrientes. Por lo que es de esperarse

que a medida que transcurre el tiempo la masa de forraje disminuye y la selectividad de igual forma decrece.

Al igual que se analizó la variación en la evolución de la OF durante el período de ocupación, la variación de la altura de la pastura dentro del mismo período es consecuencia de la selectividad animal, ya que al ingresar a pastorear prefieren seleccionar una dieta de mejor calidad nutritiva, conformada principalmente por láminas verdes. Con el transcurso de los días el porcentaje de láminas disminuye, y aumenta la proporción de vainas, por lo que al finalizar el período de ocupación se encuentra menor variaciones en la altura, efecto de una mayor densidad del forraje en este estrato. Arnold, citado por O' reagain y Schwartz (1995) afirma que los animales tienen la capacidad de seleccionar ante toda la variabilidad en el tapiz vegetal, las hojas más que los tallos, lo verde ante el material senescente y las hojas jóvenes más que las maduras.

La altura promedio que prestan los tratamientos al iniciar la fase de descanso (6D) es de 5.5 centímetros (Gráfico No. 4), a partir de dicho remanente y de las sustancias de reservas acumuladas por las plantas, estas comienzan a rebrotar y reconstituir su aparato fotosintético, tal como expresó anteriormente Smetham (1981).

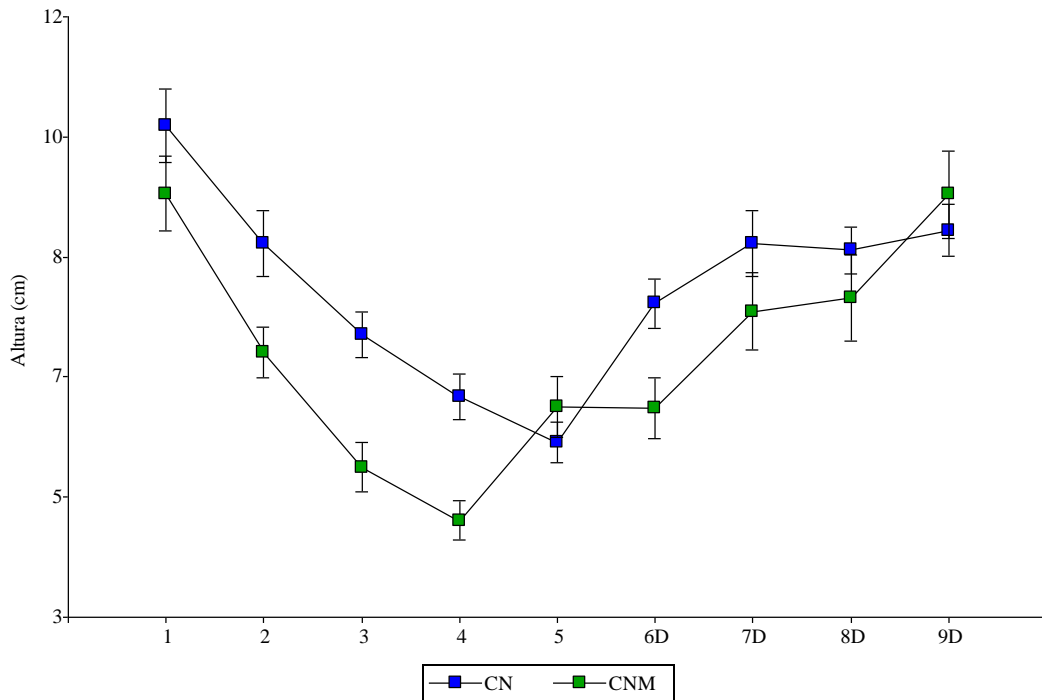


Gráfico No. 5. Evolución de la altura promedio del bloque 3, para cada tratamiento, durante la fase de ocupación (momentos del 1 al 5) y la fase de descanso (momentos 6D al 9D)

A partir del momento en que los animales ingresan a pastorear a la parcela la altura comienza a disminuir en ambos tratamientos (Gráfico No. 5). Se visualiza que desde el momento 1 al 4, CN presenta una altura promedio superior respecto a CNM, sin embargo, del momento 4 al 5 en este último tratamiento se produce un aumento en la altura que supera a CN. El remanente en ambos tratamientos para dicho momento, CNM presenta 4.5 cm de altura y una proporción de verde de 46.01 %, por otra parte, CN presentó una altura de 6.3 cm y un porcentaje de verde de 40.9%. Las precipitaciones (52 mm) y las temperaturas medias (23.3°C) para el período comprendido entre 11/03 y 20/03, por lo tanto, esto impacta en la TC ya que valores superiores en porcentaje de tejido verde, determina que se produzca un aumento en la TC al iniciar el momento 4. La superioridad en porcentaje de verde observada en CNM se atribuye a un efecto residual de nitrógeno de los mejoramientos realizados años anteriores. Woledge, citado por Nabinger (1998), señaló que la fotosíntesis es afectada por la continua remoción de hojas por parte del animal ante altas presiones de pastoreo, el remanente está sometido a alta luminosidad por lo que produce hojas nuevas que no serán sombreadas por otras, además, estas son de una eficiencia fotosintética muy alta. Nabinger (1998) también afirma que el nitrógeno tiene un papel muy importante en la vida media foliar, en la expansión por lo cual esto afecta la capacidad de restauración del área foliar,

consecuentemente el crecimiento de las plantas es lento donde este nutriente es deficitario. Rodríguez (2019) destacó mediante experimentos de largo plazo, que es posible observar un efecto residual del nitrógeno incluso después de pasados 7 años de la última fertilización sobre mejoramientos en campo natural. Rosengurtt (1939), asegura que se producen variaciones en la masa de forraje producido, como consecuencia de que las lluvias y las temperaturas de una estación, promueven más a unas especies que a otras, y que las adversidades climáticas en otros momentos afectan de diferente forma a las distintas especies.

Una vez iniciado el período de descanso, a pesar de que ambos tratamientos parten de un mismo remanente, CN presenta alturas superiores a CNM. Esa diferencia en alturas es explicada porque CN presenta un tapiz más heterogéneo debido a la mayor presencia de especies cespitosas lo que le permite alturas superiores. Por otra parte, CNM al manejarse con menores OF determina que las especies que se encuentran en mayor proporción son aquellas adaptadas al pastoreo siendo el caso de *Axonopus affinis* y *Paspalum notatum*. Millot et al. (1987) establecieron tres hábitos de crecimiento más frecuentemente encontrados en las pasturas pratenses: rizomatosas, estoloníferas y cespitosas. Según los autores, los dos primeros son los más adaptados frente al pastoreo, permitiéndoles tener ventajas competitivas frente a las cespitosas, logrando colonizar mayor superficie. Esta ventaja se debe a que las rizomatosas o estoloníferas, logran escapar al pastoreo, manteniendo gran parte del área foliar intacta. En este tipo de plantas predominan las especies perennes estivales. También señala que, los pastos se han adaptado al pastoreo, prevaleciendo los postrados por lo que afirma que se produce una masa densa de forraje en los estratos inferiores y a medida que se aleja del suelo la masa de forraje es menos densa.

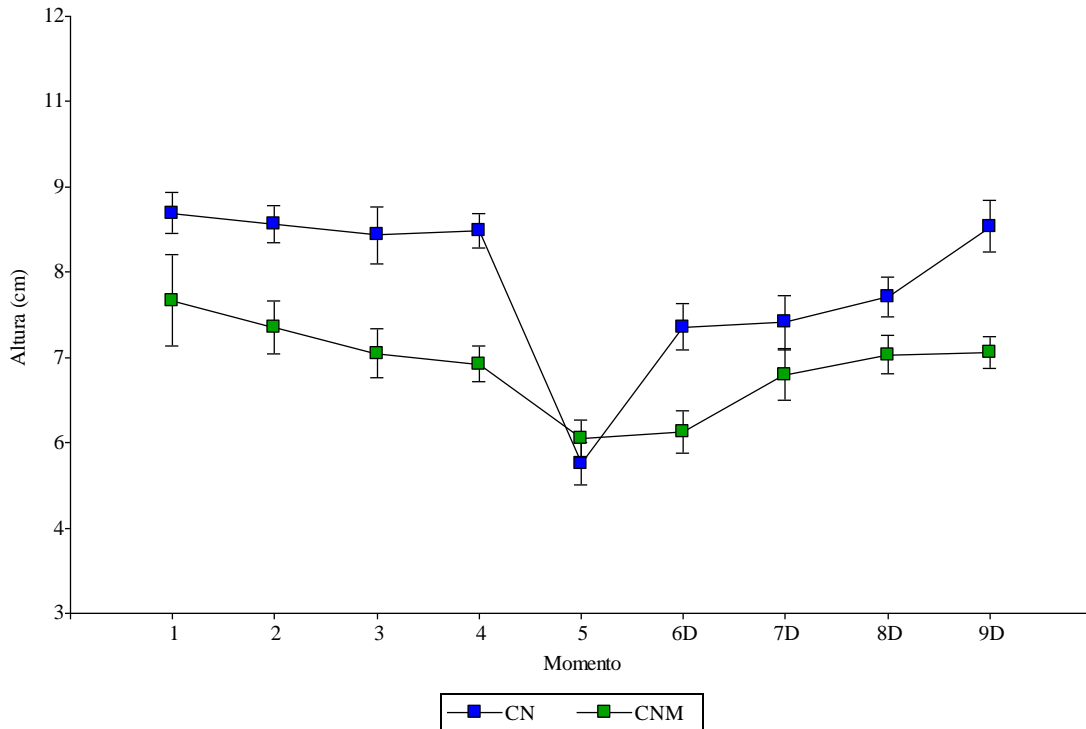


Gráfico No. 6. Evolución de la altura promedio del bloque 4, para cada tratamiento, durante la fase de ocupación (momentos del 1 al 5) y la fase de descanso (momentos 6D al 9D)

En el Gráfico No. 6, se destaca diferencias en términos de altura entre tratamientos donde existe una marcada superioridad de CN respecto a CNM, y que además dicha variable no es modificada a medida que transcurren los días de pastoreo, a diferencia de lo que ocurrió en el bloque 3 en el cual se observa una modificación en la estructura de la pastura durante el período de ocupación. Así mismo, durante la etapa de evolución CN presentó valores de alturas superiores, comportamiento asociado al manejo de la OF y también a la dominancia de especies cespitosas ya que en CNM el 65% de biomasa esta explicado por especies rastreras tales como *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis*, determinando menor altura.

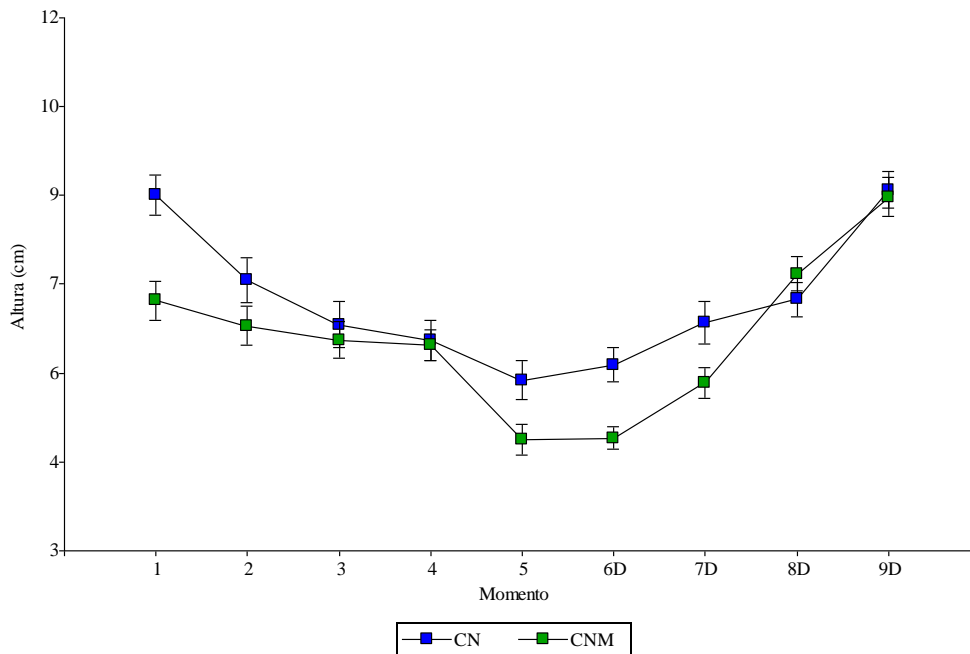


Gráfico No. 7. Evolución de la altura promedio del bloque 1, para cada tratamiento, durante la fase de ocupación (momentos del 1 al 5) y la fase de descanso (momentos 6D al 9D)

La desaparición de la masa de forraje ocurre de forma desigual para ambos tratamientos, debido a que en CN la mayor desaparición de MS se da del momento 1 al 3 consecuencia de una mayor disponibilidad de forraje al inicio a diferencia CNM, del momento 3 al 4 la disponibilidad es similar en ambos tratamientos (Gráfico No. 7). Sin embargo, CNM del momento 1 al 4 no muestra mayores modificaciones en la altura del forraje consecuencia de que los animales en dicho período pastorean los estratos superiores. En cambio, del momento 4 al 5 se produce una modificación abrupta en la estructura de la pastura generando un nuevo horizonte de pastoreo el cual se caracteriza por ser más denso, con mayor proporción de vainas y material senescente. Entre los momentos 6D y 8D (Cuadro No. 1), en ambos tratamientos se produjeron incrementos en la TC de la pastura siendo promovida por las condiciones ambientales ocurridas desde el 21 al 30 de abril, donde se registraron precipitaciones de 113 mm y temperaturas media de 18 °C. A partir del momento 8D CNM presenta una altura superior a CN, comportamiento asociado a la composición del tapiz caracterizado por presentar mayor frecuencia de especies invernales, principalmente *Stipa setigera*, *Piptochaetium stipoides* y *Piptochaetium bicolor*, viéndose beneficiadas por las temperaturas y el fotoperíodo (Anexo No. 12).

4.2.2. Estudio de cambios estructurales de la pastura a nivel transecta

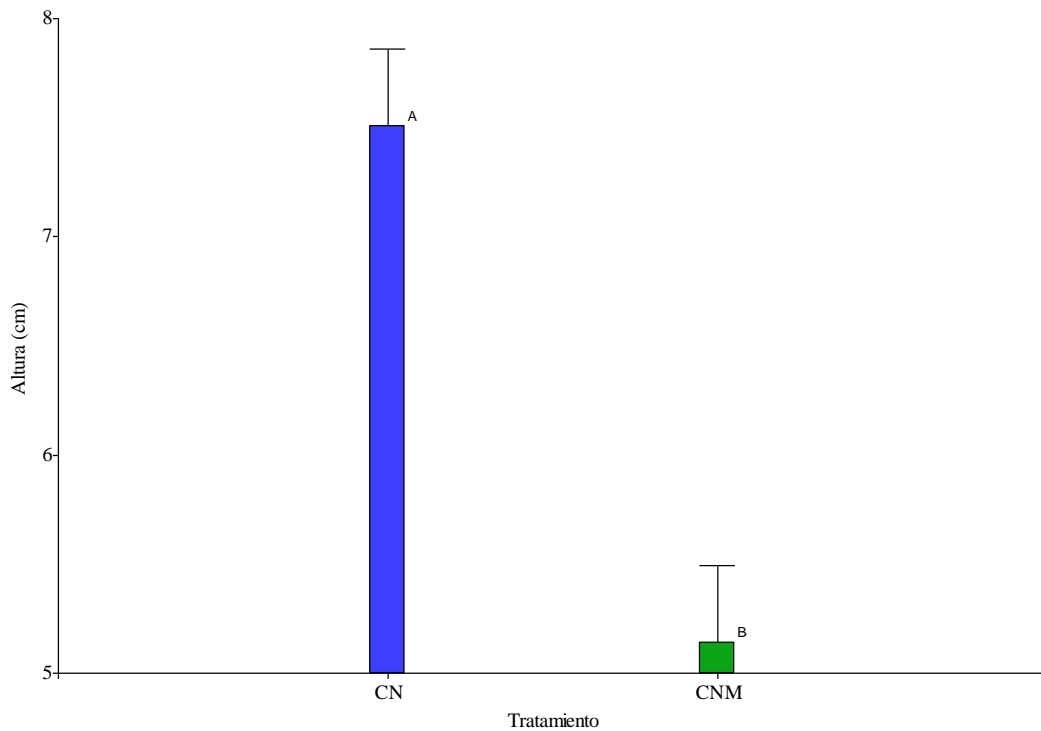


Gráfico No. 8. Altura promedio de la pastura para los tres bloques y sus tratamientos, en el período de ocupación

Se encontraron diferencias significativas entre la altura promedio del forraje en los tres bloques, siendo inferior en CNM (Gráfico No. 8). Como se mencionó anteriormente, es consecuencia de una menor oferta de forraje comparado a CN, también la menor altura promedio es resultado de mayor presencia de especies estoloníferas tales como *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis* y rizomatosas como *Desmodium incanum* (Anexo No. 9).

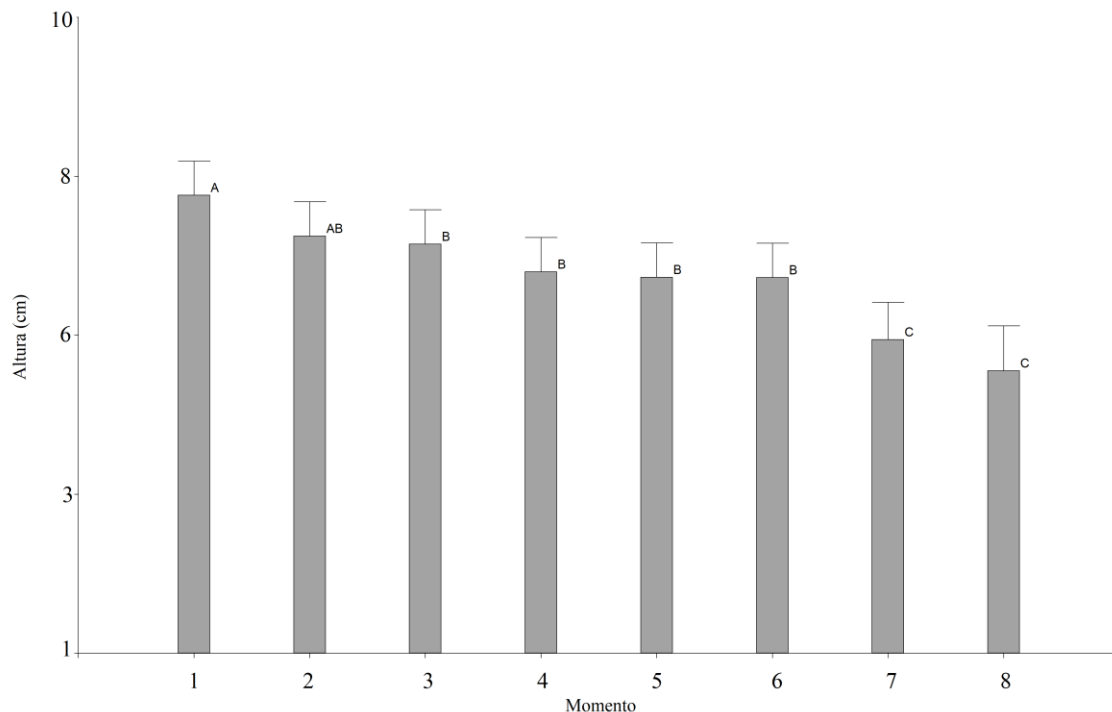


Gráfico No. 9. Altura promedio de la pastura para los ambos tratamientos y sus repeticiones, en cada momento de medición, durante el período de ocupación

No se observan diferencias significativas en términos de altura desde momento 2 al 6. La altura promedio de las transectas de ambos tratamientos disminuye a medida que transcurre el tiempo de ocupación (Gráfico No. 9). En los momentos 1, 2 y 3, se visualizan alturas superiores, como consecuencia de una mayor disponibilidad de forraje y de mayor calidad atribuible a mayor proporción de láminas. En las siguientes mediciones (momento 4, 5 y 6) la altura se mantiene constante, como consecuencia que durante el proceso de pastoreo el animal comienza de cierto modo a rechazar parte del forraje por ser de menor calidad y también debido a la mayor proporción de vainas y restos secos. En el momento 7 y 8, los animales vuelven a visitar aquellos sitios ya pastoreados buscando cosechar forraje para poder cubrir los requerimientos nutricionales, disminuyendo significativamente la altura.

Cabe destacar, que los experimentos variaron en tiempo y también en espacio, es por eso que este comportamiento en conjunto, sin dudas enmascara el efecto que tuvieron las precipitaciones, temperatura y condiciones de radiación solar en cada uno de los tratamientos, lo cual puede ser atribuible al comportamiento representado en el Gráfico No. 9. Da Mota et al. (1981), en Rio Grande do Sul, validaron un modelo de crecimiento de pasturas bajo situaciones similares a las de Uruguay, concluyendo que la

radiación, la temperatura y el balance hídrico fueron los principales parámetros en explicar variaciones en el crecimiento de las pasturas naturales.

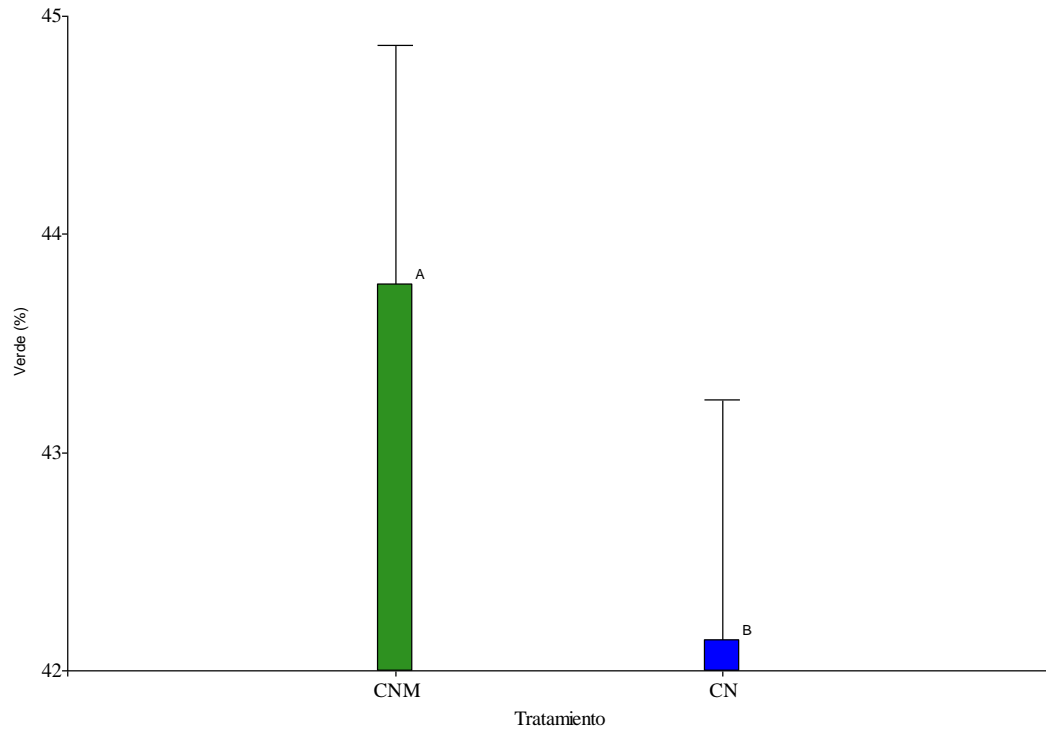


Gráfico No. 10. Proporción de forraje verde promedio de la pastura para los tres bloques y sus repeticiones, durante el período de ocupación

Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de verde entre CN y CNM, resultado de la mayor contribución de especies invernales en dicho tratamiento las cuales durante el período evaluado (otoño) se encontraban iniciando el rebrote (Gráfico No. 10). Rosengurt (1979), afirma que las especies invernales inician su período de crecimiento en otoño, con una variación entre especies desde febrero hasta agosto. Por otra parte, la superioridad en el porcentaje de verde en CNM, es consecuencia del nitrógeno residual aportado por las leguminosas introducidas en el mejoramiento, además de las re fertilizaciones anuales con fuentes fosfatadas que también favorecen a las leguminosas nativas presentes en el tapiz, tales como *Desmodium incanum* y *Medicago lupulina*. André et al. (2016) detectaron en el mismo sitio experimental la presencia de estas dos especies nativas, asociando su presencia al agregado de fósforo en CNM al momento de la introducción de las leguminosas. Risso et al. (1997) aseguran que el mejoramiento de campo natural a través de la introducción de leguminosas cumple un doble rol: aportar al rendimiento (cambiando la

estacionalidad y atenuando períodos críticos) de forraje al incrementar la biomasa, así como también contribuir al aporte de nitrógeno al suelo y a otras forrajeras existentes fomentando su expresión. Similar razonamiento fue señalado anteriormente por Millot et al. (1987).

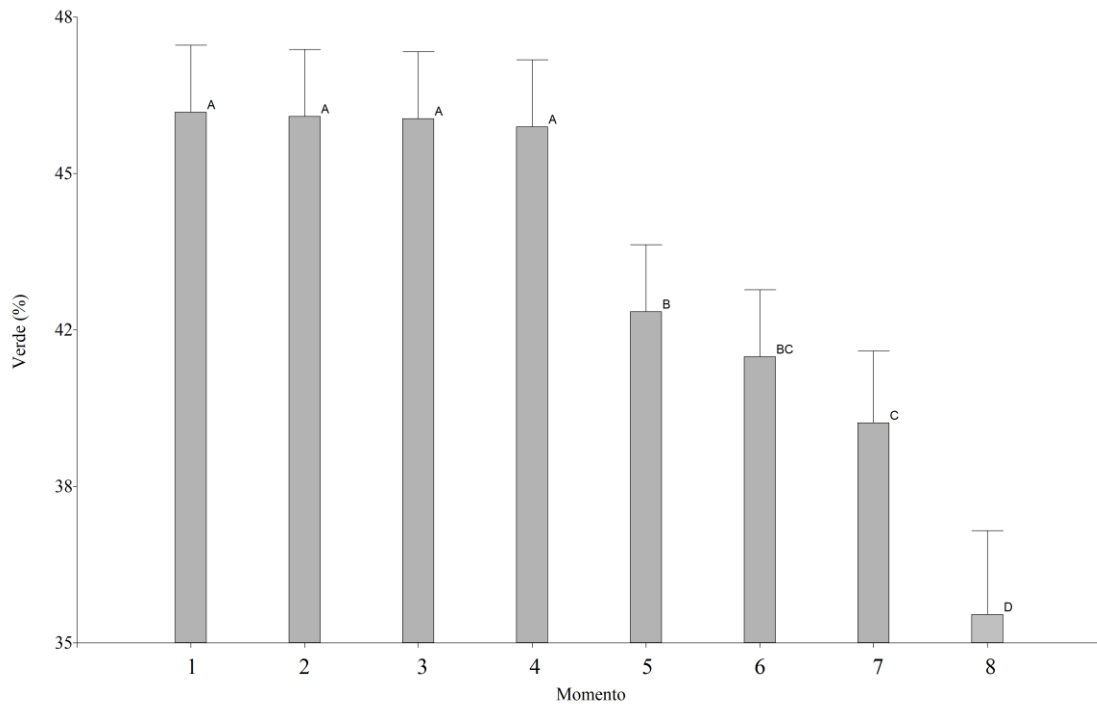


Gráfico No. 11. Proporción de forraje verde promedio de la pastura para ambos tratamientos y sus repeticiones, durante el período de ocupación de la pastura

El Gráfico No. 11, hace referencia a la proporción de forraje verde promedio de los tratamientos, el cual disminuye a medida que transcurren los días de ocupación debido a que en primera instancia los animales consumen láminas verdes, quedando al final del período tallos, vainas y material senescente. Momentos 1, 2, 3 y 4, no muestran diferencias significativas, esto podría deberse a que CNM pese a que tiene menor altura, posee mayor porcentaje de verde y menor acumulación de restos secos. Por otra parte, en los momentos 3 y 4, la mayor relación verde/seco puede estar asociado a la presencia de especies estivales estoloníferas que escapan al diente del animal, permitiéndoles mantener su área foliar. De acuerdo a lo que plantea Rosengurt (1979), especies estivales tales como *Paspalum dilatatum* y *Paspalum quadrifarium* pueden permanecer con el área foliar verde por más tiempo a fines de temporada, si el invierno no es tan riguroso. El autor también señala a otra especie estival, *Paspalum notatum*, especie sensible al frío, frente a algún “veranillo” tiene la capacidad de rebrotar.

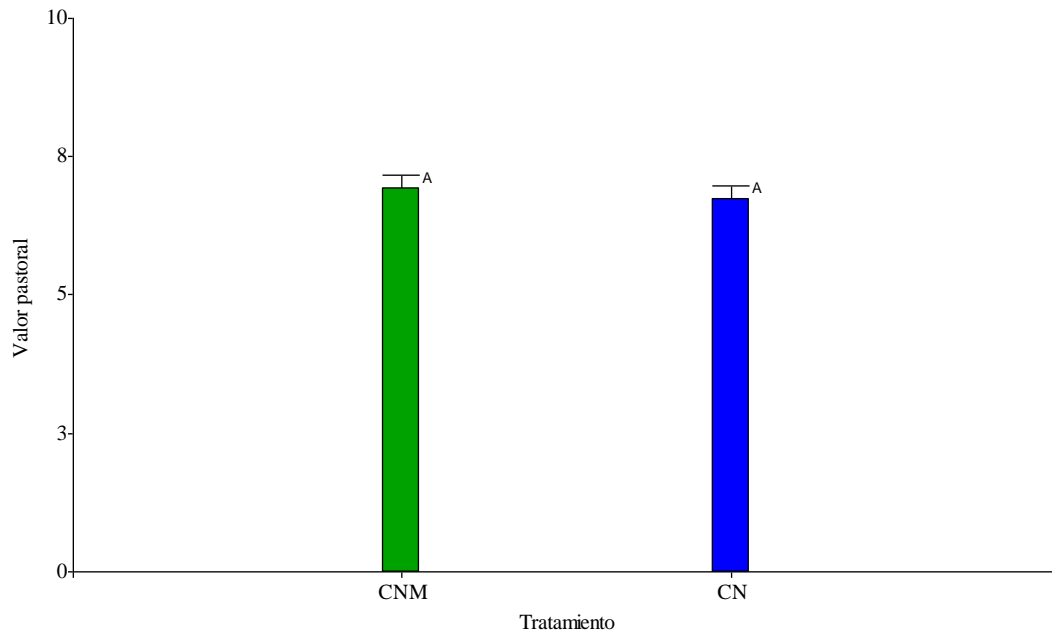


Gráfico No. 12. Valor pastoral promedio de la pastura para los tres bloques y sus repeticiones

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a VP, sin embargo, sería esperable una diferencia significativa a favor de CNM teniendo en cuenta los beneficios del mejoramiento si se compara con CN (Gráfico No.12). Según Berretta y Bemhaja (1991), la introducción de especies a un tapiz y la fertilización favorece no solo la mejora en calidad de forraje, sino que además realizar un pastoreo dirigido, permite obtener una mayor producción invernal, y con una mayor contribución de especies invernales, perennes y finas. Sin embargo, el tratamiento de CN demostró tener un VP alto debido a los beneficios que representa el pastoreo rotativo además de la mayor OF, en el cual los períodos de descanso favorecen a determinadas especies como fueron mencionadas anteriormente que son más apetecidas por el ganado debido al tipo productivo que estas poseen contribuyendo a un aumento de su frecuencia dentro del tratamiento.

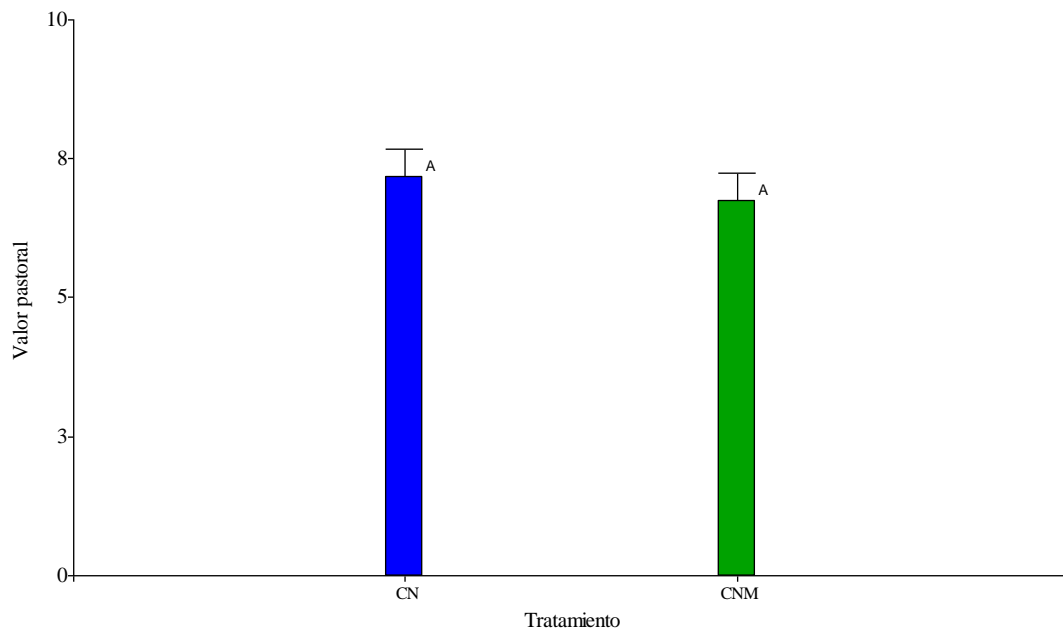


Gráfico No. 13. Valor pastoral promedio de la pastura para el bloque 3, en cada tratamiento, durante la fase de ocupación

No se encontraron diferencias significativas en valores de VP en el bloque 3 (Gráfico No. 13), ya que ambos tratamientos tienen una alta presencia de especies de buen tipo productivo siendo el caso de *Paspalum dilatatum* especie fina, *Stipa setigera* especie tierna- fino y *Paspalum notatum* especie tierna. Se destaca para el tratamiento CNM la presencia de *Bromus auleticus* especie fina y además la contribución que hacen las leguminosas a dicho tapiz siendo la principal *Desmodium incanum* especie tierna-fina (Anexo No. 11).

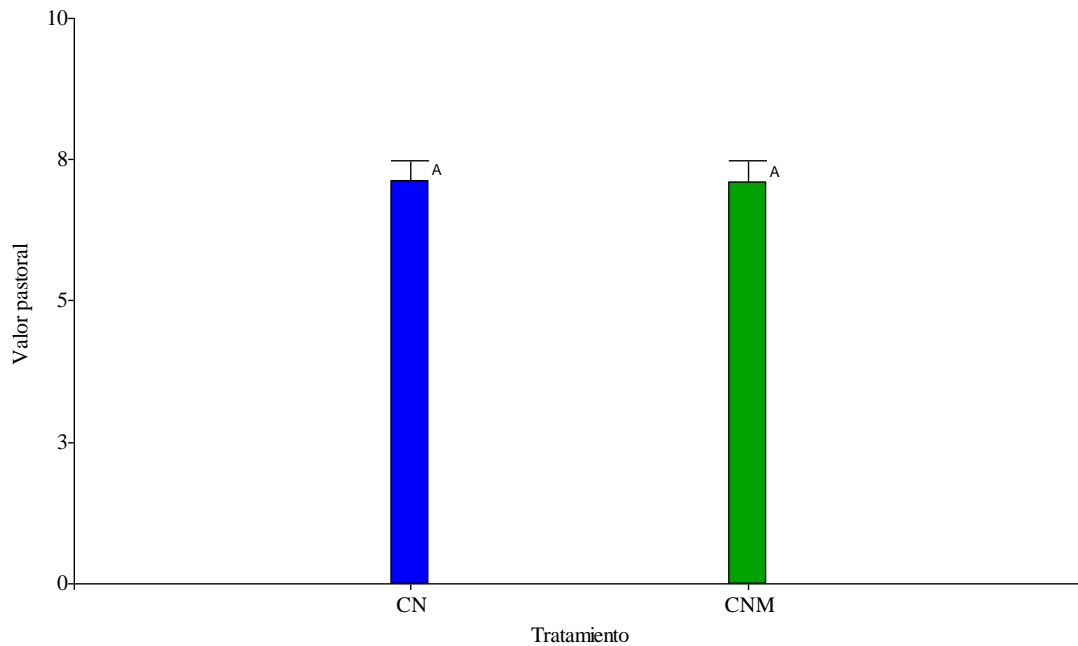


Gráfico No. 14. Valor pastoral promedio de la pastura para el bloque 4, en cada tratamiento, durante la fase de ocupación

No existieron diferencias significativas en VP entre tratamientos en el bloque 4, ya que, en ambos ocurre algo similar al bloque 3 (Gráfico No. 14). El tapiz está conformado principalmente por especies de tipo productivo fino como *Paspalum dilatatum* y también especies tiernas *Paspalum notatum*. Sin embargo, CN posee mayor proporción de *Setaria geniculata* especie tierna, y en el caso de CNM se encontró mayor proporción de especies tiernas- finas tales como *Setaria geniculata* y *Desmodium incanum* (Anexo No. 10).

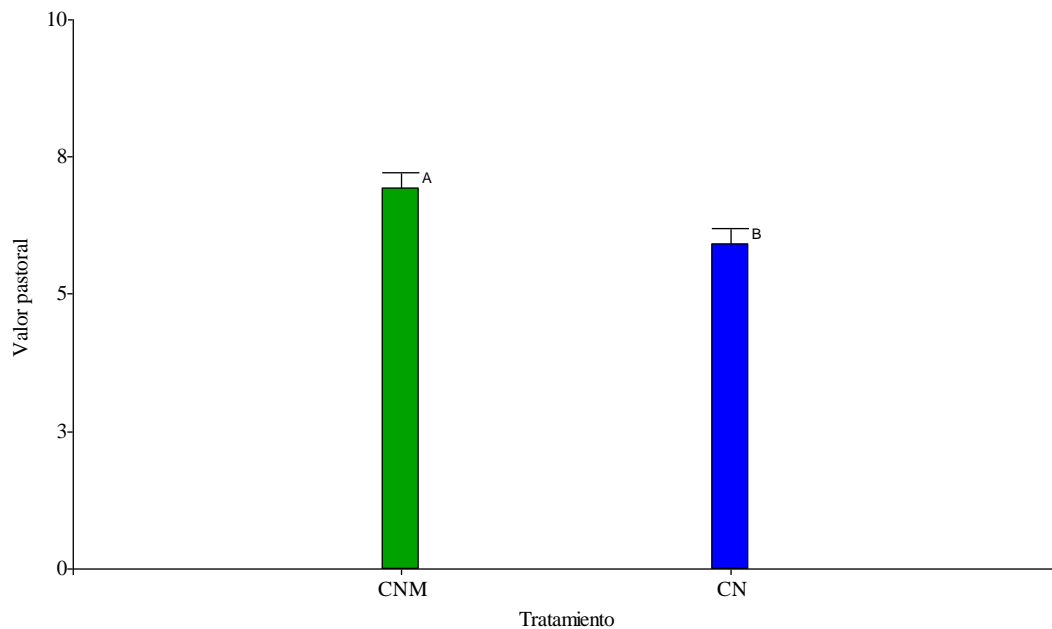


Gráfico No. 15. Valor pastoral promedio de la pastura para el bloque 1, en cada tratamiento, durante la fase de ocupación

Se encontró diferencias significativas en valores de VP entre tratamientos del bloque 1 (Gráfico No. 15). Las especies presentes en CNM como *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis* y *Piptochaetium stipoides*, de tipo productivo tierno, son las que más aportan a la contribución de biomasa, además de considerar la presencia *Stipa setigera* de tipo productivo tierno-fino y *Paspalum dilatatum* de tipo productivo fino. A partir de lo anterior, se destaca la mayor contribución de especies tiernas y finas y no tan así las especies ordinarias y duras. En CN además de contar con la presencia de especies de tipo productivo, hay que tener en cuenta que el VP está condicionado por la presencia de especies como *Cynodon dactylon*, de tipo productivo ordinario y también *Bothriochloa laguroides* y *Ciperáceas*, ambas especies ordinarias que en conjunto con *Cynodon dactylon* contribuyen en un alto porcentaje a la biomasa, haciendo que el VP de este tratamiento sea inferior a CNM (Anexo No. 12).

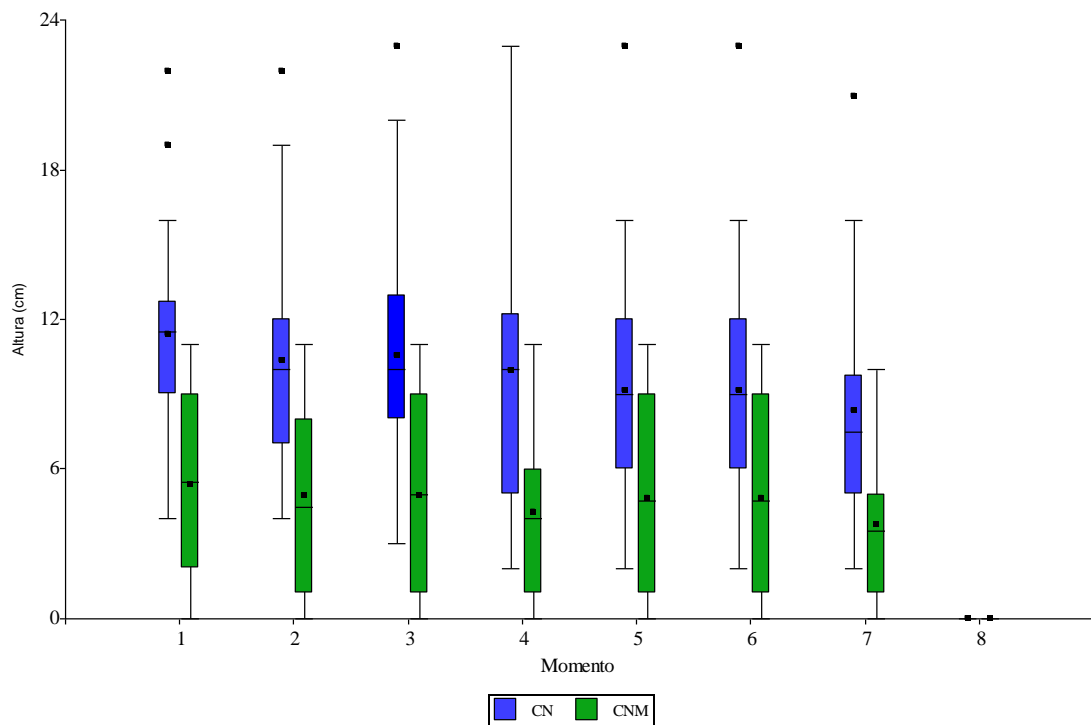


Gráfico No. 16. Box plot correspondiente a alturas promedio de transectas en bloque 3, para cada momento de medición

Existió una marcada diferencia entre las alturas promedio de CN y CNM donde además se aprecia diferencias en la dispersión de los datos entre los diferentes tratamientos y los diferentes momentos de ocupación (Gráfico No. 16). En CN, desde el momento 1 al 4 se observa un aumento en la dispersión de datos, efecto de una mayor heterogeneidad en el tapiz provocada por la selectividad animal, ya que consumen el forraje más apetecible rechazando el menos apetecible, haciendo que se genere una doble estructura en la pastura. Posterior al momento 4, la variación de los datos es menor ya que los animales ven afectada la capacidad de selección debido a que disminuye la disponibilidad de forraje, por lo tanto, los animales se ven forzados a consumir lo anteriormente rechazado, de esta forma el tapiz tiende a homogeneizarse. En CNM, la dispersión de los datos es similar en los momentos 1, 2, 3, ya que, a menor altura de la pastura, los animales presentan menor capacidad selectiva, por lo tanto, al ser bajo el horizonte de pastoreo la posibilidad de rechazo es baja. En cambio, para CN, al poseer una diversidad florística mayor y un VP menor respecto al CNM, le permite al animal expresar la capacidad selectiva y cosechar la dieta en función del tipo productivo, la altura y la calidad. En lo que respecta a las especies de CNM, estas se corresponden con tipos productivos tierno y finos en su mayoría, esto también podría explicar la menor selectividad animal.

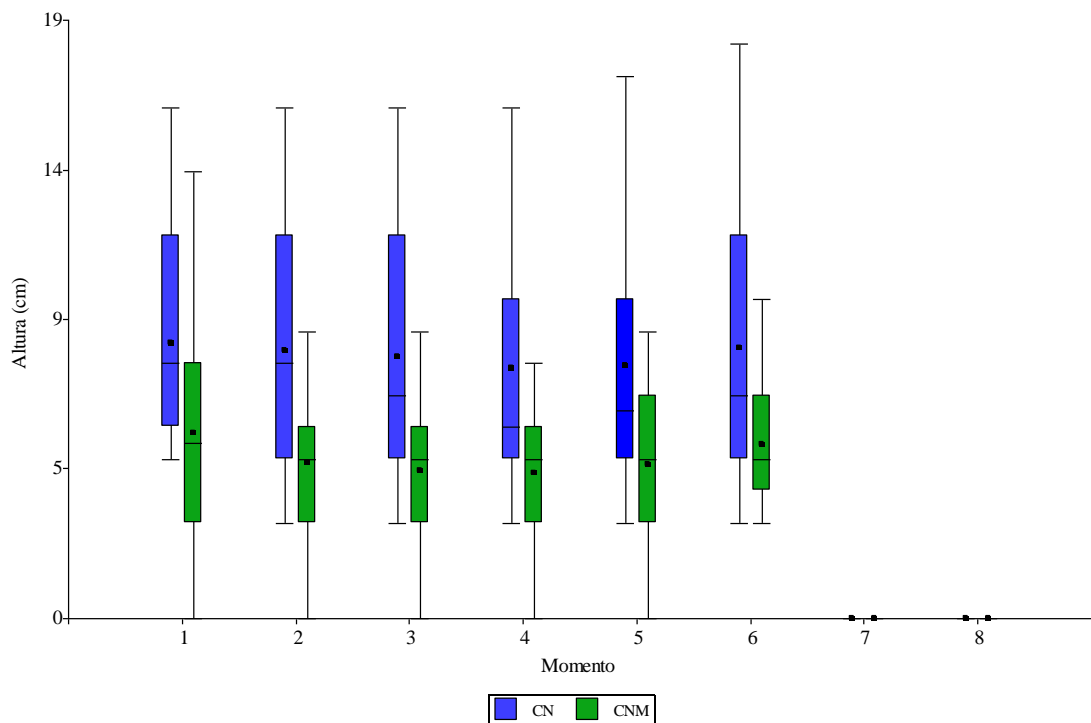


Gráfico No. 17. Box plot correspondiente a alturas promedio de transectas en bloque 4, para cada momento de medición

En CN cuando los animales ingresan a pastorear, no provocan mayores modificaciones en la estructura de la pastura (Gráfico No. 17). En cambio, a partir del momento 4 se comienza a observar cambios estructurales efecto de la selectividad animal dejando como resultado un doble horizonte de pastoreo: el horizonte superior conformado por especies duras que fueron rechazadas, en estado reproductivo y acumulación de restos secos y, por otra parte, el horizonte inferior compuesto por parches donde el animal cosecho forraje de mejor digestibilidad, especies de tipo productivo tierno- fino y una relación lamina/vaina mayor. Desde el momento 5 hasta finalizado el período de ocupación ocurre un incremento en la frecuencia de visita a aquellos sitios ya pastoreados provocando mayor variabilidad en la estructura del tapiz. Se destaca en el momento 6 el aumento en la TC de la pastura, lo cual se asocia a efectos climáticos favorables haciendo que se logre finalizar el período de ocupación con mayor disponibilidad de forraje en este tratamiento. Sin embargo, en CNM se visualiza menor variabilidad en alturas del forraje a lo largo del período de ocupación siendo consecuencia de una mayor contribución de especies de porte rastrero que concentran mayor proporción de láminas en los primeros centímetros de altura.

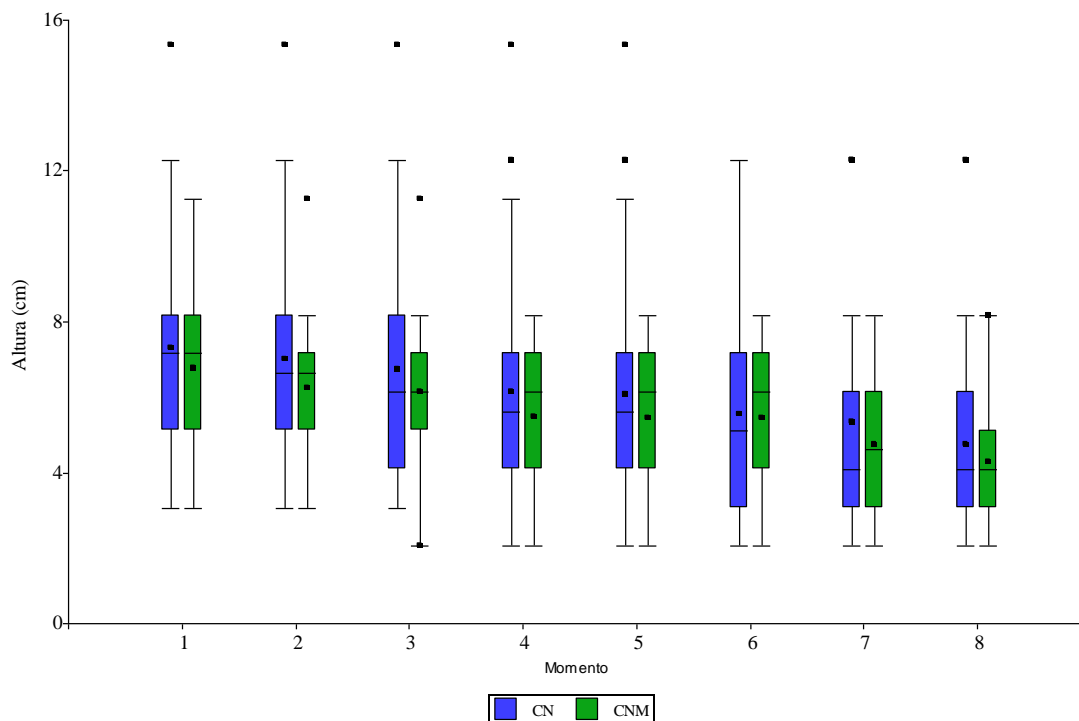
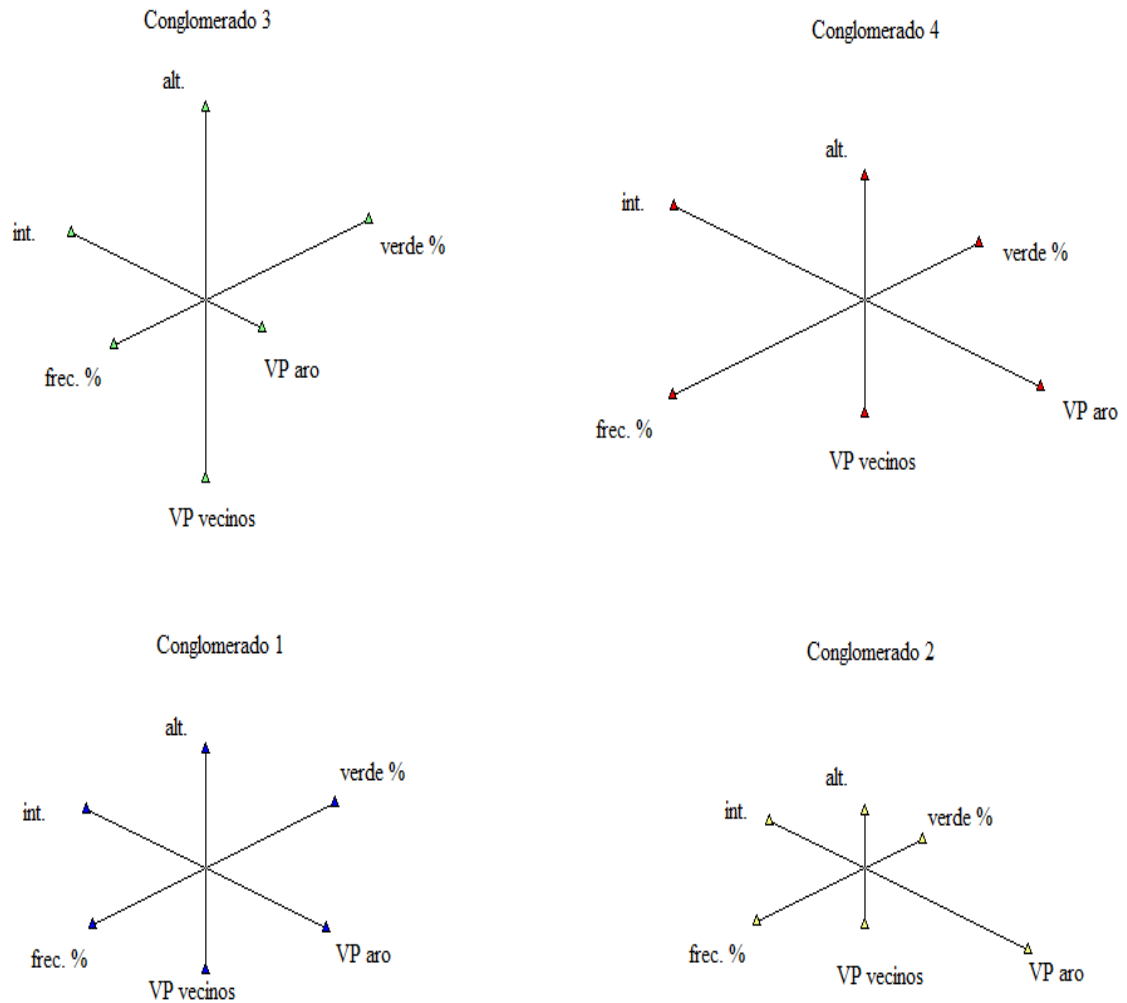


Gráfico No. 18. Box plot correspondiente a alturas promedio de transectas en bloque 1, para cada momento de medición

En el Gráfico No. 18, CN permite diferenciar 3 etapas donde los efectos son asociados a la selectividad animal. La primera etapa en los momentos 1, 2 y 3, el animal comienza a consumir una dieta constituida principalmente en calidad, prefiriendo especies de mejor tipo productivo mostrando preferencia por laminas respecto a vainas. La segunda etapa durante los momentos 4, 5 y 6 donde sigue ejerciendo presión de selección sobre esas especies de mejor calidad a diferencia de que aumenta el consumo de vainas provocando una disminución en la relación lamina-vaina, así como también un decaimiento de la relación verde-seco. La tercera etapa durante los momentos 7 y 8 el tapiz se vuelve más homogéneo, la dieta del animal se compone principalmente de vainas y de aquellas especies de tipo productivo ordinario-duro que rechaza al inicio del período. Sin embargo, en CNM cuando los animales ingresan a pastorear se enfrentan a una variabilidad en la pastura la cual una vez que transcurren los días de ocupación se pierde, siendo este comportamiento consecuencia de la mayor estabilidad que el tapiz ofrece, haciendo referencia a componentes que hacen a la estructura de la pastura tales como proporción de verde y relación lámina/vaina. En el momento 8 la variabilidad fue mínima, representada por el tamaño de la caja en el box-plot, debido a que la capacidad de selectividad del animal es cada vez menor y genera una estructura de la pastura más homogénea.

4.2.3. Estudio de la frecuencia e intensidad de defoliación a nivel sitio

A partir de técnica multivariados, de análisis de conglomerados se definen 4 grupos (Anexo No. 13).



alt.= altura, int.= intensidad, frec.=frecuencia.

Gráfico No. 19. Gráfico de estrellas representando los cuatro conglomerados resultantes en CN contemplando los tres bloques

En CN se presentan 4 tipos de conglomerados o manchas (Gráfico No. 19). El conglomerado 2 se encuentra en mayor frecuencia y se caracteriza por presentar bajos valores de altura promedio y porcentaje de verde, respecto al resto de los grupos, por otra parte, los valores de VP en aro central y vecinos determinan la presencia de especies de tipo productivo tierno-ordinario. Asimismo, el conglomerado 1 también se encuentra

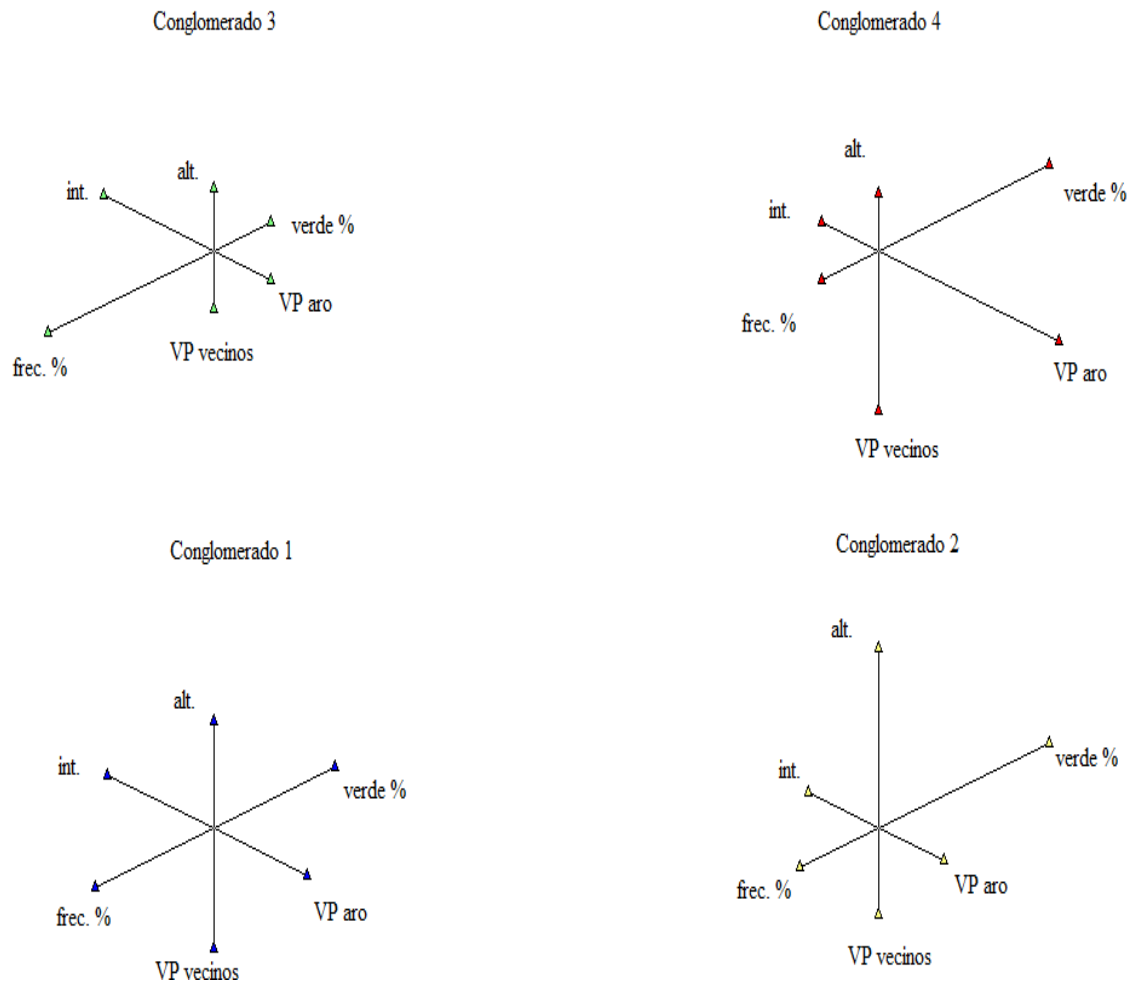
con alta frecuencia, pero a diferencia del descrito anteriormente, sus valores de altura promedio y porcentaje de verde son superiores. Sin embargo, el VP de aro central se corresponde con la presencia de especies de tipo productivo ordinario- tierno, mientras que VP vecinos se corresponde con la presencia de especies tierno-ordinario. El conglomerado 4 se presenta en menor frecuencia respecto a los anteriores, se caracteriza por poseer una altura promedio superior a la de los grupos 1 y 2. Su valor de VP aro determina la presencia de especies de tipo productivo tierno-ordinario a diferencia de VP vecinos que por ser superior coincide con la presencia de especies de tipo productivo tierno. El conglomerado 3 aparece en menor frecuencia y se caracteriza por poseer valor de altura promedio superior al de los grupos anteriores, así como también un % de verde promedio destacable. El VP en aro central se corresponde con la presencia de especies de tipo productivo ordinario-tierno, mientras que el VP vecinos presenta especies de buen tipo productivo tales como tierno-fino.

El animal trata de manera diferencial a cada conglomerado, de esta forma el conglomerado 4 por presentar mejores valores de estructura de la pastura y VP, el animal lo prefiere frente a los demás tipos de manchas lo cual se refleja en el largo de los vectores de frecuencia de visita e intensidad de defoliación. Se busco asociar la ubicación de dicho grupo a centros de atención para el animal como lo son los bebederos para que también explique esa preferencia, pero se encontró que hay una elevada frecuencia relativa de estos conglomerados ubicados a distancias lejanas a bebederos (Anexo No. 5).

Los conglomerados 1 y 2, presentan similares características tanto de estructura como de valores pastorales, resultando en frecuencias de visitas e intensidades de defoliaciones similares. En cambio, el conglomerado 3, presenta una mayor estructura respecto a los demás tipos de manchas en términos de altura, pero en lo que respecta al VP del aro central, este determina una baja frecuencia de visitas por parte del animal influyendo en la selectividad de estos tipos de manchas. A pesar de la baja frecuencia de visitas, la intensidad de defoliación es elevada, lo que podría asumir que los animales frecuentan este tipo de conglomerados una vez que ya fueron visitadas las manchas que presentaron mejores valores en términos de calidad. Como fue mencionado anteriormente por Stuh (1991), el animal determina el sitio de alimentación y debe seleccionar el tipo de especies dentro del dosel que desea cosechar, por lo que es de esperarse que, dentro del tratamiento de CN, la heterogeneidad de la pastura efecto del pastoreo y la diversidad de especies, hagan con que el animal seleccione su dieta aumentando aún más la heterogeneidad en término de estructura de la pastura. De esta forma las especies de menor calidad y valor pastoral serán las que predominarán en el estrato superior debido a la menor apetecibilidad y generando una mayor diferenciación de estratos en el tapiz vegetal.

Con la finalidad de encontrar algún tipo de asociación entre los conglomerados y los distintos tipos de suelo y analizar su comportamiento se encontró que los

conglomerados 1 y 2 son los que más se repiten dentro del tratamiento de CN, sin embargo, es este último grupo el que muestra una frecuencia relativa de 100% para el tipo de suelo 3 (Anexo No. 7), es decir, suelos profundos de fertilidad alta. Este tipo de suelos está comprendido por Brunosoles Éútricos Típicos, Planosoles Éútricos y Litosoles Éútricos Melánicos en una proporción del 36.7% del área (Anexo No. 14). La menor altura de este tipo de manchas no está explicada por el tipo de suelo, sino que por la presión de pastoreo que se observa en la frecuencia de visita e intensidad de defoliación. En cambio, los demás conglomerados 1, 3 y 4 demuestran tener una asociación equitativa entre blanqueales y suelos profundos en menor medida. La mayor asociación de estos tipos de manchas a los blanqueales pueden estar determinada por la mayor proporción que ocupa este tipo de suelo en dicho tratamiento, siendo aproximadamente el 57% del área.



alt.= altura, int.= intensidad, frec.=frecuencia.

Gráfico No. 20. Gráfico de estrellas representando los cuatro conglomerados resultantes en CNM contemplando los tres bloques

En base a los registros obtenidos, en CNM también se presentan 4 tipos de manchas (Gráfico No. 20). El conglomerado 2 aparece con mayor frecuencia y se caracteriza por poseer mayor altura promedio y % de verde, además de un VP aro y vecinos que se corresponde con la presencia de especies de tipo productivo tierno-ordinario. El conglomerado 1 también aparece en alta frecuencia, pero a diferencia del tipo de mancha anterior sus valores de altura promedio y % de verde son inferiores, sin embargo, poseen un VP tanto aro como vecinos que coincide con tipos productivos tierno y tierno-fino respectivamente. El conglomerado 3 se ubica en tercer lugar en cuanto a frecuencia de aparición dentro del tratamiento, presenta valores de altura y % de verde muy inferiores comparadas a las manchas descritas anteriormente. Su valor de

VP aro corresponde a tipos productivos tierno- ordinario y VP vecinos a tipos productivos tiernos. En último lugar, el conglomerado 4 presenta un valor de altura inferior, aunque con similar valor de % de verde al del grupo 2. Se destaca en sus valores de VP tanto en aro como en vecinos, el primero determina la presencia de especies de tipo productivo fino- tierno, mientras que VP vecino se corresponde con tipos productivos tierno- fino.

El animal al ingresar a pastorear en este tratamiento muestra preferencia por aquellas manchas que poseen mejor estructura en términos de: altura promedio, % de verde y por otra parte de VP. Esto se refleja en los resultados obtenidos donde el conglomerado 1 presenta mayor frecuencia de visita e intensidad de defoliación. El conglomerado 2 a pesar de presentar una buena estructura además de buen VP aro y vecinos, cuando se lo compara con el conglomerado 1 que presenta menor altura promedio y valores inferiores de VP aro y vecinos, este último indica que los animales muestran una preferencia frente al anterior ya que posee valores superiores de frecuencia de visita. Analizando la frecuencia relativa de cercanía a bebederos (Anexo No. 6), se establece que existe una cierta asociación positiva de estos tipos de manchas con la cercanía a bebederos. Por otra parte, la altura promedio fue determinante del comportamiento animal en términos de intensidad de defoliación en ambos tipos de manchas, el conglomerado 3 presenta menores valores para dicha variable por presentar menor altura, sin embargo, el conglomerado 2 al tener mayor altura promedio muestra valores superiores de intensidad, brindándole al animal mejor accesibilidad al forraje alterando en menor medida el proceso de cosecha.

El conglomerado 4 presenta valores inferiores de frecuencia de visita e intensidad de defoliación, a pesar de que las especies presentes en el aro central y en los vecinos sean de excelente tipo productivo, la baja altura del forraje hace que este sea menos accesible para el animal haciendo que los mismos pastoreen primeramente aquellas manchas que le permitan mayor permanencia en el sitio de pastoreo, ya que la suma de sus atributos los hace más preferidos. Tal y como fue mencionado por Hodgson (1981), Poppi et al. (1987), existe una relación directa entre el comportamiento ingestivo de los animales y la estructura presentada por los distintos conglomerados en dicho tratamiento, ya que se observa que los animales trataron de forma distinta a las manchas según los atributos que hacen a cada una de ellas como por ejemplo valor pastoral, altura promedio, porcentaje de verde. Como fue mencionado anteriormente por Millot et al. (1987), de igual forma ocurre para el tratamiento de CNM en términos de estructura de tapiz, los animales por efecto del pastoreo y de la oferta de forraje presionan sobre unas especies más que otras, haciendo con que se modifique la estructura de la pastura lo que conlleva a un predominio de especies que se adaptan a las altas cargas y escapan al diente del animal, tal es el ejemplo de *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis*. Haciendo referencia a la altura presentada en los conglomerados en este tratamiento se asocia al estrato inferior a una mayor densidad de forraje y cuanto más se aleja del suelo a los horizontes de pastoreo superiores la densidad decae.

La selectividad animal opera desde que ingresan a la parcela hasta que son retirados. A medida que la masa de forraje desaparece la selectividad pierde relevancia ya que en primera instancia el animal va a consumir aquellas manchas que presenten especies de alto valor nutritivo y además con buena accesibilidad.

En términos de asociación de tipos de manchas a los distintos suelos, los conglomerados 3 y 4 a pesar que son los que menos se repiten dentro del tratamiento de CNM, ambos presentan una frecuencia relativa de 100% para el tipo de suelos 2 (Anexo No. 8), es decir Litosoles. Este grupo de suelos aparece en una baja proporción, 17% del total del área experimental (Anexo No. 14) por lo que se establece que este tipo de manchas se asocian a estos suelos. Como el ambiente edáfico constituye una limitante para la exploración radicular en profundidad, tapices como los ya mencionados anteriormente en el conglomerado 4 se ven favorecidos debido a la forma de colonización. Similar comportamiento tiene el conglomerado 3, pudiendo tratarse de un tapiz cespitoso al cual el agua disponible en suelo es un factor limitante que afecta la producción de materia seca. Por otra parte, el efecto de la alta frecuencia de visita e intensidad de defoliación consecuencia de una menor OF sobre este tipo de manchas condicionan la estructura de este tipo de tapiz siendo menos denso y con una trama menos compacta permitiendo localizar espacios libres donde el suelo está descubierto. Tal y como mencionan Altamirano et al. (1976) los Litosoles se clasifican por poseer un contacto lítico a 30 cm o menos de profundidad, limitando de esta forma el arraigamiento en profundidad de las plantas.

Los conglomerados 1 y 2 son los que mayor frecuencia tienen de repetición dentro del tratamiento, pero este tipo de manchas no tiene una asociación marcada a un tipo de suelo en particular, sino que muestra tener una frecuencia relativa alta para suelos como Litosoles, pero también aparecen con una mayor frecuencia relativa en segundo lugar los blanqueales y por último los suelos profundos, los cuales están comprendidos por Brunosoles Éútricos Típicos, Planosoles Éútricos y Litosoles Éútricos Melánicos. Cabe destacar que al igual que ocurre con los conglomerados anteriores el ambiente edáfico condiciona la expresión de estos tipos de manchas.

5. CONCLUSIONES

El animal selecciona sitios de pastoreo en base a atributos de la mancha tales como valor pastoral, altura y proporción de material verde.

La estructura de la pastura se modifica a medida que transcurre la ocupación en la parcela afectando la selectividad animal, debido a una disminución en la altura y en la proporción de material verde.

Medidas de manejo como OF mostraron ser más relevantes que los efectos del mejoramiento en lo respecta a la altura al finalizar los 40 días de descanso.

6. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento de la producción y desaparición de la masa de forraje en pastoreo rotativo en campo natural y campo natural mejorado con introducción de leguminosas y agregado de fertilizantes, es que se propone medir la frecuencia de visita e intensidad de defoliación por parte de los animales a los distintos tipos de manchas y evaluar su posterior recuperación en el período de descanso. Dicho experimento se instaló en el potrero No. 18 de UdelaR. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”). El período de experimentación se realizó en la estación de otoño del año 2020, período comprendido entre el 9 de marzo y el 27 de mayo. El diseño experimental usado fue DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar), donde se ubican 2 tratamientos (campo natural y campo natural mejorado con introducción de leguminosas y agregado de fertilizante) y 3 repeticiones. Para llevar a cabo el experimento se utilizaron vaquillonas de más de 2 años, con un peso promedio de 345 kilos \pm 21 kilos de peso vivo, un período de ocupación en cada parcela de 15 días y 45 días de descanso. El método utilizado fue de estrella donde se instalaron transectas con sitios georreferenciados en los cuales se relevó la contribución de las principales especies y posterior al ingreso de los animales se realizaban las mediciones periódicas de altura, porcentaje de verde, frecuencia de visita e intensidad de pastoreo. En términos de altura de la pastura al ingresar y con el transcurso de los días de ocupación los animales modifican la estructura del tapiz, homogeneizando ésta a través del pastoreo. Estos a través de la selección que ejercen sobre los distintos conglomerados prefieren aquellos que ofrecen una mejor calidad de dieta, tanto en términos de estructura de la pastura como de valor pastoral. De esta forma es que se observa en el comportamiento ingestivo de los animales las preferencias de unas manchas respecto a otras a través de la frecuencia de visita e intensidad de defoliación. Como forma de evaluar la recuperación de la pastura en ambos tratamientos se monitoreo la evolución de la altura posterior a la retirada de los animales, con la finalidad de establecer diferencias en la producción de forraje.

Palabras clave: Pastoreo rotativo; Campo natural; Campo natural mejorado; Estructura de la pastura; Frecuencia de visita; Intensidad de defoliación.

7. SUMMARY

With the objective of evaluating the behavior of the production and disappearance of the forage mass in rotational grazing in natural field and improved natural field with the introduction of legumes and the addition of fertilizers, it is proposed to measure the frequency of visits and intensity of defoliation by part of the animals to the different types of stains and evaluate their subsequent recovery in the rest period. This experiment was installed in paddock No. 18 of the UdelaR. Agronomy faculty. EEMAC (Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni"). The experimentation period was carried out in the autumn season of the year 2020, a period between March 9th. and May 27th. The experimental design used was CRBD (Completely Random Block Design), where 2 treatments are located (natural field and natural field improved with the introduction of legumes and the addition of fertilizer) and 3 repetitions. To carry out the experiment, heifers over 2 years old were used, with an average weight of 345 kg \pm 21 kg of live weight, an occupation period in each plot of 15 days and 45 days of rest. The method used was a star method where transects were installed with georeferenced sites in which the contribution of the species was surveyed and after the entry of the main animals, periodic measurements of height, percentage of green, frequency of visits and grazing intensity were made. In terms of height of the pasture when entering and over the course of the days of occupation, the animals modify the structure of the mat, homogenizing it through grazing. These, through the selection they exert on the different conglomerates, prefer those that offer a better quality of diet, both in terms of structure and pastoral value. In this way, the preferences of some stains are observed in the intake behavior of the animals through the frequency of visits and intensity of defoliation. As a way of evaluating the recovery of the pasture in both analyses, the evolution of the height after the removal of the animals is monitored in order to establish differences in forage production.

Key words: Rotational grazing; Natural field; Improved natural field; Structure of the pasture; Frequency of visits; Intensity of defoliation.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t. 1, 96 p.
2. Altesor, A.; Ayala, A.; Paurelo, J. M. 2019. Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales II. Montevideo, INIA. 168 p. (FPTA no. 69).
3. André, M.; Pedoja, B.; Ramírez, C. 2016. Respuesta productiva de un campo natural sometido a niveles crecientes de intervención. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 93 p.
4. Arce, M.; Fernández, P.; Ricceto, S. 2013. Respuesta estival de *Festuca arundinacea*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum* y *Pennisetum purpureum* cv Mott al riego suplementario. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 97 p.
5. Asuaga, J. P.; Pintado, D. 2011. Estructura de la pastura, selectividad y conducta de vacas lecheras en pastoreo de pasturas mezclas sometidas a cambios en la intensidad de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 49 p.
6. Barthram, G. T. 1986. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Alcock, M. M. ed. The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984-85. Edinburgh, UK, HFRO. pp. 29-30.
7. Berretta, E. J. 1988. El pastoreo como herramienta para mejorar la productividad de las pasturas naturales. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campos y Chaco (9^a., 1987, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Tacuarembó, s.e. pp. 79-93.
8. _____. 1989. Técnicas para evaluar la dinámica de pasturas naturales en pastoreo. In: Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical, Grupo Campos (11^a., 1989, Lages, Brasil). Trabalhos apresentados. Lages, s.e. pp. 129-147.
9. _____.; Bemhaja, M. 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. 103-106 (Serie Técnica no. 13).

10. _____. 1998. Efecto del pastoreo y de la introducción de especies en la evolución de la composición botánica de las pasturas naturales. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 91-97 (Serie Técnica no. 102).
11. Boggiano, P.; 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, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 105-113 (Serie Técnica no. 151).
12. Brandão de Carvalho, C. A.; Carneiro da Silva, S.; André, S.; De Moura, L. F.; Carnevalli, R.; Silveira, C. G. 2000. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim 'tifton 85' sob pastejo. (en línea). *Scientia Agricola*. 57(4):591-600. Consultado 29 ago. 2021. Disponible en <https://www.scielo.br/j/sa/a/Fkvh4kgJMVzbkvt7dPGcdMF/?lang=pt&format=pdf>
13. Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Hurley, Berks, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. pp. 42-79 (Bulletin no. 42).
14. Cangiano, C. A. 1996. Morfología de gramíneas y leguminosas forrajeras, implicancias en el manejo. In: Cangiano, C. A. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA. pp. 5-14.
15. Carámbula, M. 1996a. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-103 (Serie Técnica no. 80).
16. _____. 1996b. Mejoramientos extensivos: fundamentos. In: Risso, D.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 241-245 (Serie Técnica no. 80).
17. _____. 2002. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.

18. _____. 2004. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 3, 412 p.
19. _____. 2010. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
20. Carvalho, P. C. F.; Marçal, G. K.; Ribeiro Filho, H. M. N. 2001. Pastagens altas podem limitar o consumo dos animais. (en línea). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (38^o, 2001, Piracicaba). Trabalhos apresentados. s.n.t. pp. 853-871. Consultado 17 ago. 2021. Disponible en <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/forragens/artigos/IMPORTANCIA%20DA%20ESTRUTURA%20DA%20PASTAGEM%20NA%20INGESTAO%20E%20SELECAO%20DE%20DIETAS%20PELO%20ANIMAL%20EM%20PASTEJO.pdf>
21. _____.; Neves, F. P.; Texeira, D.; Nabinger, C.; Espírito, C. H. 2009. Desmistificando o aproveitamento do pasto. (en línea). In: Jornada Técnica em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva (4^a, 2009, s.l.). Trabalhos apresentados. s.n.t. pp. 1-25. Consultado 13 jun. 2021. Disponible en <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/forragens/artigos/DESMISTIFICANDO%20O%20APROVEITAMENTO%20DO%20PASTO.pdf>
22. Castaño, J. P.; Giménez, A.; Ceroni, N.; Furest, J.; Aunchayna, R.; Bidegain, M. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. Montevideo, INIA. 40 p. (Serie Técnica no. 193).
23. Da Mota, F. S.; Berny, Z. B.; Da Mota, J. F. 1981. Índice climático de crecimiento de pastagens naturais no Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 16(4):453-472.
24. Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. 2018. InfoStat versión 2018. Córdoba, Argentina, Universidad Nacional de Córdoba. FCA. Centro de Transferencia InfoStat. 336 p.
25. Dumont, B.; Gordon, I. J. 2003. Diet selection and intake within sites and across landscapes. In: International Symposium on the Nutrition of Herbivores (6th, 2003, Merida). Proceedings. México, s.e. pp. 175-194.
26. Dutra Da Silveira, J. M.; Fernández, G. 2020. Efecto de la intervención de campo natural con nitrógeno y leguminosas en verano otoño sobre la producción

primaria y secundaria. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 144 p.

27. Formoso, D. 1996. Estrategias de manejo de las pasturas naturales. Producción Ovina. no. 9:21-34.
28. Galli, J. R.; Cangiano, C. A. 1998. Relación entre la estructura de la pastura y las dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo en bovinos. (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. 18(3-4):247-261. Consultado 15 jun. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/93-pastura_bocado_consumo.pdf
29. Hardoy, A.; Danelón, J. L. 1989. Selección de la dieta y consumo de rumiantes en pastoreo. (en línea). Nutrición Animal Aplicada. 2(8):32-34. Consultada may. 2021. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/35-seleccion_dieta_y_consumo.pdf
30. Hodgson, J. 1981. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: International Symposium on Nutritional Limits to Animal Production from Pastures (1981, St. Lucia, Queensland, Australia). Proceedings. St Lucia, CSIRO. Division of Tropical Crops and Pastures. pp. 153-166.
31. _____. 1990. Grazing management: science into practice. New York, Longman. 203 p.
32. Jaurena, M.; Porcile, V.; Baptista, R.; Carriquiry, E.; Díaz, S. 2018. La regla verde: una herramienta para el manejo del campo natural. (en línea). Revista INIA. no. 54:24-27. Consultado nov. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11347/1/revista-INIA-54-setiembre-2018.pdf>
33. Lattanzi, F. A. 2011. Crecimiento de las plantas forrajeras. In: Cangiano, C. A.; Brizuela, M. A. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA. pp. 63-68.
34. Maraschin, G.; Mott, G. 1989. Resposta de uma complexa mistura de pastagem tropical a diferentes sistemas de pastejo. (en línea). Pesquisa Agropecuária Brasileira. 24(2):221-227. Consultado mar. 2021. Disponible en <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/14153/8095>

35. Marriot, A. C.; Carrère, P. 1998. Structure and dynamics of grazed vegetation. (en línea). *Annales de Zootechnie* (France). 6(47):359-369. Consultado ene. 2021. Disponible en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00889737/document>
36. Methol, R. 1989. El pastoreo rotativo una herramienta de trabajo. *Almanaque del Banco de Seguros del Estado* 1989:190-192.
37. Mezzalira, J. C.; Carvalho, P.; Kuhn, J.; Bremm, C.; Fonseca, L.; Fonseca, M.; Vizzotto, M. 2012. Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. *Ciência Rural* (Santa María). 42(7):1264-1270.
38. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2011. Censo general agropecuario 2011. (en línea). Montevideo. 146 p. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/censo2011.pdf>
39. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento en pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. (en línea). Montevideo, FUCREA. 199 p. Consultado 16 abr. 2020. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6305/1/Relevamiento-de-pastnaturales-y-mejora-extensivos-en-areas-ganad-del-Urug-Millot-1987ainfo-incompleto.pdf>
40. _____. 1997. Manejo del pastoreo y su incidencia sobre la composición botánica y productividad del campo natural. (en línea). In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. Montevideo, INIA. pp. 68-71 (Serie Técnica no. 13). Consultado 17 abr. 2020. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807115854.pdf>
41. Molfino, J. H. 2009. Estimación del agua potencialmente disponible en los grupos CONEAT. (en línea). Montevideo, INIA. 15 p. Consultado 8 jun. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4925/1/Molfino-J.H.-2009.-Estimacion-del-agua....pdf>

42. Nabinger, C. 1997. Princípios da exploração intensiva de pastagens: produção de bovinos a pasto. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem (13^o., 1997, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, FEALQ. pp. 15-95.
43. _____. 1998. Princípios de manejo e produtividade de pastagens. In: Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos de Corte (3^o., 1998, Canoas, Rio Grande do Sul). Anais. Canoas, ULBRA. pp. 54-107.
44. _____. 2006. Manejo de campo nativo na região sul e a viabilidade do uso de modelos. Rio Grande do Sul, UFRGS. 28 p.
45. _____.; De Faccio Carvalho, P. C. 2009. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia* (Uruguay). 13(3):18-27.
46. _____.; _____.; Cassinato Pinto, J. C.; Mezzalira, D.; Boggiano, P. 2011. Servicios ecosistémicos de las praderas naturales: ¿es posible mejorarlos con más productividad? *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 19(3):27-34.
47. Nunes, E.; De Faccio, P. C.; Gonçalves da Silva, C. E.; Texeira dos Santos, D.; Queirolo, J. A.; Baggio, C.; Nabinger, C. 2009. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de desfolhação e seleção de dietas. (en línea). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38(4):611-617. Consultado 17 ago. 2021. Disponible en <https://www.scielo.br/j/rbz/a/nvHjQrM6JKRKLzzPBcWkmbF/?lang=pt&format=pdf>
48. Olmos, F. 1990. Caracterización de comunidades naturales de la región Noreste. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2^o., 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 3-9.
49. _____. 1992. Aportes para el manejo de campo natural: efecto de la carga animal y el período de descanso en la producción y evolución de un campo natural de Caragatá (Tacuarembó). Montevideo, INIA. 40 p. (Serie Técnica no. 20).
50. O' regain, P. J.; Schwartz, J. 1995. Dietary selection and foraging strategies of animals on rangeland. In: International Symposium on the Nutrition of Herbivores (4th., 1995, Paris). Proceedings. Paris, INRA. s.p.

51. Pinto, C. E. 2011. Diversidade vegetal de pastagem natural submetida a intensidades de pastejo. Tese PhD. em Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. 261 p.
52. Poppi, D.; Hughes, T.; L'Huillier, P. 1987. Intake of pasture by grazing animals. In: Nicol, A. M. ed. Feeding livestock on pasture. Hamilton, New Zealand Society of animal Production. pp. 55-63 (Occasional Publication no. 10).
53. Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Bermhaja, M. 1997. Avances tecnológicos para la región basáltica: 1. Pasturas. In: Jornada Unidad Experimental "Glencoe" (1997, Tacuarembó, Uruguay). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 1-6.
54. Rodríguez Palma, R. 2019. Producción animal sobre pasturas naturales de basalto: ¿alcanzando el potencial? In: Jornada de Ganadería EEFAS Intensificación de la Ganadería de Basalto: una Mirada desde los Sistemas Ganaderos (2019, Salto, Uruguay). Memorias. Salto, Facultad de Agronomía. pp. 1-7.
55. Rosengurtt, B.; Gallinal, J. P.; Bergalli, L.; Aragone, L.; Campal, E. 1939. La variabilidad en la composición de praderas. Estudios sobre praderas naturales: 2ª. contribución. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos. 11:28-33.
56. _____. 1943. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay: 3ª. contribución. Montevideo, Barreiro y Ramos. 281 p.
57. _____. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Departamento de Publicaciones. pp. 46-86.
58. Scarlatto, S. 2011. Conducta de vacas de cría en pastoreo de campo nativo; efecto de la oferta de forraje sobre la expresión del patrón temporal y espacial de pastoreo. Tesis MSc. en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 71 p.
59. Smetham, M. L. 1981. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 209-270.

60. Silveira, E. D. 2015. Estudio comparativo de la vegetación y cobertura del suelo bajo plantaciones forestales y campo natural. Tesis MSc. en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 84 p.
61. Soder, K. J.; Rook, A. J.; Sanderson, M. A.; Goslee, S. C. 2007. Interaction of plant species diversity on grazing behavior and performance of livestock grazing temperate region pastures. *Crop Science*. 47:416-425.
62. Stuth, J. 1991. Foraging behavior. In: Heitschmidt, R.; Stuth, J. eds. *Grazing management: an ecological perspective*. Oregon, Timber. pp. 85-108.
63. Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance. *Publications in Climatology*. 10:185-310.
64. Walker, J. W. 1995. Viewpoint: grazing management and research now and in the next millennium. (en línea). *Journal of Range Management*. 48:350-357. Consultado 11 mar. 2021. Disponible en <http://agrilife.org/sanangelo/files/2011/11/Grazing-management-and-research-now-and-in-the-next-millennium.pdf>
65. Zanoniani, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. *Cangüé*. no. 15:13-17.

9. ANEXOS

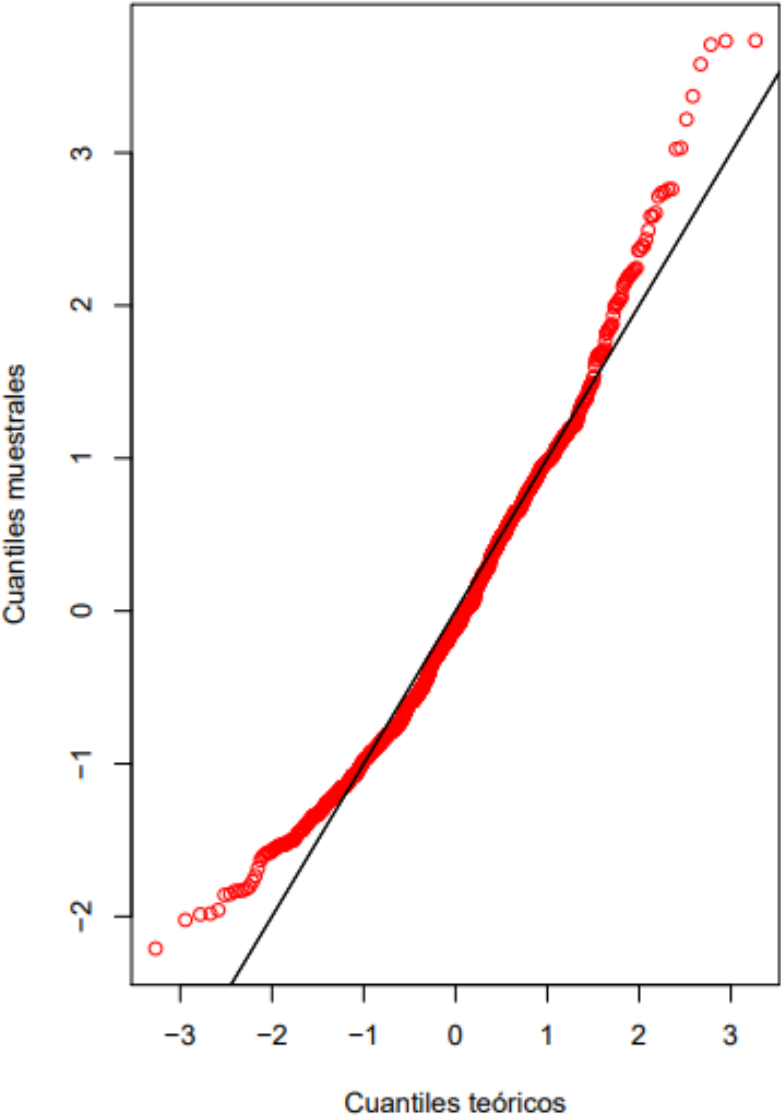
Anexo 1. Imagen correspondiente al círculo utilizado en la unidad de muestreo, donde se visualiza cada una de sus subdivisiones



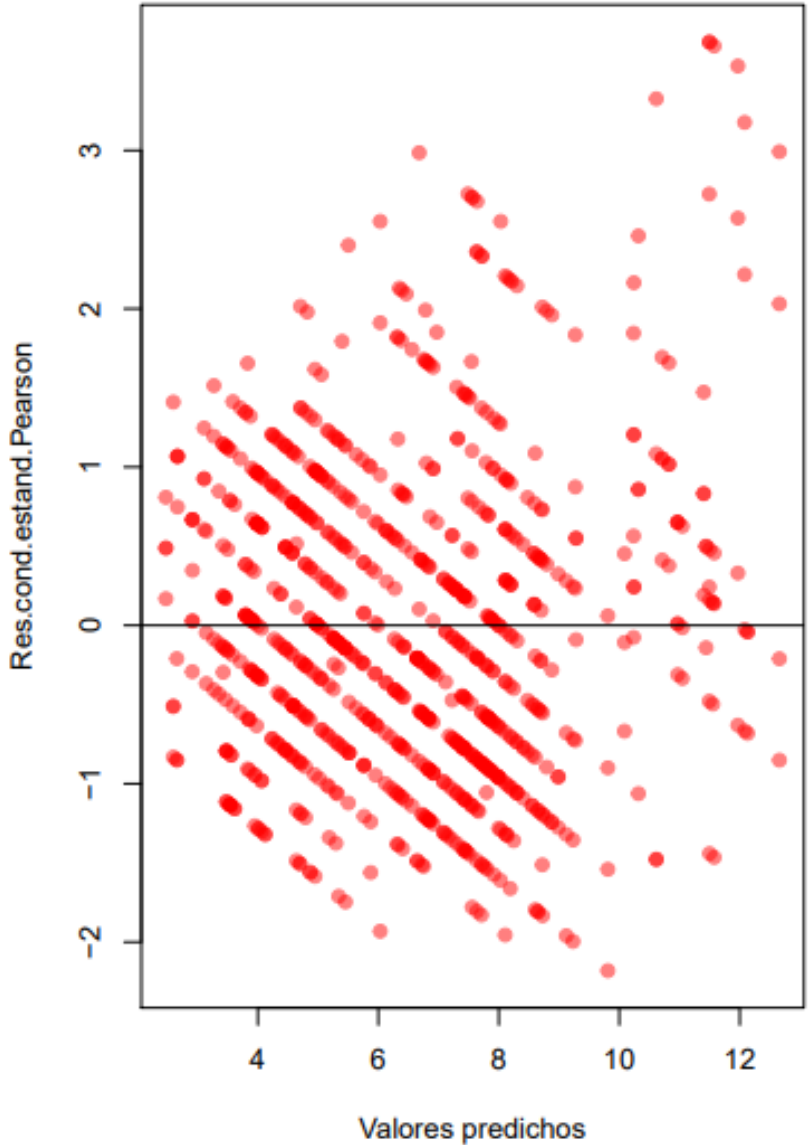
Anexo 2. Imagen indicando como se coloreaban las láminas de la pastura una vez que eran defoliadas por el animal durante la fase de ocupación de la parcela



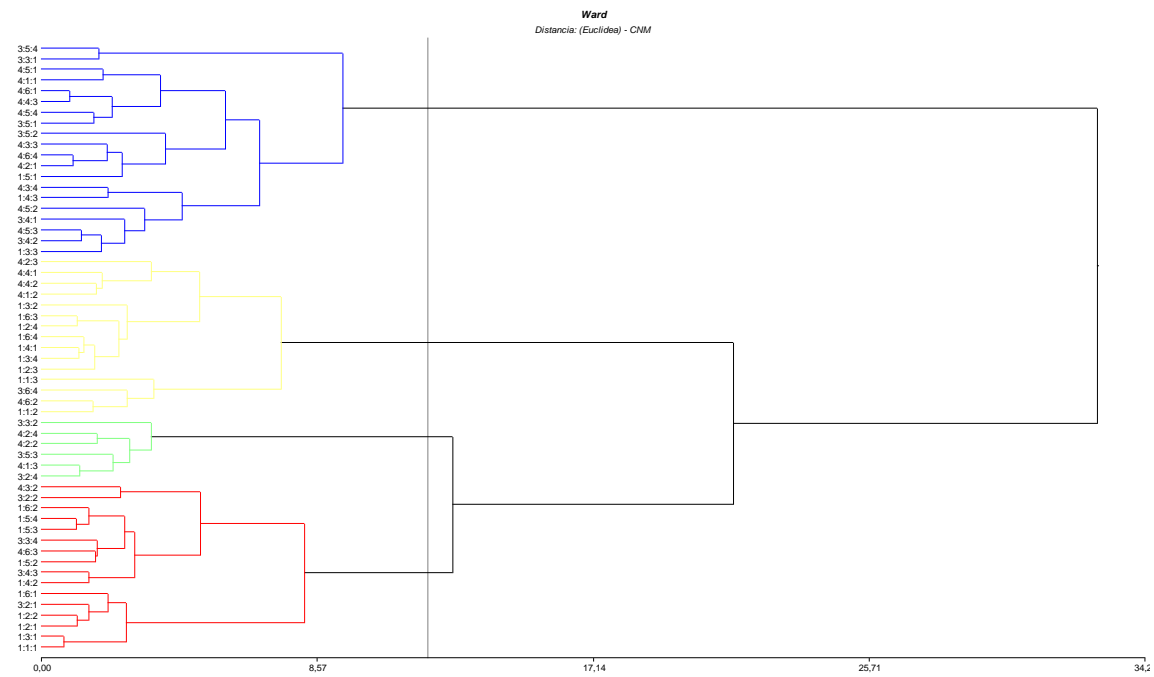
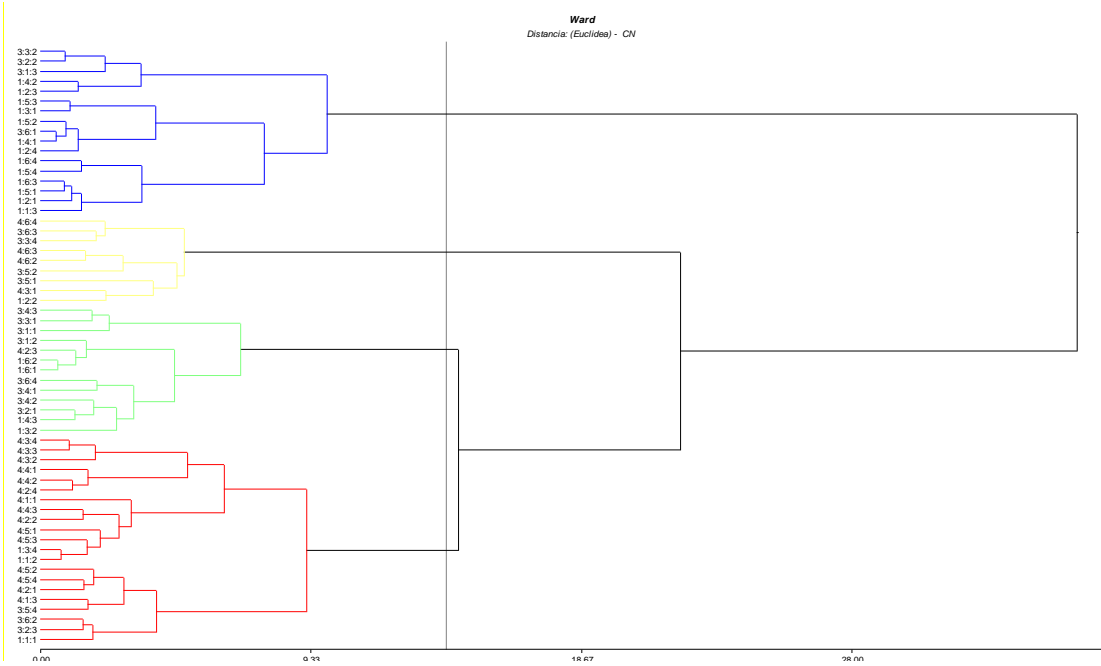
Anexo 3. A) Gráfico Q-Q plot de diagnóstico del supuesto distribucional obtenido para la variable altura



Anexo 3. B) Diagrama de dispersión de residuos condicionales estudentizados de Pearson versus predichos. Diagnóstico de homogeneidad de varianzas obtenido para la variable altura

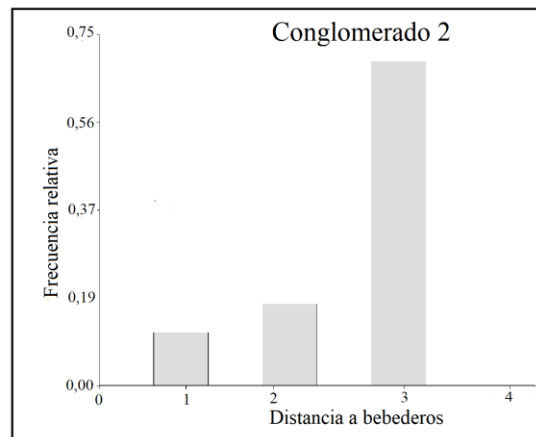
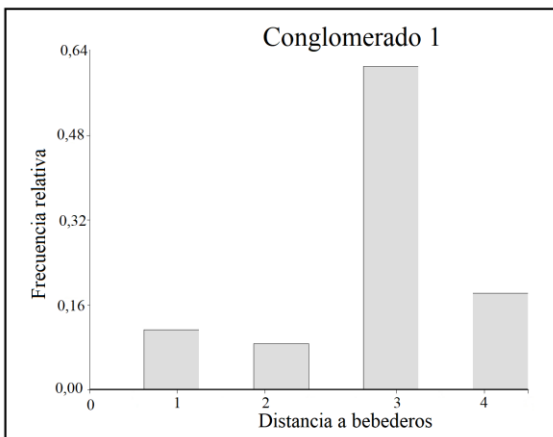
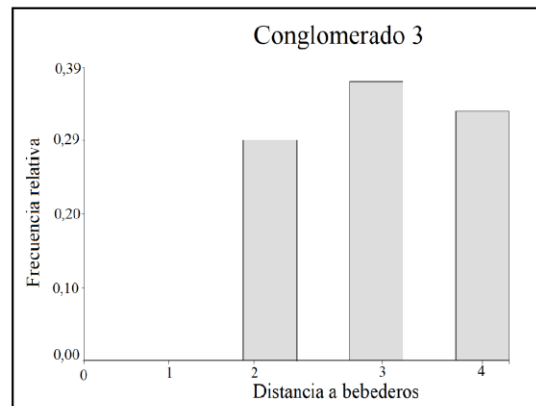
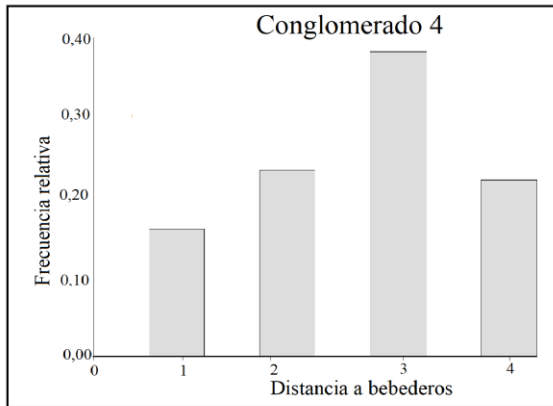


Anexo 4. Dendograma por tratamiento (CN Y CNM) a nivel de sitio (aro) y coeficientes de correlación cofenética para las variables estructurales (altura y %verde) y valor pastoral

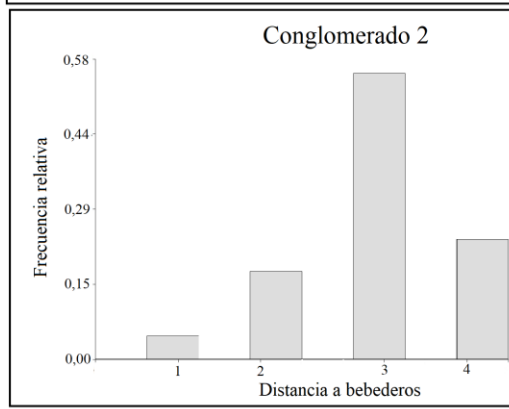
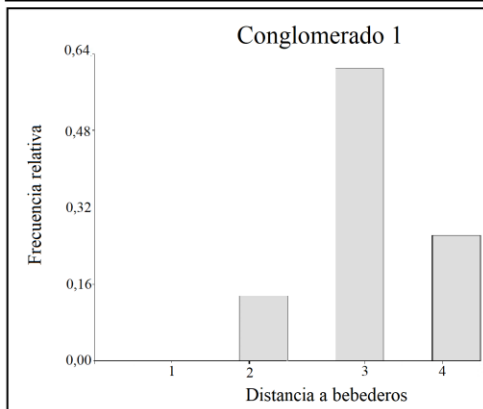
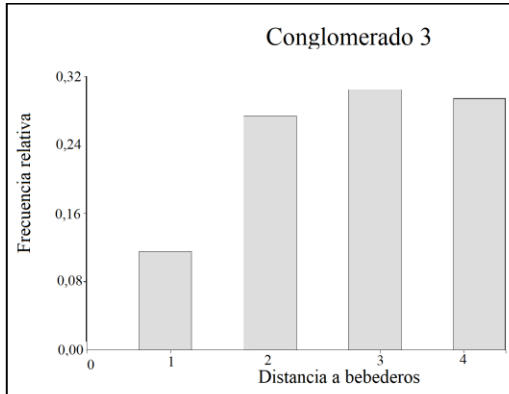
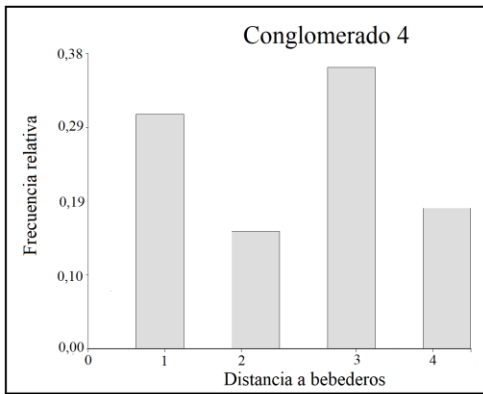


| |
|-------------------------------|
| Análisis de conglomerados |
| Ward |
| Distancia: (Euclidea) |
| Correlación cofenética= 0,508 |
| Variables estandarizadas |
| Tratamiento = CN |
| Casos leídos 366 |
| Casos omitidos 5 |
| Variables |
| Altura1 |
| % verde1 |
| VParo1 |
| VP vecinos |
| % verde3 |
| Altura (cm)3 |
| % verde2 |
| Altura (cm)2 |
| Criterios de clasificación |
| Bloque |
| Transecta |
| Sitio |
| Ward |
| Distancia: (Euclidea) |
| Correlación cofenética= 0,505 |
| Variables estandarizadas |
| Tratamiento = CNM |
| Casos leídos 367 |
| Casos omitidos 24 |
| Variables |
| Altura1 |
| % verde1 |
| VParo1 |
| VP vecinos |
| % verde3 |
| Altura (cm)3 |
| % verde2 |
| Altura (cm)2 |
| Criterios de clasificación |
| Bloque |
| Transecta |
| Sitio |

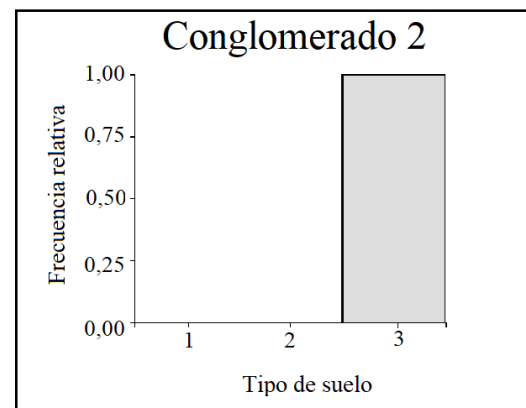
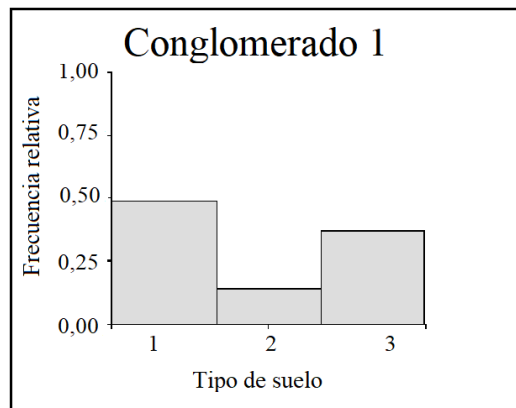
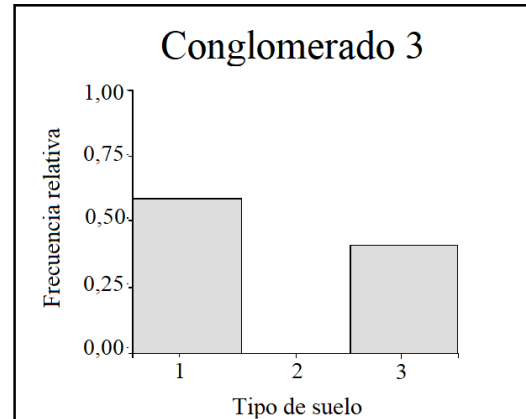
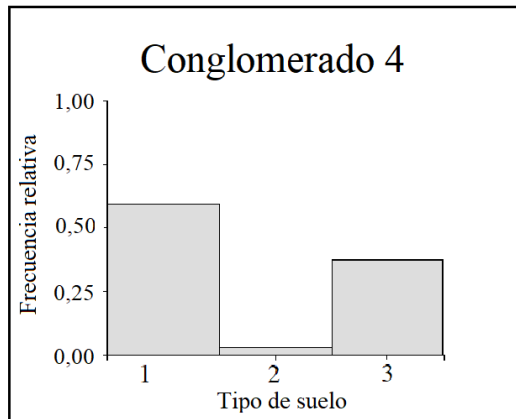
Anexo 5. Frecuencia relativa en función de la distancia a bebederos en CN



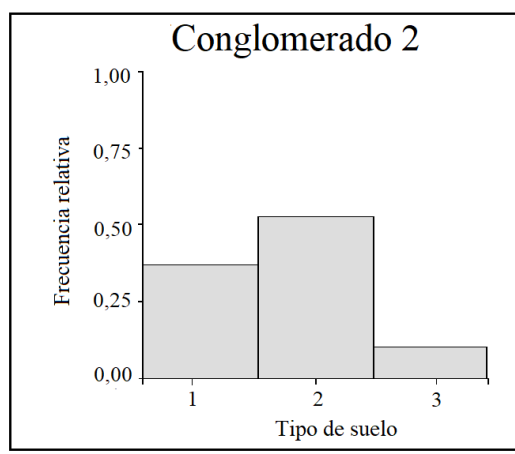
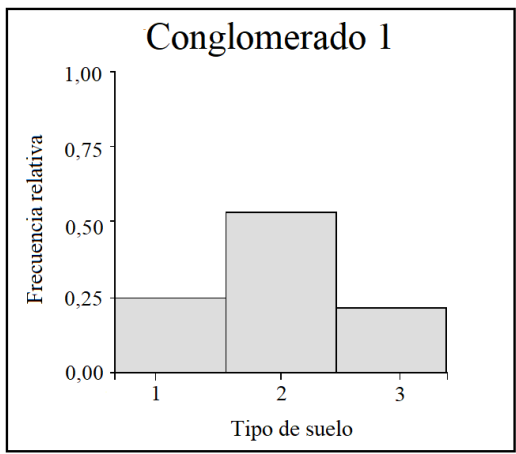
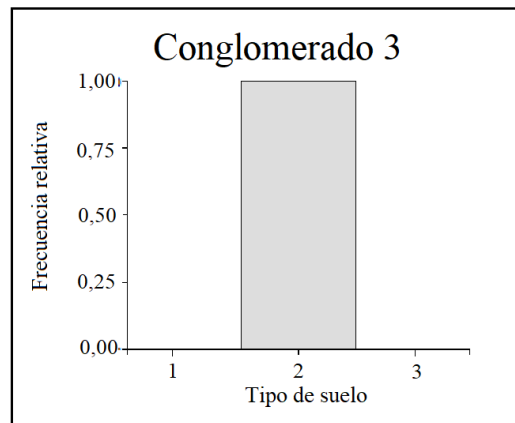
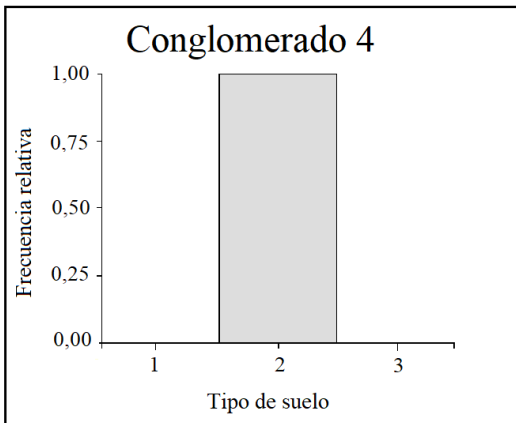
Anexo 6. Frecuencia relativa en función de la distancia a bebederos en CNM



Anexo 7. Frecuencia relativa en función del tipo de suelo en CN



Anexo 8. Frecuencia relativa en función del tipo de suelo en CNM



Anexo 9. Proporción de especies relevadas en los 3 bloques y en cada tratamiento

| Especie | Proporción (%) | |
|--------------------------------|----------------|------|
| | CN. | CNM. |
| <i>Axonopus affinis</i> | 5,4 | 11,1 |
| <i>Bothriochloa laguroides</i> | 2,3 | 0,0 |
| <i>Ciperaceas</i> | 3,9 | 0,9 |
| <i>Cynodon dactylon</i> | 32,1 | 0,0 |
| <i>Desmodium incanum</i> | 0,0 | 3,3 |
| <i>Eleusine tristachya</i> | 0,5 | 0,0 |
| <i>Eryngium horridum</i> | 0,0 | 0,0 |
| Maleza | 1,0 | 0,0 |
| <i>Panicum milioides</i> | 0,5 | 0,0 |
| <i>Paspalum dilatatum</i> | 11,8 | 5,2 |
| <i>Paspalum notatum</i> | 31,8 | 49,3 |
| <i>Paspalum plicatulum</i> | 1,1 | 0,7 |
| <i>Piptochaetium bicolor</i> | 0,0 | 2,4 |
| <i>Piptochaetium stipoides</i> | 0,2 | 5,0 |
| <i>Setaria geniculata</i> | 6,4 | 0,7 |
| <i>Sisyrinchium</i> | 0,0 | 1,2 |
| <i>Stipa setigera</i> | 3,0 | 20,3 |

Anexo 10. Proporción de especies relevadas en cada tratamiento del bloque 4

| Especie | Proporción (%) | |
|-----------------------------------|----------------|------|
| | CN. | CNM. |
| <i>Axonopus affinis</i> | 4,4 | 15,9 |
| <i>Baccharis coridifolia</i> | 2,5 | 0,0 |
| <i>Baccharis trimera</i> | 0,0 | 0,0 |
| <i>Bothriochloa laguroides</i> | 0,3 | 2,4 |
| <i>Bromus auleticus</i> | 5,7 | 0,0 |
| <i>Ciperaceas</i> | 1,9 | 0,5 |
| <i>Coelorhachis selloana</i> | 1,3 | 0,0 |
| <i>Desmodium incanum</i> | 0,9 | 0,0 |
| <i>Eryngium horridum</i> | 1,3 | 0,0 |
| <i>Lotus tenuis</i> | 0,0 | 2,2 |
| Maleza | 0,0 | 0,0 |
| <i>Panicum milioides</i> | 1,9 | 0,0 |
| <i>Paspalum dilatatum</i> | 5,7 | 19,9 |
| <i>Paspalum notatum</i> | 35,8 | 50,5 |
| <i>Paspalum plicatulum</i> | 14,9 | 0,3 |
| <i>Piptochaetium montevidense</i> | 0,6 | 0,0 |
| <i>Piptochaetium stipoides</i> | 0,6 | 0,0 |
| <i>Setaria geniculata</i> | 2,2 | 2,2 |
| <i>Setaria vaginata</i> | 0,6 | 0,0 |
| <i>Stipa charruana</i> | 0,3 | 0,0 |
| <i>Stipa setigera</i> | 19,0 | 6,2 |

Anexo 11. Proporción de especies relevadas en cada tratamiento del bloque 3

| Especie | Proporción (%) | |
|------------------------------------|----------------|------|
| | CN. | CNM. |
| <i>Axonopus affinis</i> | 8,0 | 0,0 |
| <i>Bothriochloa laguroides</i> | 0,5 | 0,0 |
| <i>Bromus auleticus</i> | 0,0 | 8,5 |
| <i>Ciperaceas</i> | 3,4 | 0,0 |
| <i>Coelorhachis selloana</i> | 2,3 | 1,6 |
| <i>Desmodium incanum</i> | 0,0 | 24,4 |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> | 0,0 | 3,3 |
| <i>Panicum milioides</i> | 0,5 | 0,0 |
| <i>Paspalum dilatatum</i> | 17,4 | 6,4 |
| <i>Paspalum notatum</i> | 30,0 | 26,3 |
| <i>Paspalum quadrifarium</i> | 17,7 | 0,0 |
| <i>Piptochaetium montevidense</i> | 0,0 | 0,0 |
| <i>Schizachyrium microstachyum</i> | 0,5 | 0,0 |
| <i>Setaria geniculata</i> | 0,5 | 0,0 |
| <i>Setaria vaginata</i> | 0,0 | 10,7 |
| <i>Sida rhombifolia</i> | 0,0 | 0,0 |
| <i>Stipa charruana</i> | 0,3 | 0,0 |
| <i>Stipa setigera</i> | 19,2 | 18,7 |

Anexo 12. Proporción de especies relevadas en cada tratamiento del bloque 1

| Especie | Proporción (%) | |
|--------------------------------|----------------|------|
| | CN. | CNM. |
| <i>Axonopus affinis</i> | 5,4 | 11,1 |
| <i>Bothriochloa laguroides</i> | 2,3 | 0,0 |
| <i>Ciperaceas</i> | 3,9 | 0,9 |
| <i>Cynodon dactylon</i> | 32,1 | 0,0 |
| <i>Desmodium incanum</i> | 0,0 | 3,3 |
| <i>Eleusine tristachya</i> | 0,5 | 0,0 |
| <i>Eryngium horridum</i> | 0,0 | 0,0 |
| Maleza | 1,0 | 0,0 |
| <i>Panicum milioides</i> | 0,5 | 0,0 |
| <i>Paspalum dilatatum</i> | 11,8 | 5,2 |
| <i>Paspalum notatum</i> | 31,8 | 49,3 |
| <i>Paspalum plicatulum</i> | 1,1 | 0,7 |
| <i>Piptochaetium bicolor</i> | 0,0 | 2,4 |
| <i>Piptochaetium stipoides</i> | 0,2 | 5,0 |
| <i>Setaria geniculata</i> | 6,4 | 0,7 |
| <i>Sisyrinchium</i> | 0,0 | 1,2 |
| <i>Stipa setigera</i> | 3,0 | 20,3 |

Anexo 13. Medias de atributos de la pastura y actividad de pastoreo a nivel sitio en CN y CNM

| Tratamiento | Conglomerado | Resumen | Altura (cm) | Verde (%) | VP. aro | VP. vecinos | Frecuencia (%) | Intensidad (%) |
|-------------|--------------|---------|-------------|-----------|---------|-------------|----------------|----------------|
| CN. | 1 | n | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 |
| | | Media | 7,07 | 49,52 | 5,33 | 6,35 | 20,18 | 0,3 |
| | | D.E. | 2,32 | 5,72 | 1 | 0,67 | 20,72 | 0,65 |
| | | Mín. | 3 | 35 | 3,4 | 5,06 | 0 | 0 |
| | | Máx. | 13 | 55 | 7,7 | 7,44 | 83,33 | 3 |
| | | Q1. | 5 | 45 | 4,6 | 6 | 0 | 0 |
| | Q3. | 8 | 55 | 6 | 6,94 | 28,57 | 0 | |
| | 2 | n | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 |
| | | Media | 4,19 | 34,78 | 5,78 | 6,31 | 25,22 | 0,4 |
| | | D.E. | 1,55 | 9,51 | 1,07 | 0,67 | 19,38 | 0,8 |
| | | Mín. | 2 | 15 | 4 | 5,19 | 0 | 0 |
| | | Máx. | 8 | 50 | 7,59 | 7,25 | 71,43 | 4 |
| | | Q1. | 3 | 25 | 5,1 | 5,69 | 14,29 | 0 |
| | Q3. | 5 | 45 | 6,6 | 6,69 | 33,33 | 1 | |
| | 3 | n | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| | | Media | 14,3 | 46,52 | 5,07 | 7,63 | 23,53 | 0,51 |
| | | D.E. | 3,93 | 3,97 | 0,9 | 0,54 | 17,81 | 0,97 |
| | | Mín. | 6 | 40 | 3,8 | 6,69 | 0 | 0 |
| | | Máx. | 23 | 55 | 6,9 | 8,25 | 50 | 3 |
| | | Q1. | 12 | 45 | 4,4 | 7,56 | 14,29 | 0 |
| | Q3. | 16 | 50 | 5,4 | 7,94 | 33,33 | 0 | |
| | 4 | n | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 |
| | | Media | 9,19 | 41,05 | 5,86 | 6,91 | 33,33 | 0,67 |
| | | D.E. | 2,56 | 5,46 | 0,74 | 0,86 | 20,66 | 0,97 |
| | | Mín. | 4 | 35 | 4,75 | 5,38 | 0 | 0 |
| | | Máx. | 13 | 50 | 7,9 | 8,25 | 66,67 | 3 |
| | | Q1. | 7 | 35 | 5,4 | 6,38 | 14,29 | 0 |
| | Q3. | 11,5 | 45 | 6,05 | 7,31 | 50 | 1 | |

| Tratamiento | Conglomerado | Resumen | Altura (cm) | Verde (%) | VP. aro | VP. vecinos | Frecuencia (%) | Intensidad (%) |
|-------------|--------------|---------|-------------|-----------|---------|-------------|----------------|----------------|
| CNM. | 1 | n | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 |
| | | Media | 5,86 | 42,64 | 7,43 | 7,67 | 23,08 | 0,41 |
| | | D.E. | 1,55 | 8,87 | 0,62 | 0,6 | 15,68 | 0,83 |
| | | Mín. | 2 | 25 | 6,3 | 6,94 | 0 | 0 |
| | | Máx. | 9 | 60 | 8,8 | 9,13 | 66,67 | 3 |
| | | Q1. | 4,5 | 35 | 7,1 | 7,13 | 14,29 | 0 |
| | Q3. | 7 | 50 | 7,7 | 7,94 | 28,57 | 0 | |
| | 2 | n | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| | | Media | 7,14 | 49,87 | 6,5 | 6,96 | 14,2 | 0,26 |
| | | D.E. | 2,03 | 5,39 | 0,89 | 0,72 | 15,78 | 0,69 |
| | | Mín. | 1 | 35 | 4,4 | 5,69 | 0 | 0 |
| | | Máx. | 11 | 60 | 8,2 | 8,5 | 42,86 | 3 |
| | | Q1. | 5 | 45 | 6,1 | 6,31 | 0 | 0 |
| | Q3. | 9 | 55 | 7 | 7,56 | 28,57 | 0 | |
| | 3 | n | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 |
| | | Media | 3,26 | 40,05 | 6,35 | 6,73 | 22,34 | 0,31 |
| | | D.E. | 1,3 | 9,23 | 0,81 | 0,7 | 13,15 | 0,75 |
| | | Mín. | 1 | 15 | 5,3 | 5,06 | 0 | 0 |
| | | Máx. | 6 | 55 | 7,6 | 7,44 | 50 | 4 |
| | | Q1. | 2 | 35 | 5,6 | 6,56 | 14,29 | 0 |
| | Q3. | 4 | 45 | 7 | 7,38 | 28,57 | 0 | |
| | 4 | n | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| | | Media | 3,12 | 49,85 | 8,8 | 7,52 | 12,12 | 0,24 |
| | | D.E. | 0,89 | 5,66 | 0,74 | 0,36 | 19,49 | 0,71 |
| | | Mín. | 2 | 35 | 7,9 | 6,81 | 0 | 0 |
| | | Máx. | 5 | 55 | 9,75 | 7,88 | 50 | 3 |
| | | Q1. | 2 | 45 | 8 | 7,31 | 0 | 0 |
| | Q3. | 4 | 55 | 9,7 | 7,81 | 20 | 0 | |

Anexo 14. Cuadro de proporción como porcentaje del área, para cada grupo de suelo en los tratamientos CN y CNM

| Campo natural | | |
|----------------|----------------------|----------|
| Grupo de suelo | Tipo de suelo | Área (%) |
| 1 | Solonetz Solodizados | 57,6 |
| 2 | Litosol | 21,4 |
| 3 | Suelos profundos | 37,6 |

| Campo natural mejorado | | |
|------------------------|----------------------|----------|
| Grupo de suelo | Tipo de suelo | Área (%) |
| 1 | Solonetz Solodizados | 36,1 |
| 2 | Litosol | 17,1 |
| 3 | Suelos profundos | 46,8 |