

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA DE
GRADIENTES DE INTENSIFICACIÓN SOBRE CAMPO NATURAL EN EL
PERÍODO ESTIVO-OTOÑAL

por

Christian Martin FIRPO MATTIAUDA
Felipe REYES DURÁN
Winnona SARACHO GONZÁLEZ

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2021

Tesis aprobada por:

Director:

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

Ing. Agr. Nicolás Caram

Ing. Agr. Felipe Casalás

Fecha:

6 de diciembre de 2021

Autores:

Christian Martin Firpo Mattiauda

Felipe Reyes Durán

Winnona Saracho González

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Pablo Boggiano por su disposición para poder solucionar cualquier duda que se presentaba.

A los profesores Nicolás Caram y Felipe Casalás, por su continua dedicación para la realización de este trabajo.

Al personal de campo, especialmente Ángel Colombino, el cual siempre brindó su disposición y ayuda en las tareas de campo.

A la Facultad de Agronomía, por darnos la oportunidad de formarnos académicamente.

A la licenciada Sully Toledo por su disposición para las correcciones del trabajo.

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

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 <u>OBJETIVOS</u>	2
1.1.1 <u>Objetivo general</u>	2
1.1.2 <u>Objetivos específicos</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 <u>CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE</u>	3
2.2 <u>CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO NATURAL</u>	4
2.2.1 <u>Composición del campo natural</u>	4
2.2.2 <u>Producción de forraje en campo natural</u>	4
2.3 <u>EFFECTO DEL PASTOREO</u>	5
2.3.1 <u>Efecto del pastoreo sobre la producción y estacionalidad del forraje</u>	6
2.3.2 <u>Efecto del pastoreo sobre la composición botánica</u>	7
2.4 <u>EFFECTO DEL NITRÓGENO</u>	8
2.4.1 <u>Ciclo del nitrógeno en pastoreo</u>	8
2.4.2 <u>Efecto del nitrógeno en la producción y estacionalidad forrajera</u>	9
2.4.3 <u>Efecto del nitrógeno en la composición botánica</u>	10
2.4.4 <u>Efecto del nitrógeno en la calidad de la pastura</u>	11
2.4.5 <u>Interacción entre el nitrógeno y la oferta de forraje</u>	11
2.5 <u>EFFECTO DEL MEJORAMIENTO CON LEGUMINOSAS</u>	12
2.5.1 <u>Efecto del mejoramiento sobre la producción de forraje</u> ...	12

2.5.2 <u>Efecto del mejoramiento sobre la composición botánica</u>	13
2.5.3 <u>Trifolium pratense</u>	14
2.5.4 <u>Lotus tenuis</u>	14
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	16
3.1 <u>CONDICIONES EXPERIMENTALES</u>	16
3.1.1 <u>Localización y período de evaluación</u>	16
3.1.2 <u>Información meteorológica</u>	16
3.1.3 <u>Características del sitio experimental</u>	17
3.1.3.1 <u>Suelos</u>	17
3.1.3.2 <u>Vegetación</u>	18
3.1.3.3 <u>Antecedentes del pastoreo</u>	19
3.1.4 <u>Animales experimentales</u>	19
3.1.5 <u>Descripción de los tratamientos y diseño experimental</u> ...	20
3.2 <u>METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</u>	21
3.2.1 <u>Manejo de pastoreo</u>	21
3.2.2 <u>Determinación de la pastura</u>	22
3.2.2.1 <u>Evaluación de la materia seca</u>	22
3.2.2.2 <u>Evaluación de la producción de materia seca</u>	23
3.2.2.3 <u>Evaluación de la tasa de crecimiento del forraje</u>	23
3.2.2.4 <u>Evaluación de la materia seca disponible total y diaria</u> ..	23
3.2.2.5 <u>Evaluación de la MS remanente</u>	24
3.2.2.6 <u>Evaluación de la altura de la MS remanente</u>	24
3.2.2.7 <u>Estimación de la materia seca desaparecida total</u> ..	24
3.2.2.8 <u>Evaluación de la composición botánica</u>	24
3.2.3 <u>Determinación de los animales</u>	24
3.2.3.1 <u>Peso vivo</u>	24
3.2.3.2 <u>Carga</u>	25
3.2.3.3 <u>Ganancia por animal diaria</u>	25

3.2.3.4 Ganancia por hectárea.....	25
3.2.4 <u>Oferta de forraje</u>	25
3.3 HIPÓTESIS.....	25
3.3.1 <u>Hipótesis biológica</u>	25
3.3.2 <u>Hipótesis estadística</u>	26
3.4 MODELO ESTADÍSTICO.....	26
3.4.1 <u>Modelo estadístico para la pastura</u>	26
3.4.2 <u>Modelo estadístico para el animal</u>	27
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	28
4.1 <u>CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA</u>	28
4.1.1 <u>Temperatura y precipitaciones</u>	28
4.1.3 <u>Balance hídrico</u>	30
4.2 <u>PRODUCCIÓN PRIMARIA</u>	31
4.2.1 <u>Estudio del período total del experimento 1</u>	31
4.2.1.1 Efecto del tratamiento.....	31
4.2.1.2 Efecto de la estación.....	33
4.2.2 <u>Estudio del período total para el experimento 2</u>	35
4.2.2.1 Efecto del tratamiento y la historia de fertilización.....	35
4.2.2.2 Efecto de la estación.....	37
4.2.2.3 Efecto de la interacción historia de fertilización y estación.....	38
4.3 <u>PRODUCCIÓN SECUNDARIA</u>	39
4.3.1 <u>Estudio del período total para el experimento 1</u>	39
4.3.1.1 Efecto del tratamiento.....	39
4.3.2 <u>Estudio del período estacional para el experimento 1</u>	40
4.3.2.1. Efecto de la estación.....	40
4.3.3 <u>Estudio por estación para el experimento 2</u>	42
4.3.3.1. Efecto de la historia.....	42

4.3.3.2 Efecto de la interacción historia por dosis de nitrógeno	44
4.4 COMPOSICIÓN BOTÁNICA.....	45
4.4.1 <u>Estudio de la composición botánica para el experimento 1</u>	45
4.4.1.1 Efecto del tratamiento.....	45
4.4.1.2 Efecto de la estación.....	48
4.4.2. <u>Estudio del total para el experimento 2</u>	54
4.4.2.1 Efecto del tratamiento.....	54
4.4.2.2 Efecto de la estación.....	56
5. <u>CONCLUSIONES</u>	57
6. <u>RESUMEN</u>	58
7. <u>SUMMARY</u>	60
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	62

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Efecto del tratamiento sobre la producción total (Prod. Tot.), y tasa de crecimiento (TC) para el total del período.....	31
2. Efecto de la intervención sobre el forraje disponible (Disp.), altura del disp. (Alt. Disp.), forraje remanente (Rem.), altura del remanente (Alt. Rem.), forraje desaparecido promedio (Des. Prom.) y forraje desaparecido como porcentaje del disponible (Des.) para el total del período evaluado.....	32
3. Efecto de la estación sobre la producción total (Prod. Tot.), y tasa de crecimiento (TC).	33
4. Efecto de la estación sobre el forraje disponible (Disp.), altura del disp. (Alt. Disp.), forraje remanente (Rem.), altura del remanente (Alt. Rem.), forraje desaparecido promedio (Des. Prom.) y forraje desaparecido como porcentaje del disponible (Des.).....	34
5. Efecto de la historia sobre la producción total (Prod. Tot.) y tasa de crecimiento (TC) para el total del período.....	35
6. Efecto de la historia de fertilización sobre forraje disponible (Disp.), altura del disponible (Alt. Disp.), forraje remanente (Rem.), altura del remanente (Alt. Rem.), forraje desaparecido promedio (Des. Prom.) y forraje desaparecido como porcentaje del disponible (Des.) para el total del período.....	36
7. Efecto de la estación por tratamiento sobre la producción total (Prod. Tot.), y tasa de crecimiento (TC).....	37
8. Efecto de la interacción estación por tratamiento sobre el forraje disponible (Disp.), altura del disponible (Alt. Disp.), forraje remanente (Rem.), altura del remanente (Alt. Rem.), forraje desaparecido promedio (Des. Prom.) y forraje desaparecido como porcentaje del disponible (Des.)... ..	37

9. Efecto de la interacción estación por tratamiento sobre el forraje disponible (Disp.), altura del disponible (Alt. Disp.), forraje remanente (Rem.), altura del remanente (Alt. Rem.), forraje desaparecido promedio (Des. Prom.) y forraje desaparecido como porcentaje del disponible (Des.).....	38
10. Efecto del tratamiento en la oferta de forraje (OF), carga instantánea (CI), carga total (CT), ganancia media diaria (GMD) para el período total.....	39
11. Efecto de la estación en la oferta de forraje (OF), carga instantánea (CI), carga total (CT), ganancia media diaria (GMD) para el período de verano y otoño.....	40
12. Efecto de la historia en el período de verano para las variables oferta de forraje (OF), carga instantánea (CI), carga total (CT), ganancia media diaria (GMD) y ganancia total (G. Total).....	42
13. Efecto de la historia en el período de otoño para las variables animales oferta de forraje (OF), carga instantánea (CI), carga total (CT), ganancia media diaria (GMD) y ganancia total (G. Total).....	43
14. Efecto de la interacción historia por dosis de nitrógeno en la estación de verano para las variables oferta de forraje (OF), ganancia media diaria (GMD) y ganancia total (G. Total).....	44
15. Efecto de la interacción historia por dosis de nitrógeno en la estación de otoño para las variables animales oferta de forraje (OF), carga instantánea (CI), carga total (CT), ganancia media diaria (GMD) y ganancia total (G. Total).....	44

16. Composición porcentual de materia verde disponible (MSV), gramínea perenne estival fina (GEF), gramínea perenne estival tierno (GET), gramínea perenne estival tierna ordinaria (GETO), gramíneas perenne estivales ordinario (GEO), gramíneas invernales anuales (GAI), gramíneas perennes invernales (GPI) según tratamiento, leguminosas sembradas (LS) y leguminosas no sembradas) según tratamiento.....	46
17. Cobertura de maleza de campo sucio (MCS), maleza menor (MM), maleza enana (ME) y suelo desnudo (SD) para los diferentes tratamiento.....	47
18. Materia seca disponible en kg MS/ha (MSTD) y composición porcentual de materia verde disponible (MSVD), gramínea perenne estival tierno (GET), gramíneas perenne estivales tierna ordinaria (GPETO), gramíneas perenne estivales ordinario (GEO), gramíneas invernales anuales (GAI), gramíneas perennes invernales finas (GIF), gramínea perenne invernal (GPI) según estación.....	48
19. Materia seca disponible en kg MS/ha (MSD), composición porcentual de materia verde disponible (MSV), porcentaje de leguminosas sembradas (LS) y leguminosas no sembradas) según estación	49
20. Cobertura de maleza de campo sucio (MCS), maleza menor (MM), maleza enana (ME) y suelo desnudo (SD) según estación.....	49
21. Materia seca total disponible en kg MS/ha (MSTD) y composición porcentual de materia verde disponible (MSVD), gramínea perenne estival fina (GEF), gramínea perenne estival tierna (GET), gramínea perenne estival tierna ordinaria (GETO), gramínea perenne estival ordinaria (GEO), gramínea anual invernal (GAI), gramínea perenne invernal (GIP) y leguminosas no sembradas (LNS).....	54
22. Cobertura de maleza de campo sucio (MCS), maleza menor (MM), maleza enana (ME) y suelo desnudo (SD) para los diferentes tratamiento.....	55

23. Materia seca total disponible en kg MS/ha (MSTD) y composición porcentual de materia verde disponible (MSVD), gramínea perenne estival fina (GEF), gramínea perenne estival tierna (GET), gramínea perenne estival tierna ordinaria (GETO), gramínea perenne estival ordinaria (GEO), gramínea anual invernal (GAI) y gramínea perenne invernal (GPI).....	56
24. Cobertura de maleza de campo sucio (MCS), maleza menor (MM), maleza enana (ME) y suelo desnudo (SD) según estación.....	56

Figura No.

1. Mapa detallado de suelo del área experimental, Siendo: 4a Planosoles eútricos; 3 Solonetz solodizados; 2b Litosoles; 2a Brunosol eútrico típico.....	18
2. Croquis de la disposición de los bloques y los tratamientos en el sitio experimental.....	21
3. Temperatura máxima, mínima y promedio para el período de estudio, y promedio para la serie histórica de 10 años para la EEMAC.....	28
4. Volumen de precipitaciones ocurridas de mayo 2019 a mayo del 2020 y el promedio de los últimos 10 años.....	29
5. Evolución del agua disponible en el suelo, evapotranspiración real y períodos de déficits-excesos hídricos para el período bajo evaluación.....	30
6. Estudio de la GMD (kg/ha/d) de los animales presentes en el estudio para los tratamientos en estudio a través de los diferentes períodos.....	41
7. Estudio de la contribución en % de la materia seca presente de gramíneas estivales para cada tratamiento a través de los diferentes ciclos de pastoreo.....	50

8. Estudio de la contribución en % de la materia seca presente de gramíneas invernales para cada tratamiento a través de los distintos ciclos de pastoreo.....	51
9. Estudio de la contribución en % de la materia seca presente de leguminosas (sembradas como espontaneas) para cada tratamiento a través de los distintos ciclos de pastoreo...	52
10. Estudio de la contribución en % de la materia seca presente de malezas y gramínoideas para cada tratamiento a través de los distintos ciclos de pastoreo.....	53

1. INTRODUCCIÓN

El campo natural cumple un rol fundamental de nutrición y fuente de estabilidad para la ganadería de cría y la producción de lana, ocupando el 64% de la superficie total del Uruguay. Puede ser caracterizado como recurso forrajero estratégico por la oferta que brinda de forraje además de la capacidad que tiene para poder recuperarse de períodos climáticos adversos. Es correcto decir que provee importantes beneficios a toda la sociedad, cabe destacar el control de la erosión del suelo, la provisión de agua limpia, el secuestro de carbono y la diversidad de flora y fauna. Dentro de estos campos existen aproximadamente 400 especies de gramíneas en su mayoría forrajeras de ciclo estival e invernal y más de 100 especies de leguminosas.

Sin embargo, las principales limitantes a las que está siendo sometido el campo natural son: la degradación de las pasturas más productivas, una marcada diferencia estacional de producción y ausencia parcial de leguminosas, todo esto provocado por un manejo productivo indebido. En este sentido, el sobrepastoreo continuo lleva a la reducción de la frecuencia de las especies nativas de mejor calidad forrajera, disminuyendo principalmente gramíneas perennes invernales y leguminosas más productivas y palatables, esto acompañado a las bajas temperaturas invernales, hace que dicha estación sea la de menor producción de forraje.

Poder corregir estas limitantes que se encuentran en la principal base forrajera de los sistemas ganaderos del país da la posibilidad de un aumento en la capacidad de carga, es decir, aumentar la máxima dotación posible en la que no se inducen daños a la vegetación o recursos relacionados, lo cual redundaría en aumentos en la producción en términos de peso vivo por hectárea.

Se debe considerar que el nitrógeno es limitante en los suelos del Uruguay, por lo que la introducción de leguminosas como pueden ser *Trifolium pratense* y *Lotus tenuis*, en los mejoramientos extensivos es fundamental para la incorporación de este nutriente al ecosistema, favoreciendo a las gramíneas asociadas. Además, se puede agregar que la fertilización nitrogenada favorece la competitividad de las gramíneas en la cobertura vegetal, incrementando la productividad de forraje y reduciendo la fluctuación entre años.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Determinar la respuesta en producción primaria y secundaria de un campo natural bajo mejoramientos con leguminosas, y con dos niveles de fertilización nitrogenada.

1.1.2 Objetivos específicos

Evaluar la producción primaria del campo natural bajo diferentes intervenciones.

Evaluar la composición botánica debido a los diferentes manejos realizados.

Evaluar la producción secundaria de las diferentes intervenciones.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE

La caracterización del ambiente es un punto importante ya que dentro del mismo se encuentra el clima, el cual con sus variaciones hace modificaciones en los factores más importantes de determinación en la producción de forraje en estado vegetativo como lo son la temperatura y el agua.

En una primera instancia se debe aclarar que los únicos factores del medio que no pueden ser modificados por el hombre en la escala agronómica son la temperatura y la radiación, los demás factores como nutrientes, agua, etc., son posibles de ser manejados a través de ciertas prácticas agronómicas (Nabinger, citado por Armua, 2013).

En pasturas de tipo templado y en crecimiento vegetativo, la morfogénesis es función de tres particularidades esenciales: tasa de elongación foliar (TEF), tasa de aparición de hojas (TAF) y la vida media foliar (VMF). Estas características establecen las condiciones de estructura de la pastura, como ser número de hojas por macollo, ancho y largo de lámina (Chapman y Lemaire, citados por Bentancur et al., 2013). Comprender dichas variables morfogénicas y entender cómo las mismas son afectadas por las condiciones del ambiente dará opción a realizar manejos más adecuados como los son: el período entre pastoreos (en función de la VMF y el número máximo de hojas/planta) y el método de pastoreo (rotativo o continuo), entre otros.

Las óptimas temperaturas de crecimiento son de 20 a 25 °C gramíneas C3 y de 30 a 35 °C para gramíneas C4, siendo la temperatura base de 5 °C y de 10 a 15 °C respectivamente (Cooper y Taiton, citados por Luberriaga y Robuschi, 2019).

Uruguay tiene un clima templado y húmedo, sus estaciones están bien diferenciadas. En primavera la temperatura promedio es 17°C (INUMET, 2010c); en verano 23.4°C (INUMET, 2010d); en otoño, 17.5°C (INUMET, 2010b), y en invierno, 12.3°C (INUMET, 2010a). Conforme a estas temperaturas el ambiente dará lugar al crecimiento óptimo de especies C4 estivales en las épocas de mayor temperatura, y un crecimiento casi óptimo para las especies invernales C3, si se tienen en cuenta las temperaturas medias del año (16-19°C).

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO NATURAL

2.2.1 Composición del campo natural

Las poblaciones de pastizales naturales están descritas por un gran número de variables, que se relacionan entre sí obteniendo como resultado la composición botánica, indicando así la historia del lugar. Aunque la misma está formada por una gran cantidad de especies, solo el 30% están determinando el 70% del forraje total (Olmos, 1990).

En los suelos de basalto superficial, según su profundidad, pueden observarse diferencias en la proporción de las especies. Donde se encuentra una mayor profundidad pueden ubicarse especies más productivas, lo que puede llevar a algún incremento en la producción. En los distintos tipos de suelo predominan especies de ciclo estival. En los suelos profundos predominan pastos finos, tiernos y tiernos-ordinarios, cespitosos, mientras que en los superficiales son más frecuentes los pastos ordinarios, malezas enanas y menores, todos de baja producción (Berretta y Bemhaja, 1991).

Que en las pasturas naturales la proporción de especies estivales con respecto a las invernales sea mayor, está explicado por el sobrepastoreo que se ha dado a lo largo de los años sobre las especies invernales (Carámbula, citado por André et al., 2016).

Los géneros de gramíneas estivales que se encuentran en mayor proporción son *Andropogon*, *Axonopus*, *Bothriochloa*, *Bouteloua*, *Coelorhachis*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Eleusine*, *Eragrostis*, *Paspalum*, *Schizachyrium*, *Setaria* y *Sporobolus*; en cambio cuando se habla de las gramíneas invernales predominantes son *Briza*, *Bromus*, *Hordeum*, *Lolium*, *Piptochaetium*, *Poa* y *Stipa* (Montossi et al., 2000).

2.2.2 Producción de forraje en campo natural

En la producción de forraje de campo natural se puede apreciar una marcada estacionalidad, en donde se ve una producción dominante en las estaciones de verano- primavera y en invierno la más reducida (Bemhaja, 2006).

Cuando se habla de tasa de crecimiento, según Berretta y Bemhaja (1991) se registran las mayores tasas en la época de verano, además de tener

grandes variaciones las cuales tienen una participación relativamente elevada en la producción anual, llevando a determinar el manejo ganadero en las estaciones futuras, particularmente en invierno.

Teniendo en cuenta los tipos de suelo y condiciones meteorológicas, los rendimientos de MS en el país se alternan entre 2500 y 5000 kg/ha/año (Berretta y Bemhaja, 1991).

2.3 EFECTO DEL PASTOREO

La fisiología de la planta es afectada por el disturbio creado por la defoliación y por la frecuencia en que ésta se repite. Dos tipos de respuesta a la defoliación existen en las plantas: 1) una respuesta fisiológica ligada a la reducción del carbono de reserva, resultando en la pérdida de área fotosintética (hojas), y 2) una respuesta morfológica resultando en cambios en la asignación de carbono para los diferentes órganos, lo que le permite a la planta adaptarse morfológicamente a futuras defoliaciones (Lemaire, 1997).

Cuando se le asignan animales a un potrero, es de esperar que los pastizales se vean modificados en varios aspectos, ya que los mismos seleccionan y consumen ciertas plantas, con frecuencia variada, además de distribuir nutrientes y semillas con sus deyecciones. Estos efectos combinados del pastoreo alteran la calidad del forraje, la productividad y la composición botánica de los pastizales utilizados como fuente de consumo.

Según Carámbula (1996) un pastoreo frecuente con buenas condiciones de humedad, lleva a desarrollar un buen macollaje, al contrario de lo que provoca un pastoreo demasiado aliviado el cual reprime este proceso, pudiendo provocar la muerte de los macollos.

Se pueden encontrar diferentes métodos de aprovechamiento de las pasturas. Los más nombrados en la mayoría de los casos son el pastoreo continuo, el cual se describe como la ocupación prolongada en la pastura por los animales, en el cual se pueden establecer dos categorías: carga fija (en este caso la presión de pastoreo fluctúa constantemente) y carga variable (el ajuste de la carga se realiza en función de las fluctuaciones de la producción de forraje (Spedding, citado por Giordani, 1973); el segundo tipo de pastoreo es el rotativo, el cual se puede definir, de una manera, como manejo en el cual los animales permanecen por un lapso breve en parte del área disponible y retornan a ella a intervalos determinados, luego de haber pasado por las demás (Spedding y Holmes, citados por Giordani, 1973).

2.3.1 Efecto del pastoreo sobre la producción y estacionalidad del forraje

La alimentación del ganado influye en la producción de materia seca dependiendo de qué tan intenso fuera el pastoreo, ya que la tasa de rebrote de la pastura dependerá de la cantidad de puntos de crecimiento activos, de las reservas de carbohidratos y el área foliar remanente que permanezcan luego de la defoliación.

De acuerdo con Carámbula (1977) si una pastura es defoliada reduciendo el área foliar, pero dejando intactos los puntos de crecimiento, el rebrote de esta será lento, dado que el nuevo crecimiento dependerá principalmente del desarrollo de las hojas en formación y el nivel que presente de reservas. De lo contrario, si es defoliada muy intensamente y gran parte de los puntos de crecimiento vegetativos son eliminados, el rebrote dependerá básicamente de la formación de nuevas macollas, por lo que el retraso en la producción de forraje será máximo.

Por todo lo nombrado anteriormente se le debe dar gran importancia al momento de decidir el manejo del potrero a ocupar; para poder obtener una mayor producción de forraje y lograr una mejor utilización, es necesario en promedio del año unos 60 días de descanso sin animales dentro del potrero (Carámbula, 1998). Se puede agregar que los tratamientos con carga rotativa llegan a tener una mayor producción de forraje comparándolos con los de carga continua, explicado en parte por los períodos de descanso entre pastoreos (Berreta, citado por André et al., 2016).

Determinar la dotación que mejor se adapte a cada tipo de campo es la decisión de manejo más importante. Cada pastura tiene una producción potencial que va a definir la capacidad de carga de esta. La capacidad de carga se determina como la máxima dotación para alcanzar un objetivo de desempeño animal, con un método de pastoreo determinado, que puede ser aplicada en un período definido sin deteriorar el ecosistema (Risso y Berretta, 2001).

Según Berretta y Risso (2001) en el caso donde la dotación seleccionada excede la capacidad de carga, suele producirse un cambio en la composición de la comunidad vegetal a una con un menor valor para la alimentación de los animales, esto sucede porque el pastoreo selectivo coloca en desventaja para competir a aquellas plantas más seleccionadas por los mismos. Si esto se sigue prolongando en el tiempo, es decir se mantienen cargas altas y continúa por largos períodos, hay un incremento de plantas de ciclo estival, por lo tanto, además de una reducción de producción de forraje, hay un cambio hacia la vegetación de verano. Cuando se habla de las especies

invernales finas, al florecer cuando las reservas de forraje son menores, no llegan a semillar; por lo que su prolongación en el tiempo depende únicamente de los mecanismos de reproducción vegetativa.

2.3.2 Efecto del pastoreo sobre la composición botánica

Aunque hay diferencias en el crecimiento entre gramíneas, leguminosas y malezas, todas estas en menor o mayor grado son susceptibles a la defoliación y al pisoteo, que se ven asociados al pastoreo (Langer, citado por Cabrera et al., 2016).

La herbívora por el ganado doméstico provoca modificaciones en la abundancia, cobertura y composición de las especies, así como también en la estructura vertical de la vegetación y en la composición de tipos morfológicos de plantas (Altesor, s.f.).

Formoso, citado por Cejas (2016), mediante estudios realizados, logra demostrar que, con la exclusión del pastoreo, se presenta un incremento en las gramíneas cespitosas y una reducción de especies estoloníferas como *Axonopus affinis* y *Paspalum notatum*, luego de haber transcurrido dos años de la exclusión. Estas especies anteriormente mencionadas están adaptadas a condiciones de pastoreo más intenso, siendo su supervivencia más exitosa en estas circunstancias. Las cespitosas que tuvieron aumentos de presencia en la zona de excluida fueron *Paspalum dilatatum*, *Piptochaetium stipoides*, *Poa lanigera*, *Stipa setigera* y *Ciperáceas*, esto podría estar indicando el proceso de selección que tiene el ganado sobre estas especies. Mientras tanto las especies invernales *Stipa papposa* y *Vulpia australis* se inclinaron a desaparecer por no poder competir con la competencia causada por el cerramiento del tapiz e incremento de las cespitosas altas.

No obstante, tanto en pastoreo rotativo como continuo, las producciones de forraje son parecidas, estando las especies estivales en mayor cantidad que las invernales. En cuanto a los tipos productivos, se logró establecer que los pastos ordinarios, fueron los de mayor porcentaje en una pastura en donde se realizó pastoreo rotativo, en donde se permite que en los períodos de descanso *Schizachyrium spicatum* y *Paspalum plicatulum* acumulen hojas viejas, lo que provoca que disminuya su apetecibilidad. De lo contrario en los pastos finos y tiernos, no hubo diferencia entre pastoreo continuo o rotativo, presentando las mismas especies (Berretta et al., citados por André et al., 2016).

En cuanto a las malezas *Baccharis coridifolia* (mio-mio) es la más extendida en la región y su aumento está concomitante con el sobrepastoreo que debilita a los pastos, lo que lleva a impedir que el resto de los pastos pueda competir con éxito con esta planta que por ser tóxica no es elegida por los animales para ser consumida (Berretta y Risso, 2001).

Boggiano et al., citados por Cejas (2016), apreciaron que los efectos que causaban los períodos de descanso llevaron a un refinamiento del campo, aumentando la contribución de los pastos finos por una elevación de la frecuencia de *Festuca arundinacea*, *Paspalum dilatatum* y *Stipa setigera*, especies cespitosas que provocan el desplazamiento de las especies postradas y de las malezas enanas. El nivel y velocidad de esta respuesta estará afectada por las características del campo, como por ejemplo la frecuencia de las especies deseables, el estado actual de degradación y el banco de semillas del suelo. Realizando estos manejos se puede modificar la relación gramínea invernal/estival, provocando que la misma aumente.

2.4 EFECTO DEL NITRÓGENO

2.4.1 Ciclo del nitrógeno en pastoreo

La función principal del nitrógeno en los seres vivos es formar parte de las moléculas de aminoácidos y proteínas.

Los procedimientos de intensificación de la producción animal en base a pasturas incluyen necesariamente un aumento de la entrada de nitrógeno al sistema suelo-planta-animal, al mismo tiempo esa mayor entrada puede estar acompañada simultáneamente de un aumento de las pérdidas.

Es preciso que los procesos de intensificación estén asociados a un uso eficiente del nitrógeno, para alcanzar este objetivo es importante conocer las diferentes partes del ciclo del nitrógeno y las transformaciones que este sufre.

Aproximadamente entre el 98-99% del nitrógeno total que se ubica en el suelo está en forma orgánica, mientras que el disponible para las plantas se encuentra en formas inorgánicas (Morón, 1996) la relación que existe entre estas formas en el suelo se da a través de procesos biológicos que son realizados principalmente por la biomasa microbiana. Esta biomasa es la fuerza directriz que se encuentra detrás de las transformaciones de la materia orgánica y del ciclaje de nutrientes en el suelo (Smith, citado por Morón, 1996).

En el ecosistema pastoril, existen tres principales vías para la incorporación de nitrógeno a las pasturas, reciclaje por mineralización del suelo y residuos vegetales o animales, aplicación de fertilizantes y asociación con leguminosas (Carámbula, 2002).

La disponibilidad de nitrógeno en el suelo y su utilización por parte de las leguminosas puede inhibir la actividad de la nitrogenasa, con baja disponibilidad de nitrógeno en el suelo, la mayoría del nitrógeno en la planta es proveniente de la fijación biológica, mientras que con moderados niveles de disponibilidad de nitrógeno disminuye el porcentaje de nitrógeno derivado de la fijación biológica (Marschner, citado por Morón, 1996).

En pasturas donde se encuentran una mezcla de gramíneas con leguminosas (ejemplo: *Trifolium pratense*, *Lotus tenuis*) el nitrógeno fijado mediante la fijación biológica es transferido a las gramíneas por dos vías las cuales son: mediante el pastoreo animal, donde el nitrógeno retorna vía excreciones y por sustancias radicales y descomposición microbiológica de las raíces de las leguminosas.

Ya sea en vacunos como en ovinos el nitrógeno es aproximadamente 2.4% de su peso vivo (Morón, 1996). En estudios realizados por Henzell y Ross, citados por Morón (1996) en los cuales se evaluaron distintos sistemas de producción (lanero, lechero y producción de carne), se llegó a la conclusión de que en los sistemas en estudio el nitrógeno retornado en deyecciones (orina + heces) es como mínimo el 72% del nitrógeno ingerido y la vía que predomina el retorno es la orina del animal.

2.4.2 Efecto del nitrógeno en la producción y estacionalidad forrajera

Es de saber que existe deficiencia de algunos nutrientes minerales en los suelos del Uruguay, principalmente de fósforo y nitrógeno, esto afecta claramente el crecimiento del campo natural. Bajo estas particularidades se han desarrollado en la región vegetaciones estivales con especies que tienen una mayor eficiencia en el uso de estos recursos limitantes (Ayala y Carámbula, 1994).

En los campos naturales los cuales son fertilizados con nitrógeno la producción de forraje se ve aumentada sustancialmente en comparación a lo que es un campo natural sin fertilización. La producción tiene una respuesta lineal a lo que son incrementos en las dosis de nitrógeno, siendo más evidente hasta el tercer año de aplicación (Hanish et al., citados por Duhalde y Silveira, 2018).

Cuando se hace referencia a la fertilización nitrogenada y como está causa efecto en la producción de forraje, según Larratea y Soutto (2013) no observaron diferencias significativas entre materia seca presente y materia seca disponible en los diferentes tratamientos con distinta dosis de nitrógeno, sin embargo, en lo que fue tasa de crecimiento si hubo diferencias, consecuencia en la mayor producción total de forraje, siendo N114 un 17% superior a N60.

Rodríguez Palma y Rodríguez (2010) mostraron que la producción anual durante 4 años de forraje promedio resultó un 27% mayor en N100, la superioridad en la tasa de crecimiento en N100 fue 49% primavera, 44% en invierno, 10% en verano y para otoño no hubo diferencias.

Se debe tener en cuenta que hay un efecto de la fertilización nitrogenada en cada estación y esto puede afectar la marcha de otra estación del año. Así, es bien conocido el efecto positivo de la fertilización de nitrógeno otoñal para aumentar el macollaje de las especies activas en invierno y causar un efecto positivo en el rendimiento de primavera (Ayala y Carámbula, 1994).

2.4.3 Efecto del nitrógeno en la composición botánica

Thurston et al., citados por Ríos (1996), destacan que las pasturas naturales cuando se las someten agregando nitrógeno afecta a la composición botánica de las mismas debido a la disminución de aquellas especies que se pueden encontrar cuando el nutriente se encuentra en baja proporción.

Según Ayala y Carámbula (1994) con la aplicación de nitrógeno al suelo se logra modificar la distribución espacial y la composición botánica de las pasturas naturales, observaron un aumento de aquellas especies que presentan una mayor respuesta con el agregado del nutriente, destacándose en estas especies anuales invernales.

Zanoniani (2009) la respuesta que la planta tendrá al agregado de nitrógeno va a depender en qué momento y la cantidad aplicada sobre el suelo, lo cual esta será mayor o menor de acuerdo al potencial de crecimiento que presente esa pastura, así como también su composición botánica.

Berretta (2005) afirma que el agregado de nitrógeno y fósforo aumenta la frecuencia de las especies invernales, se da una mayor frecuencia de pastos C3 con la incorporación de la fertilización. Esto estimula a los perennes invernales a cambiar la composición botánica destacando la presencia de *Stipa*

neesiana, *Piptochaetium stipoide*, *Poa lanigera* cuando añaden dichos nutrientes.

Rodríguez Palma y Rodríguez (2017) observaron cambios en la contribución de especies comparando dos tratamientos un testigo y otro con aplicación de 100 unidades de nitrógeno, destacando un aumento del 25% de gramíneas invernales, al mismo tiempo se redujo la participación de las estivales en un 29% así como también un 36 % de malezas más leguminosas.

Berreta et al. (1998) evaluaron el efecto de la fertilización nitrogenada 200 kg/ha de urea (92 U N/ha) y 200 kg/ha de superfosfato (44 U P₂O₅/ha) sobre la composición botánica. Agruparon a las especies según sus ciclos tanto invernales como estivales destacando la mayor presencia de estas últimas. Dentro de las invernales las de mayor aporte fueron *Stipa setigera*, *Ciperáceas* y *Piptochaetium stipoide*. En cuanto a las estivales aparecen *Schizachyrium spicatum*, *Paspalum notatum*, *Paspalum plicatulum*, *Bothriochloa laguroides* y *Andropogon lateralis*. Tanto las invernales como las estivales afirman que se ven aumentadas con las aplicaciones de la fertilización, sin embargo, dentro de las malezas de campo sucio como *Baccharis coridifolia*, *Baccharis trimera* y *Heimia sp.* tiene una baja participación y las mismas no aumentan con el agregado de nutrientes.

2.4.4 Efecto del nitrógeno en la calidad de la pastura

Según Ayala y Carámbula (1994), el efecto principal del fertilizante es producir más materia seca ya que si se tiene en cuenta la calidad del forraje la misma no varía con la aplicación de N, P o K, aunque se observa una tendencia positiva en aquellos tratamientos en los cuales hubo aplicación de nitrógeno.

En otoño la performance de la pastura con el agregado de nitrógeno puede adquirir una mejor digestibilidad, principalmente en forraje acumulado durante 90 días.

Por otra parte, la fertilización de nitrógeno permite lograr porcentajes mayores de PC en la pastura, este comportamiento es más destacado en invierno siguiéndole el otoño (Ayala y Carámbula, 1994).

2.4.5 Interacción entre el nitrógeno y la oferta de forraje

En verano las estructuras de reposición se producen en tiempos menores si se compara con la estación invernal, debido a que las temperaturas

son mayores, si a esto se lo relaciona con una buena disponibilidad de nitrógeno en el suelo es un ambiente favorable para que el cultivo presente una adecuada tasa fotosintética. De acuerdo con Boggiano et al. (2003), esto puede llegar a maximizarse si se logra un adecuado manejo tanto de la fertilización nitrogenada como una adecuada oferta de forraje (OF), así como la interacción que puede existir entre estas dos, dado que son unas de las tantas variables que afectan a la producción de MS.

Maraschin, citado por Zanoniani (2009), destacó que en campos naturales en el período estival manejados en su período de crecimiento una respuesta cuadrática relacionada con la oferta de forraje. Cuando se presentó la menor oferta 4% del peso vivo, la productividad alcanzada fue la menor llegando a los 2075 kg MS/100 kg de PV, donde dicha producción aumentó a 3488 y 3723 kg MS/100 kg de PV siendo la oferta de 8 y 12%. Esta respuesta está directamente relacionada con la eficiencia de conversión de la energía en las diferentes ofertas de forraje, lo que llevó a una reducción de la radiación interceptada por una menor cobertura vegetal en donde la oferta fue menor o un tiempo de sombreado mayor en las ofertas más altas.

Boggiano, citado por Duhalde y Silveira (2018), evaluó la respuesta del campo natural a la fertilización nitrogenada con diferentes intervenciones de oferta de forraje. La mayor producción anual fue de 8000 kg MS/ha lográndose dicho valor a una dosis de 150 kg de nitrógeno por hectárea a una oferta de forraje de 10%. Así mismo aquellas aplicaciones superiores no registraron valores mayores de MS. En relación a las fertilizaciones otoñales destacaron que con 50 kg/ha de nitrógeno, con períodos de descanso de 45 días y una oferta de forraje de 8% se puede llegar a aumentar la productividad de forraje en 30%. De acuerdo a esto se destacó una mayor respuesta en la producción al aumentar la oferta de forraje relacionado a un incremento en la dosis de nitrógeno, lo que promueve a una mayor disposición del área remanente, aumentando la concentración de nitrógeno en planta promoviendo la formación de nuevos tejidos. Con altas dosis de nitrógeno aumenta el crecimiento y la formación de nuevos folíolos llevando a que se produzca un sombreado más precoz.

2.5 EFECTO DEL MEJORAMIENTO CON LEGUMINOSAS

2.5.1 Efecto del mejoramiento sobre la producción de forraje

Para estos mejoramientos, se ha priorizado la utilización de leguminosas sobre las gramíneas, aunque se tenga el conocimiento que la gran

mayoría de las pasturas del país se registran una baja presencia de gramíneas invernales productivas, también se detectó que el N disponible en los suelos del país era limitante en un alto potencial de rendimiento. La utilización de leguminosas y mantenimiento de las mismas en el tapiz, podrá caracterizarse como una pastura mejorada o como una etapa intermedia que cede subsiguientemente la instalación de alguna gramínea adaptada, esto ayudará a complementar la composición del tapiz, favoreciendo a cubrir espacios que impidan la entrada de malezas y una mayor producción de forraje (Millot et al., 1987).

En los mejoramientos extensivos la producción de forraje dependerá el primer lugar del potencial genético de las especies utilizadas, así como de las condiciones climáticas y edáficas presentes (Ayala et al., 1998).

Risso y Morón, citados por Cabrera (2016), demostraron que, en la siembra de un mejoramiento, el lotus o la mezcla junto con el trébol rojo, fueron los que tuvieron la mayor producción en el primer año en comparación con las demás mezclas (trébol rojo, trébol carretilla, trébol blanco + trébol carretilla + lotus, y trébol blanco) y al campo natural. Al siguiente año, determinado por condiciones ambientales favorables, se observó que la media de los diferentes mejoramientos, más que duplicó la producción en comparación al campo natural, quien también se vio favorecido por las condiciones aumentando su producción al doble.

La producción de forraje de diferentes manejos realizados a mejoramientos presentó producciones netamente mayores a los de campo natural, agregándole además de la superioridad en producción el valor nutritivo del campo mejorado, se registró un equilibrio muy favorable entre digestibilidad, proteína cruda y fibra cruda a diferencia del campo natural que mostró disminución en la calidad (Carámbula, 1992).

2.5.2 Efecto del mejoramiento sobre la composición botánica

Carámbula, citado por Duhalde y Silveira (2018), la propagación de nitrógeno de las leguminosas a las gramíneas relacionadas a la pastura, provoca cambios botánicos graduales llevando a un aumento en el porcentaje de gramíneas C3. Esta transferencia se da por la materia orgánica del suelo, como inferencia de la muerte y descomposición de la parte aérea, raíces y nódulos, que provocan cambios en las condiciones de crecimiento por el incremento de la fertilidad del suelo.

Risso et al. (2002) mostraron que la introducción de leguminosas, el manejo de pastoreo y el incremento de la fertilidad del suelo ya sea por fertilización de fósforo o indirectamente por la fijación biológica del nitrógeno por parte de las leguminosas, llevan a una mejora en la composición de la vegetación natural.

El agregado de leguminosas sin perturbaciones en el tapiz natural produce modificaciones en la presencia de ciertas especies, aumentando las de mejor valor nutritivo. De esta manera se incrementa la presencia de especies invernales y de finas y tiernas, como lo son *Adesmia sp.*, *Bromus auleticus*, *Lolium multiflorum*, *Piptochaetium stipoides*, *Poa lanigera* y *Stipa setigera*, ya que el crecimiento de las mismas se ve beneficiado por la fertilización fosfatada e indirectamente por la fijación biológica de nitrógeno (Carámbula, citado por Duhalde y Silveira, 2018).

Trabajos realizados por Berreta y Levratto, citados por Gallinal et al. (2016) corroboran que sobre suelos de basalto uno de los cambios más fundamentales que se pueden apreciar a nivel de la vegetación en pasturas mejoradas es el aumento de especies de ciclo invernal (C3).

2.5.3 *Trifolium pratense*

El cultivar de trébol a utilizar fue Estanzuela 116 (tipo sin latencia), este tiene destacada adaptación al pastoreo, acompañado de una alta producción de forraje en otoño-invierno. Aunque su pico de máxima producción ocurre en noviembre, y su ciclo de producción dura dos años.

El hábito erecto de esta planta facilita el aprovechamiento del animal, lo que lleva a que sea una leguminosa de alta calidad cuando se pastorea frecuentemente. Si ocurre alta acumulación de forraje esto provoca una disminución del aprovechamiento en condiciones de pastoreo y reduce la calidad del forraje al aumentar el porcentaje de tallos (INIA, s.f.).

2.5.4 *Lotus tenuis*

Silveira (s.f.) indica que las características generales del género *Lotus* indican que tiene un crecimiento a partir de la corona, las especies de este género se destacan por persistir en condiciones de baja fertilidad y disponibilidad de fósforo, compitiendo de mejor manera en estas condiciones que los géneros *Trifolium* y *Medicago*. No provoca meteorismo.

El *Lotus tenuis* en particular es una especie perenne de ciclo primavera-estivo-otoñal, presenta un sistema radicular pivotante más superficial que *L. corniculatus*, pero soporta altas temperaturas estivales presentando menor grado de enfermedades.

El hábito de crecimiento que presenta es postrado, con un bajo vigor inicial y lento establecimiento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.1.1 Localización y período de evaluación

El experimento se ejecutó en Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental "Mario Alcides Cassinoni"), la cual se encuentra en la ruta General Artigas no. 3 km 363, en el departamento de Paysandú, Uruguay.

El experimento se realizó en el potrero 18, el cual se encuentra a 3 km aproximadamente del casco de la estación experimental, el período de evaluación del mismo fue desde el 6 de diciembre del 2019 hasta el 14 de abril del 2020 (130 días).

3.1.2 Información meteorológica

En el caso de la temperatura, la media anual en el Uruguay es de unos 17.7 °C, variando desde unos 19.8 °C en la zona Noroeste, hasta unos 16.6 °C en la costa Sur del país. Los promedios anuales de temperaturas extremas son máximas de 22.6 °C y una mínima 12.9 °C (Castaño et al., 2011).

Según Castaño et al. (2011) los valores promedios de precipitación acumulada anual sobre el país se encuentran alrededor de 1200 y 1600 milímetros con las menores precipitaciones ubicadas en el suroeste y los máximos al Noreste. El autor sostiene que el país cuenta con un ciclo anual con una doble estación lluviosa, un máximo principal en otoño y un máximo secundario en primavera, un mínimo principal en invierno (con excepción en el este y sureste) y un mínimo secundario a la mitad del verano.

Obteniendo información del mismo autor ya mencionado en los dos párrafos anteriores cuando se observan las heladas agrometeorológicas (temperatura mínima de césped es menor a cero grados), existe un período en el año en el cual estas se manifiestan típicamente sobre el país aproximadamente entre el 1 de mayo y el 31 de octubre.

Se obtuvieron datos del período de un año (mayo del 2019 a mayo del 2020) brindados por la estación meteorológica ubicada en la EEMAC. Para la temperatura se observó una media anual de unos 18.04 °C, con promedio de temperaturas extremas de 30.5 °C para la máxima y 8 °C para la mínima.

En cuanto a precipitaciones acumuladas anual sobre la zona se contabilizó 1393 milímetros con las menores precipitaciones ubicadas en los meses de julio y septiembre del 2019.

3.1.3 Características del sitio experimental

3.1.3.1 Suelos

La unidad experimental se encuentra en el grupo de suelos 11.3, con un índice de productividad de 149. El material geológico que comprenden a este grupo corresponde a sedimentos limosos consolidados, recubiertos por delgados espesores de sedimentos limosos friables. El relieve presente es normalmente de forma mesetiforme, con zonas altas aplanadas de pendiente prácticamente nula y laderas convexas de pendientes variables entre 5 y 8 %. En las zonas altas los suelos asociados son Brunosoles Eutricos Lúvicos, de color pardo muy oscuro, con fertilidad alta y moderada a imperfectamente bien drenado, y Solonetz. En la parte de las laderas existen Brunosoles Eutricos Tipicos, profundos, moderadamente profundos y superficiales. En las convexidades más marcadas asociados, existen Litosoles Eutricos Melánicos, y en las concavidades, Planosoles Eutricos Melánicos.

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay escala 1:1.000.000 el sitio experimental se encuentra en la unidad sobre la Unidad San Manuel (MAP. DSF, 1979).

En la figura No. 1 se presenta el mapa detallado de suelos del área experimental donde se aprecia el arreglo espacial conformando un mosaico de suelos a través de los bloques.

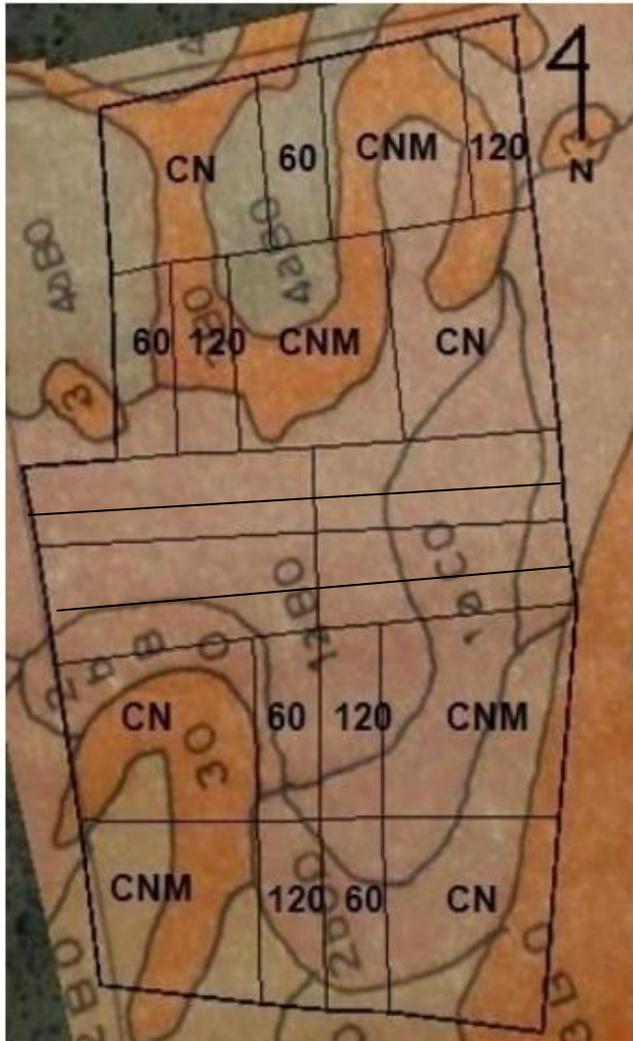


Figura No. 1. Mapa detallado de suelo del área experimental, siendo: 4a Planosoles eútricos; 3 Solonetz solidizados; 2b Litosoles; 2a Brunosol eútrico típico

3.1.3.2 Vegetación

En el lugar donde se ejecutó el experimento la vegetación presente difiere en tres estratos: alto, medio y bajo. El estrato alto está compuesto principalmente por especies arbustivas del monte de parque, representativo de zonas cercanas al Río Uruguay, la especie dominante es *Acacia caven* mientras que la asociada es *Prosopis affinis*. En el siguiente estrato se sobresalen

especies subarborescentes, como lo son *Sida rhombifolia*, *Baccharis coridifolia*, *Baccharis trimera*, *Eryngium horridum*, entre otras, estas especies son clasificadas como malezas de campo sucio, el último estrato mencionado es el bajo el cual está compuesto por vegetación herbácea, en el cual dominan principalmente gramíneas estivales como lo son *Paspalum notatum*, *Paspalum dilatatum*, *Bothriochloa laguroides*, *Paspalum plicatulum* y especies invernales como *Stipa setigera*, *Piptochaetium stipoides*. En lo que son las especies asociadas se encuentra las leguminosas principalmente *Desmodium incanum* y *Medicago lupulina*, entre otras.

3.1.3.3 Antecedentes del pastoreo

En el año 2014 comienza el experimento, el efecto de los tratamientos sobre la vegetación tiene 6 años al momento de la evaluación.

El sitio experimental se caracteriza por ser un campo virgen ya que hay presencia de las especies *Dorstenia brasiliensis* que es característica de este tipo de campo.

Desde un comienzo en el año 2014 el objetivo del lugar fue la recría del ganado, teniendo en cuenta esto, se realizan las prácticas de manejo adecuadas, como lo son el ajuste de carga mediante la disponibilidad de forraje.

3.1.4 Animales experimentales

Los animales experimentales fueron vaquillonas de raza Hereford, de 1-2 años, con un peso promedio al inicio del experimento de 322.5 kg, pertenecientes a la UdelaR. Fagro. EEMAC. Los animales fueron asignados a cada tratamiento según la cantidad de forraje con la cual se disponía, siempre tratando de respetar una oferta de forraje del 8 % del peso vivo. Se utilizaron como “testers” 4 animales para el tratamiento de campo natural sin intervención, 5 para el tratamiento de campo natural mejorado y 2 en cada uno de los tratamientos con fertilización nitrogenada. Como “volantes” fueron utilizados animales de características semejantes a los “testers”, en la cantidad necesaria de acuerdo a la disponibilidad de forraje estacional, de manera que la oferta de forraje se mantuviera en el objetivo.

Todos los animales fueron pesados mensualmente, luego de 12 hs de ayuno. El manejo sanitario realizado garantizó el buen estado de los animales durante todo el período experimental. El abastecimiento de agua a través de bebederos no fue limitante y los animales tenían acceso a sombra.

3.1.5 Descripción de los tratamientos y diseño experimental

En este trabajo son considerados dos experimentos en función a la historia de fertilización que hay presente en las diferentes áreas.

Experimento 1. Se compararon diferentes niveles de intervención sobre el campo natural: 1. Sin intervención (CN), 2. Fertilización con 60/kg/año de nitrógeno + 40 kg/ha de P₂O₅ (CNN 60), 3. Fertilización con 120/kg/año de nitrógeno + 40 kg/ha de P₂O₅ (CNN 120) y 4. Campo natural mejorado (CNM) con una siembra en cobertura de 6 kg/ha de *Lotus tenuis* cv. El Matrero y 8 kg/ha de *Trifolium pratense* cv E116. Estos se encuentran ubicados en los bloques 1, 2, 3 y 4.

Experimento 2. Se evaluaron tratamientos con niveles de fertilización nitrogenada iguales (60/kg/año de nitrógeno + 40 kg/ha de P₂O₅ y 120/kg/año de nitrógeno + 40 kg/ha de P₂O₅) pero con diferente historia de la misma, la comparación fue entre los tratamientos nitrogenados del experimento 1 vs. los tratamientos nitrogenados del bloque 5 (mayor historia de fertilización).

En el caso de los tratamientos en los cuales se fertilizaron con nitrógeno, las fuentes de nutrientes fueron bajo forma de urea granulada y fertilizantes binarios 18-46. La aplicación fue dividiendo la dosis a la mitad, una se aplicó a principio de otoño y la otra fue a mediados de invierno, la fertilización con fósforo se aplican los 40 kg en otoño. Este tipo de manejo se realiza desde el año 2014 y desde entonces todos los años se fertiliza.

El tratamiento con la introducción de *Trifolium pratense* y *Lotus tenuis* sobre el tapiz del campo natural, se realizó con una siembra al voleo, utilizándose densidades de 8 kg/ha y 6 kg/ha respectivamente, con una fertilización al momento de la siembra de 40 kg/ha P₂O₅, la cual se realizó en el 2014.

El diseño del experimento fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones en el espacio. Los bloques 1, 2, 3 y 4 fueron fraccionados en cuatro parcelas asignándoles al azar un tratamiento a cada una. El tamaño promedio de parcela fue CN 0, 72 ha, CNM 0, 71 has, 60N 0,26 ha y 120N 0, 26 ha, totalizando un área de 7, 86 ha.

El bloque 5 presenta un total de 2 ha, fraccionando en 8 parcelas con un tamaño de 0.25 has, donde los tratamientos de 60N y 120N siempre se encuentran enfrentados uno al otro.

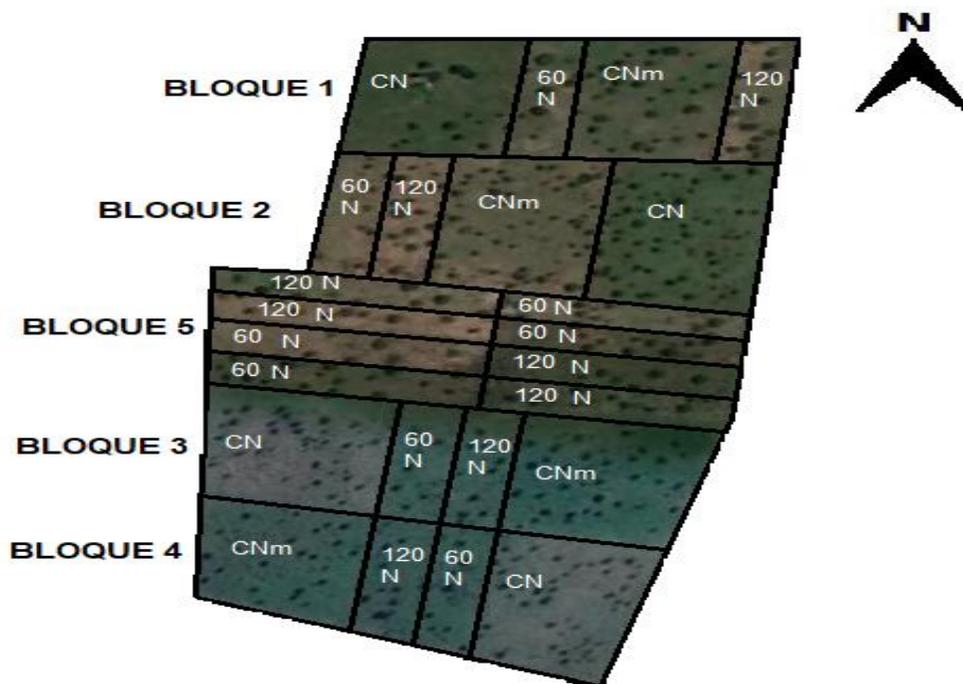


Figura No. 2. Croquis de la disposición de los bloques y los tratamientos en el sitio experimental

3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.2.1 Manejo de pastoreo

Para el manejo del pastoreo se utilizó el método rotativo con cargas variables (Mott y Lucas, 1952) las cuales acompañaban las variaciones de disponibilidad que ocurrieron a lo largo del experimento. La asignación objetivo fue de 8 a 10 %, esto se llevó a cabo manteniendo animales fijos y variables de manera de respetar esa asignación. Este es el método conocido como “put and take”, el cual permite utilizar a los animales fijos como evaluadores de la calidad de la pastura, y a los volantes como forma de manejar la presión de pastoreo en los niveles deseados (González, 2018).

Los ciclos de pastoreo fueron de 60 días, compuestos por 15 días de ocupación y 45 de descanso.

3.2.2 Determinación de la pastura

3.2.2.1 Evaluación de la materia seca

Para poder evaluar la materia seca presente en los tratamientos antes de la entrada de los animales (disponible) y luego de que los mismos salgan (remanente) se utilizó el método de doble muestreo por la escala visual (Haydock y Shaw, 1975) en conjunto con el método Botanal (Tothill et al., 1992). El método mencionado de doble muestreo consiste en la estimación de forraje a través de técnicas no destructivas la cual se basa en la estimación visual de la cantidad de forraje disponible en la pastura o en la determinación de algún atributo de la misma como en este caso fue la altura y densidad, que se encuentren altamente relacionados con la disponibilidad de forraje, y técnica destructiva que se basa en el corte y el pesado de la muestra de forraje (Bruno et al., 1995).

Se determinó una escala visual de forraje disponible de 5 puntos, asignándole el valor 1 a la menor cantidad de forraje disponible y 5 a la mayor, los puntos 2,3 y 4 corresponden a valores intermedios de disponibilidad.

Para poder definir las escalas previo a la entrada de los animales y así determinar el disponible o a la salida de los mismo y determinar el remanente, se debe recorrer la parcela, determinando en principio el rango de disponibilidad de la materia seca presente, teniendo en cuenta aquellas que son consumidas por los animales en condiciones normales de pastoreo.

Posteriormente de realizado el muestreo del área se registró al corte de los círculos el valor de la escala que representaba y la altura del forraje por cada uno de ellos. En total se realizaron 3 repeticiones por punto de escala. Se cortó al ras del suelo, teniendo en cuenta en no incluir en el material muestreado el mantillo que se encontraba, ya que no se considera incluir dentro de la materia seca presente porque no se asocia al crecimiento de la pastura ni al desempeño del animal.

Las muestras cortadas se las pesó determinando el peso fresco y seco luego de permanecer en una estufa de aire forzado a 60°C durante 48 a 72 horas. Con el peso seco obtenido se calculó los kg/ha de materia seca por muestra.

Después de contar con los datos pares de kg/ha de materia seca y altura del forraje (cm) y los valores de kg/ha de MS y escala visual, se ajustaron a la ecuación de regresión que relaciona los kg/ha de MS presente y altura.

Para el muestreo del sitio experimental se utilizaron círculos (38 cm de diámetro), registrándose en cada uno la altura de la pastura (realizando cuatro mediciones y al final un promedio de las mismas), el valor de la escala y la composición botánica (según método Botanal) por grupo de especies, esto último solo se realizó cuando se estimaba la materia disponible. El número de muestras realizadas fue de 30 en cada parcela fertilizada con nitrógeno, 60 en parcelas de CN y 60 en campo natural mejorado con leguminosas, adicionándoles además 15 alturas del forraje fuera de la unidad de muestreo.

La altura del forraje se definió considerando la altura de la hoja verde más alta presente en la planta, la cual era medida con una regla, no se tuvo en cuenta la hoja bandera de las macollas en floración.

3.2.2.2 Evaluación de la producción de materia seca

En lo que fue producción total de materia seca se obtuvo calculando la suma de todo el forraje producido en cada ciclo de pastoreo. Estas producciones se consiguieron sumando lo producido en los períodos de descanso que es el producto de la diferencia entre los kg/ha de MS presente al inicio de la entrada de los animales y los kg/ha de MS remanente del pastoreo anterior más lo producido durante el período de pastoreo (tasa de crecimiento por los días de pastoreo)

3.2.2.3 Evaluación de la tasa de crecimiento del forraje

La tasa de crecimiento fue calculada como la producción de la materia seca acumulada entre el remanente al final de un pastoreo y la materia seca presente al inicio del siguiente pastoreo, dividido los días de descanso.

3.2.2.4 Evaluación de la materia seca disponible total y diaria

La materia seca disponible se definió como la suma de la materia seca presente al principio de cada período de pastoreo más la producción de materia seca durante el período de alimentación de los animales ($TC \times$ días de ocupación en la parcela).

3.2.2.5 Evaluación de la MS remanente

La materia seca remanente se estimó como la materia seca presente al final de cada pastoreo.

3.2.2.6 Evaluación de la altura de la MS remanente

Para la estimación de esta altura se utilizaban los registros de las alturas que se medían en el área del tratamiento, al final de cada pastoreo.

3.2.2.7 Estimación de la materia seca desaparecida total

Es la diferencia entre la materia seca disponible de pastoreo y la materia seca remanente a fin de pastoreo, el resultado expresado es en kg/ha.

En el caso de la materia seca desaparecida expresada en porcentaje del disponible se calculó como desaparecida dividida la disponible por cien.

3.2.2.8 Evaluación de la composición botánica

Para lograr relacionar la composición de la pastura con la producción de forraje presente a un nivel que permita coligarse con el performance animal, se realizó una descripción a nivel de fracciones dominantes que se asocian por características de ciclo de producción, tipo productivo, tipo vegetativo y hábito de vida, para este estudio se definieron diferentes grupos, por un lado todas las gramíneas se clasificaron en: perennes estivales (PE) finas, PE tiernas, PE tiernas-ordinarias, PE ordinarias, PE ordinarias-duras y PE duras, anuales estivales, anuales invernales, perennes invernales (PI) finas, PI tiernas-finas, PI tiernas, PI tiernas-ordinarias, PI ordinarias, PI ordinarias-duras y PI duras. Por otro lado, se clasificó al resto de las especies en: malezas menores y enanas, malezas de campo sucio, leguminosas sembradas y no sembradas, graminoides y por ultimo suelo desnudo.

3.2.3 Determinación de los animales

3.2.3.1 Peso vivo

Para poder estimar el peso vivo de los animales en estudio, se realizaron pesadas de los mismos cada 30 días aproximadamente (luego de

haber cambiado dos veces de bloque). Con un ayuno previo de aproximadamente 12 horas, para poder disminuir el error provocado por las variaciones por llenado diferencial del tracto digestivo.

3.2.3.2 Carga

Se pudo determinar la carga total con el cálculo de los kg de peso vivo totales y se dividieron por el área total de cada tratamiento. Mientras que para la carga instantánea los kg de peso vivo estimados se dividieron sobre el área de la parcela al momento de pastoreo, esto se estima para cada período y posteriormente se ponderaron para el total del período.

3.2.3.3 Ganancia por animal diaria

Los kg/animal/día se calcula restando el peso final del inicial de cada período de pastoreo en cada animal y se dividió por los días del mismo.

3.2.3.4 Ganancia por hectárea

En este caso la ganancia del peso vivo por hectárea se calculó mediante la extrapolación de la ganancia media de los animales fijos al número total de animales que hay en cada tratamiento.

3.2.4 Oferta de forraje

Se define a la oferta de forraje como aquella asignación de materia seca brindada al animal cada 100 kg de peso vivo del mismo. El cálculo para su determinación fue multiplicar los kilogramos de materia seca disponible por parcela por días de pastoreo, dividió los kilogramos de peso vivo animal.

3.3 HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis biológica

- La siembra de leguminosas y la fertilización nitrogenada incrementa la producción de materia seca.

- El aumento en la producción de forraje permite un aumento en la carga.
- Los diferentes tipos de intervención como lo son la fertilización nitrogenada y el agregado de leguminosas tendrán un disponible con un mayor valor pastoral que el campo natural sin intervenciones lo que llevará a una mayor productividad por animal.
- La fertilización nitrogenada durante un largo tiempo lleva a una degradación del campo natural por una anualización y aparición de malezas

3.3.2 Hipótesis estadística

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$

3.4 MODELO ESTADÍSTICO

3.4.1 Modelo estadístico para la pastura

El modelo experimental corresponde a un diseño en Bloques completos al azar (DBCA) con parcelas divididas en el tiempo, quedando representado por:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \beta_j + t\beta_{ij} + \gamma_k + t\gamma_{ik} + \xi_{ijk}$$

Siendo:

- Y = variable de interés.
- μ = media general.
- t_i = efecto de la i -ésimo tratamiento.
- β_j = efecto del j -ésimo bloque.
- $t\beta_{ij}$ = interacción tratamiento por bloque correspondiente al error A
- γ_k = es el efecto de la k -ésima estación.
- $t\gamma_{ik}$ = es la interacción tratamiento por estación
- ξ_{ijk} = es el error experimental. Error B

El modelo estacional corresponde a un diseño en Bloques completos al azar (DBCA). Para una medición:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

Siendo:

- Y = variable de interés.
- μ = media general.
- t_i = efecto de la i -ésimo tratamiento.
- β_j = efecto del j -ésimo bloque.
- ξ_{ij} = error experimental.

Se realizó el análisis de varianza entre tratamientos y en caso de existir diferencias, se realizó el análisis comparativo de medias utilizando Tukey con una probabilidad del 10% con el programa estadístico InfoStat.

3.4.2 Modelo estadístico para el animal

El modelo corresponde a un diseño completo al azar.

$$Y_i = \beta_0 + t_i + \beta_1 \cdot PI + \xi_i$$

Siendo:

- Y = variable de interés, ganancia de peso animal.
- β_0 = es el intercepto.
- t_i = es el efecto de la i -ésimo tratamiento.
- β_1 = coeficiente de regresión de la covarianza PI .
- PI = es el peso animal al inicio del experimento (covariable).
- ξ_i = es error aleatorio asociado a la observación Y_i

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

4.1.1 Temperatura y precipitaciones

A continuación, se presenta la evolución de las temperaturas máxima, mínima y promedio desde diciembre 2019 a mayo de 2020. A su vez se adjunta la temperatura promedio de la serie histórica de 10 años para la EEMAC

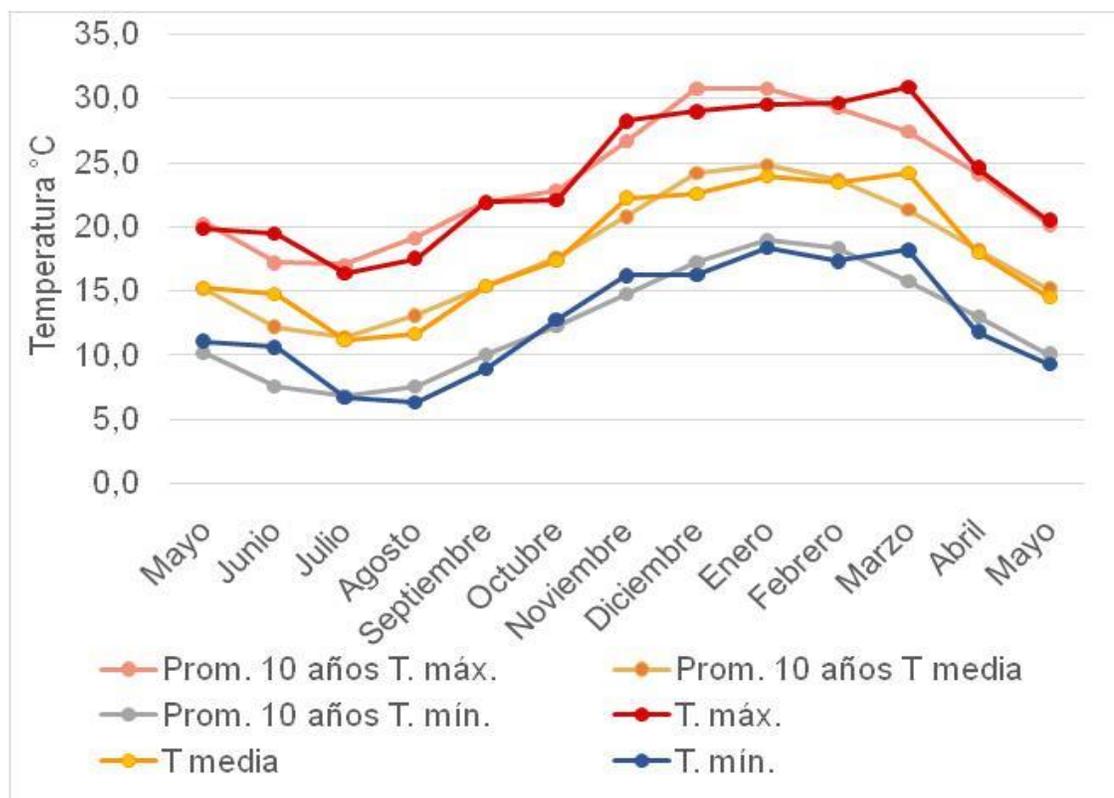


Figura No. 3. Temperatura máxima, mínima y promedio para el período de estudio, y promedio para la serie histórica de 10 años para la EEMAC

Como se aprecia en la figura No. 3, las temperaturas promedio del experimento se solapan casi perfectamente a las de la serie histórica.

Las mayores temperaturas para el período de estudio se encuentran en el mes de marzo, con un promedio de 30°C grados mientras que las mínimas se dieron en el mes de mayo cuando el experimento estaba llegando a su fin.

En la figura No. 4 se representa las precipitaciones mensuales de diciembre a mayo de los años 2019 y 2020, así como el promedio histórico de los últimos 10 años para cada mes.

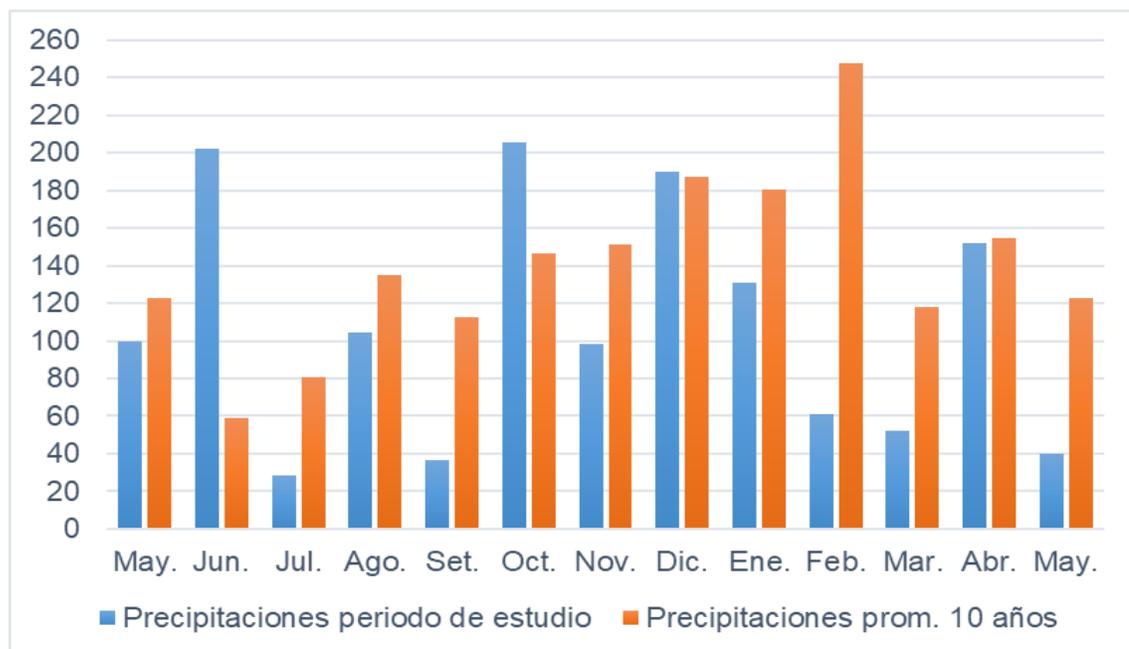


Figura No. 4. Volumen de precipitaciones ocurridas de mayo 2019 a mayo del 2020 y el promedio de los últimos 10 años

A partir de la información recabada de la figura anterior, se observa que, en el período evaluado, en la mayoría de los meses las precipitaciones mensuales fueron menores a la del promedio histórico. Con excepciones de los meses de junio y octubre, que tuvieron 140 mm y 40 mm por encima de la media histórica respectivamente (los cuales no se encuentran dentro de los meses evaluados). En los meses de diciembre y abril fueron similares al promedio histórico con una media de 180 mm y 160 mm respectivamente.

4.1.2 Balance hídrico

A partir de registros de precipitaciones y evapotranspiración potencial se calculo el balance hídrico del período de evolución, cada 15 días. Mediante estos se hallo el almacenaje de agua en el suelo y la evapotranspiración real, teniendo en cuenta que en los suelos CONEAT 11.3 el agua potencialmente disponible neta es de 86 mm (Molfino y Califra, 2001).

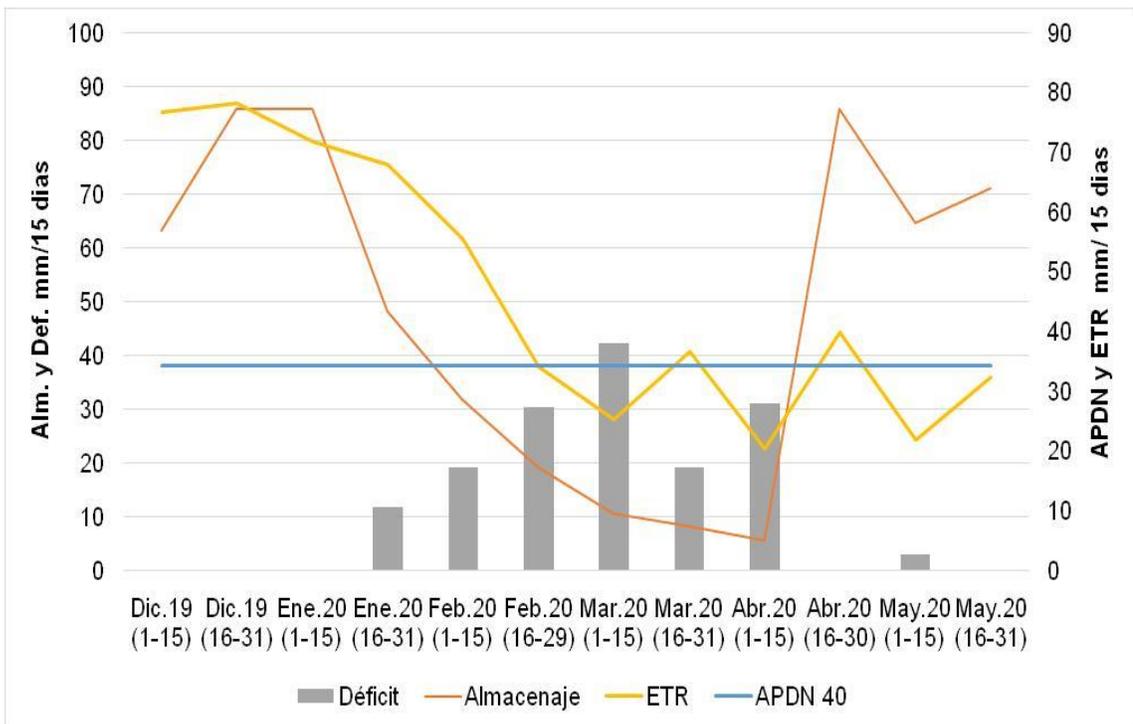


Figura No. 5. Evolución del almacenaje de agua y evapotranspiración real (ETR) con respecto al 40% del agua potencialmente disponible neta (APDN 40%), y período de déficits hídricos entre el 1 de diciembre y el 31 de mayo

En la figura No. 5 se observa el balance hídrico del suelo para el período de estudio. En el mes de diciembre y en hasta la mitad del mes de enero no se presentaron deficiencias hídricas esto se debe a que se presentaron elevadas precipitaciones, en donde el almacenaje del suelo superada el APDN 40. A partir de la segunda quincena de enero comienzan las deficiencias hídricas, disminuyendo el almacenaje del suelo y este se volvió menor a la APDN, presentándose el déficit más bajo en el mes de abril, esto se explica por los bajos niveles de precipitaciones.

4.2 PRODUCCIÓN PRIMARIA

4.2.1 Estudio del período total del experimento 1

4.2.1.1 Efecto del tratamiento

Es de utilidad conocer las variaciones experimentadas en lo que fue producción primaria, las cuales se pueden asignar a las diferentes intervenciones como lo son agregado de leguminosas y fertilizaciones nitrogenadas.

En el siguiente cuadro se mostrará la forma en la cual incidieron los diferentes tratamientos sobre las variables producción total y tasa de crecimiento.

Cuadro No. 1. Efecto del tratamiento sobre la producción total (Prod. Tot.), y la tasa de crecimiento (TC) para el total del período

Tratamiento	Prod. Tot.(kg/ha)	TC (kg/día/ha)
CN	4160 A	30 A
CNM	3792 AB	28 AB
CNN 60	3352 AB	25 AB
CNN 120	3136 B	24 B

Medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

En base a la información brindada por el cuadro anterior, se puede decir que el comportamiento fue semejante para ambas variables estudiadas, habiendo diferencia estadísticamente significativa entre el CN y el CNN 120 (DMS de Prod. Tot. 450 y de 6,7 TC). La producción del CN fue 22 % superior a los tratamientos nitrogenados, siendo el tratamiento CNN120 el de menor producción.

Que los tratamientos nitrogenados tenga una menor producción es esperable ya que basándose en la información brindada por Duhalde y Silveira (2018), los cuales realizaron un estudio similar a este presentado con la diferencia que se estudio las estaciones de invierno y primavera, en donde las gramíneas anuales invernales tuvieron una mayor presencia en los tratamientos con agregado de nitrógeno, representado casi exclusivamente por la especie *Lolium multiflorum*, esto se debió a que dicha especie presenta muy alta respuesta al agregado de N, lo cual la hace más competitiva, provocando un desplazamiento del resto de las especies.

El aumento de GIA a dosis crecientes de N, según Cardozo et al. (2008), indican una degradación del campo natural, ya que se sustituyeron áreas ocupadas originalmente por especies perennes, como el caso de *P. notatum*.

Estos resultados de producción baja, también puede deberse al déficit hídrico ubicado desde mediados de enero hasta abril. Carámbula (2002) menciona que la respuesta al nitrógeno además de ser extremadamente inestable, se ve afectada por las dos variables climáticas más importantes, la temperatura y la humedad. De igual manera Lorentz y Rogler (1973) exponen que la producción de materia seca en campos fertilizados con nitrógeno y fosforo varían considerablemente debido al volumen de precipitaciones.

A continuación, se presenta la información de forraje disponible, altura del disponible, forraje remanente, altura del remanente y forraje desaparecido promedio expresado en kg/ha y como % del disponible según el tratamiento.

Cuadro No. 2. Efecto de la intervención sobre el forraje disponible (Disp.), altura del disp. (Alt. Disp.), forraje remanente (Rem.), altura del remanente (Alt. Rem.), forraje desaparecido promedio (Des. Prom.) y forraje desaparecido como porcentaje del disponible (Des.) para el total del período evaluado

Tratamiento	Disp. (kg/ha)	Alt. Disp. (cm)	Rem. (kg/ha)	Alt. Rem. (cm)	Des. Prom. (kg/ha)	Des. (%)
CN	3467 A	15	1294	8,5	2172	62
CNM	3451 AB	16	1625	9	1825	51
CNN 60	3044 AB	14,5	1269	8	1775	57
CNN 120	3025 B	14	1302	8	1723	59

Medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Para lo que fue el análisis del cuadro, solo se logra destacar que solo se encuentran diferencias significativas en la disponibilidad de forraje con un DMS de 426, entre los tratamientos CN y CNN120.

Álvarez et al. (2013) afirman que el forraje producido es la variable que más explica el forraje disponible a lo largo del año. Por lo que la presencia o no de diferencias significativas que se encuentran en las variables producción total y disponible son similares.

Para lo que fue el remanente promedio y la altura del mismo no se detectaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos estudiados.

El forraje remanente en CN resulta ser el 37 % del disponible, en tanto para CNN 120 representa un 43 %, CNN 60 un 41 % y CNM un 47 %, por lo que el forraje desaparecido en los tratamientos es parecido pero el CN presenta el menor remanente entre los tratamientos estudiados.

Hodgson et al. (1971) afirman que, el consumo de forraje en ganado adulto, recién comienza a disminuir cuando la disponibilidad del mismo cae por debajo de 1000-1100 kg MS/ha, con esto se puede suponer que los animales evaluados en este experimento no presentaron restricciones alimenticias durante el período de estudio.

4.2.1.2 Efecto de la estación

Para comenzar a describir el efecto de la estación primero se observarán las variables de producción total y tasa de crecimiento

Cuadro No. 3. Efecto de la estación sobre la producción total (Prod. Tot.), y la tasa de crecimiento (TC)

Estación	Prod. Tot. (kg/ha)	TC (kg/ha/día)
Verano	2268 A	33 A
Otoño	1342 B	21 B

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

Para las dos variables presentadas se encontraron diferencias significativas, con un DMS de 357 y 3,5 para la producción y TC respectivamente, por efecto de la estación de manera positiva hacia el verano. Con una superioridad del 40 y 36% para las variables Prod. Tot. y TC respectivamente.

La tasa de crecimiento de la pastura es fuertemente afectada por las condiciones ambientales, siendo la temperatura el factor al cual las plantas responden de manera instantánea (Colabelli et al., 1998). Por lo que estos resultados son esperados ya que las condiciones de temperatura y radiación son más favorables al crecimiento de plantas tipo C4 (las cuales predominan) en verano que en otoño. Otro argumento que puede explicar este comportamiento es el déficit hídrico que se presentó en el período otoñal, siendo este déficit la variable que seguramente más pesó en las TC otoñales.

Seguidamente se presenta el forraje disponible, altura del disponible, forraje remanente, altura del remanente, forraje desaparecido promedio expresado en kg/ha y como % del disponible según la estación.

Cuadro No. 4. Efecto de la estación sobre el forraje disponible (Disp.), altura del disponible (Alt. Disp.), forraje remanente (Rem.), altura del remanente (Alt. Rem.), forraje desaparecido promedio (Des. Prom.) y forraje desaparecido como porcentaje del disponible (Des.)

Estación	Disp. (kg/ha)	Alt. Disp. (cm)	Rem. (kg/ha)	Alt. Rem. (cm)	Des. Prom. (kg/ha)	Des. (%)
Verano	3573 A	16 A	1577 A	9 A	1996 A	54 B
Otoño	2919 B	13 B	1168 B	7 B	1751 B	59 A

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

Se detectaron diferencias significativas en lo que fue forraje disponible y en la altura del mismo estando las mayores en verano (DMS Disp.=454 y DMS altura=1,12). Por otra parte, en lo que fue el remanente hubo diferencias significativas para ambas variables kg/ha (DMS=130) y la altura con un DMS=0,41, siendo más alta en verano.

En lo que es remanente ya sea en altura como en kg/ha, en ambas variables hay presente diferencias significativas. Los kg/ha son menores en otoño, aunque el forraje presente en otoño tiene una mayor cantidad de MS y donde los restos tenían un alto porcentaje en comparación al verano (42% vs. 23% respectivamente), los animales contaban con un menor disponible por lo que la selectividad por parte de los animales se reduce, llevándolos a consumir todo el forraje disponible presente.

Mientras que en forraje desaparecido promedio y porcentaje del mismo no presentan diferencias significativas, siendo la variable desaparecido en porcentaje es mayor en otoño y la desaparecida promedio mayor en verano. Esto último mencionado puede deberse a que como en verano hay un mayor porcentaje de materia seca disponible a lo de otoño, esto establece que los desaparecidos sean mayores (Álvarez et al., 2013). Además, el período de verano presentó una carga instantánea superior a la de otoño.

Estos resultados pueden explicarse ya que al inicio del experimento las parcelas venían de un período de descanso, lo cual llevo a diferir forraje desde la primavera y esto determino que los disponibles de partida en verano fueran más altos, no siendo así para otoño.

Por otra parte, y como se mostró anteriormente, el balance hídrico para la segunda quincena de diciembre y la primera de enero demostró que el suelo tenía una buena disponibilidad de agua, mientras que, para los meses siguientes, los cuales entran en consideración a la hora de calcular la producción de forraje otoñal, el balance resultó ser negativo. Esto último, tiene consecuencias negativas para el crecimiento del forraje.

4.2.2 Estudio del período total para el experimento 2

Es de gran atención saber las modificaciones en producción primaria que se pueden dar por la historia de fertilización nitrogenada y fósforo.

4.2.2.1 Efecto del tratamiento y la historia de fertilización

Posteriormente se presenta como incide la historia de fertilización sobre la producción total y tasa de crecimiento.

Se tuvo en cuenta dos estudios estadísticos, el cuadro de análisis de la varianza y contrastes, por ambas partes el resultado de comparación entre los variables estudiadas dio no significativo, por lo que se decidió mostrar los valores de las medias de los datos que se obtuvieron.

Cuadro No. 5. Efecto de la historia sobre la producción total (Prod. Tot.) y tasa de crecimiento (TC) para el total del período

Tratamiento	Prod. Tot. (kg/ha)	TC (kg/ha/día)
Nitrógeno nuevo	3135	25
Nitrógeno viejo	2956	23

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

Se pueden observar como ya anteriormente se aclaró que, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para producción de forraje y para tasa de crecimiento, en los diferentes niveles e historias de fertilización.

Cuando se compara los nitrogenados en historia de fertilización, aquellos que tienen menor historia en promedio son 6,25 % superior a los de mayor historia.

En los siguientes cuadros se presentan para el período total del experimento como incide la historia de fertilización sobre el forraje disponible, altura del disponible, forraje remanente, altura del remanente y forraje desaparecido promedio expresado en % del disponible para el total del período.

Cuadro No. 6. Efecto de la historia de fertilización sobre forraje disponible (Disp.), altura del disponible (Alt. Disp.), forraje remanente (Rem.), altura del remanente (Alt. Rem.), materia seca presente (MS. Present. kg/ha) y forraje desaparecido promedio (Des.) para el total del período

Trat.	Disp. (kg/ha)	Alt. Disp. (cm)	Rem. (kg/ha)	Alt. Rem. (cm)	MS Present. kg/ha	Des. (%)
N nuevo	3058 A	15 A	1345	8	2625 A	56 A
N viejo	2673 B	12 B	1320	7	2280 B	47 B

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

Existen diferencias significativas para las variables disponible (kg/ha) con un DMS de 146,9 y para la altura del mismo con un DMS de 0,64, para el caso de las variables del remanente no hay diferencia estadística significativa para los kg/ha ni para la altura, en las variables materia seca presente y % de desaparecida se encontraron diferencias.

Al ser el cálculo de la materia seca disponible, como la suma de la materia seca presente al principio de cada período de pastoreo más la producción de materia seca durante el período de alimentación de los animales, esto puede que puede explique las diferencias en disponible entre los diferentes tratamientos, ya que los tratamientos nitrogenados nuevos tienen una materia seca presente mayor.

4.2.2.2 Efecto de la estación

Cuadro No. 7. Efecto de la estación sobre producción total (Prod. Tot.), y tasa de crecimiento (TC)

Período	Prod. Tot. (kg/ha)	TC (kg/ha/día)
Verano	1932 A	31 A
Otoño	1114 B	18 B

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

Se aprecian diferencias significativas en ambas variables estudiadas, con los siguientes DMS 273,75 y 3,37 para la producción y la tasa respectivamente.

Como se observó en el experimento uno, cuando se analizó el efecto de la estación sobre el forraje, ocurre lo mismo, la producción total y la tasa de crecimiento en verano es superior a la de otoño, esto se debe a que las condiciones de radiación y temperatura presentes en la primera estación son más favorables para la tasa de crecimiento.

Seguidamente se presenta como incidió la estación sobre el forraje disponible, altura del disponible, forraje remanente, altura del remanente y forraje desaparecido promedio expresado en kg/ha y % del disponible.

Cuadro No. 8. Efecto de la interacción estación por tratamiento sobre el forraje disponible (Disp.), altura del disponible (Alt. Disp.), forraje remanente (Rem.), altura del remanente (Alt. Rem.), forraje desaparecido promedio (Des. Prom.) y forraje desaparecido como porcentaje del disponible (Des.)

Período	Disp. (kg/ha)	Alt. Disp. (cm)	Rem. (kg/ha)	Alt. Rem. (cm)	Des. Prom. (kg/ha)	Des. (%)
Verano	3206 A	15 A	1370	9 A	1836 A	55 A
Otoño	2526 B	12 B	1295	7 B	1230 B	46 B

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

En casi todas las variables presentadas, se encuentran diferencias estadísticamente significativas, salvo en los kg/ha de remanente (DMS: Disp. 620, Alt. Disp. 1,8, Rem. 125,6, Alt. Rem. 0,52, Des. Prom. 376,8 Des 7,8).

Las diferencias del forraje disponible y la altura del mismo, ocurren directamente por la tasa de crecimiento presente en cada estación, las cuales son un 40% mayor en verano.

Una opción que explique la superioridad en kg/ha del forraje desaparecido del período de verano, puede ser consecuencia que el forraje disponible es 21% superior para el período de verano, lo cual puede determinar un mayor consumo o mayor desaparecido por senescencia o pisoteo.

4.2.2.3 Efecto de la interacción historia de fertilización y estación

Se presenta a continuación como incide la interacción entre la historia de fertilización y la estación sobre el forraje disponible, altura del disponible, forraje remanente, altura del remanente y forraje desaparecido promedio expresado en kg/ha y % del disponible.

Cuadro No. 9. Efecto de la interacción estación por tratamiento sobre el forraje disponible (Disp.), altura del disponible (Alt. Disp.), forraje remanente (Rem.), altura del remanente (Alt. Rem.), forraje desaparecido promedio (Des. Prom.) y forraje desaparecido como porcentaje del disponible (Des.)

Período	Trat.	Disp. (kg/ha)	Alt. Disp. (cm)	Rem. (kg/ha)	Alt. Rem. (cm)	Des. Prom. (kg/ha)	Des. (%)
Verano	N nuevo	3438 A	15 A	1506 A	9 A	1932 A	56 A
Verano	N viejo	2975 AB	14 AB	1234 B	8 AB	1741 A	55 A
Otoño	N nuevo	2679 B	13 B	1183 B	7 AB	1496 AB	54 A
Otoño	N viejo	2372 B	12 B	1400 AB	6 B	970 B	39 B

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

Dentro del Cuadro No. 9, todas las variables en estudio presentaron diferencias significativas estadísticamente, ya sea entre tratamientos o estaciones.

El tratamiento que casi siempre presenta diferencias con el resto, es el N viejo en la estación de otoño, el cual tiene menores disponibles con las alturas más bajas, remanentes altos, pero con baja altura, en donde se puede concluir que había mayor presencia de forraje seco, y los desaparecidos son bajos, los cuales no llegan al 40 % del disponible presente.

Las variables remanente y porcentaje de desaparecido son las que presentan una interacción, ya que son las únicas que tienen un cambio de ranking al cambiar de una estación a la otra entre los diferentes tratamientos, en

el caso de el remanente, en verano los diferentes tratamientos presentan diferencias, mientras que en el otoño no las hay, para lo que fue % desaparecido, ocurre lo contrario, en el mes de verano no hay diferencias entre viejo y nuevo, pero en el otoño el nitrogenado viejo está bastante por debajo al nuevo.

4.3 PRODUCCIÓN SECUNDARIA

4.3.1 Estudio del período total para el experimento 1

4.3.1.1 Efecto del tratamiento

Cuadro No. 10. Efecto del tratamiento en la oferta de forraje (OF), carga instantánea (CI), carga total (CT) y ganancia media diaria (GMD) para el período total

Tratamiento	OF (%)	CI (kg/ha)	CT (kg/ha)	GMD (kg/animal/día)
CN	7,0 A	2808 B	702 B	0,35 A
CNM	5,0 B	4344 A	1086 A	0,30 A
CNN 60	4,2 BC	4780 A	1195 A	0,28 A
CNN 120	4,0 C	4520 A	1129 A	0,19 B

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

Observando la información que brinda el cuadro No. 10, surge que todas las variables presentan diferencias significativas.

Si se observan las ganancias medias diarias, se puede apreciar que; no se ven diferencias significativas entre los tratamientos campo natural, campo natural mejorado y campo natural nitrogenado 60, mientras que campo natural nitrogenado 120 se diferencia del resto con ganancias significativamente menores, por lo que se puede decir que este tratamiento se ve perjudicado de alguna forma con respecto al resto. Cuando se lo compara con mejorado y natural sin intervención se ve afectado para lo que fue por la oferta de forraje, estos tratamientos anteriormente mencionados, presentan ofertas de forraje superiores significativamente, y ya que la misma se describe como la asignación de materia seca cada 100 kg de PV animal, por lo que estos animales presentaran mayor disponible para cada animal. Cuando se hace la comparación con el otro tratamiento nitrogenado se ve aprecia que las ofertas de forraje no se diferencian estadísticamente entre ellas, por lo que está siendo afectado por otra variable, la cual es la composición botánica de este

tratamiento, los tratamientos con mayor dosis de nitrógeno presentan mayores porcentajes de malezas en total y MCS, y un menor porcentaje en la contribución del disponible de las especies estivales perenes tiernas y finas lo que perjudica al animal a la hora de la selección de una dieta de mayor calidad.

En cuanto al campo natural mejorado, que es el que lo sigue en las ganancias medias diarias, pero en este caso, este tratamiento representa mayores cargas, se puede adjudicar estas ganancias a la calidad del forraje consumido por los animales, en términos de composición botánica, ya que este presenta alto porcentaje de leguminosas sembradas de tipo productivo fino, las cuales presentan una productividad alta o media y una apetecibilidad prolongada (Rosengurtt, 1979).

4.3.2 Estudio del período estacional para el experimento 1

4.3.2.1. Efecto de la estación

Cuadro No. 11. Efecto de la estación en la oferta de forraje (OF), carga instantánea (CI), carga total (CT) y ganancia media diaria (GMD) para el período de verano y otoño

Estación	OF (%)	CI (kg/ha)	CT (kg/ha)	GMD (kg/a/día)
Verano	5 B	4690 A	1172 A	0,32
Otoño	6 A	3536 B	884 B	0,26

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

En el cuadro anterior, al momento de analizar las variables, las diferencias estadísticas se dan en las cargas, tanto instantáneas como totales, y en la oferta de forraje. Las ofertas de forraje diferentes son explicadas por la carga que hay en cada estación y el disponible, el verano presenta carga instantánea 25% superior a las de otoño, mientras que el disponible es un 18% superior, esto nos lleva a pensar que, aunque el disponible sea mayor el mismo no pudo alcanzar las ofertas del período otoñal.

Las ganancias menores en el período de otoño pueden deberse a que la calidad del forraje presente en los tratamientos sea de menor, además de aclarar que el porcentaje de resto seco en otoño fue superior al presente en verano.

A continuación, se ilustra una gráfica en donde se muestra como varía la GMD (kg/a/d) según la oferta de forraje que tengas los animales para los tratamientos en estudio en los diferentes períodos.

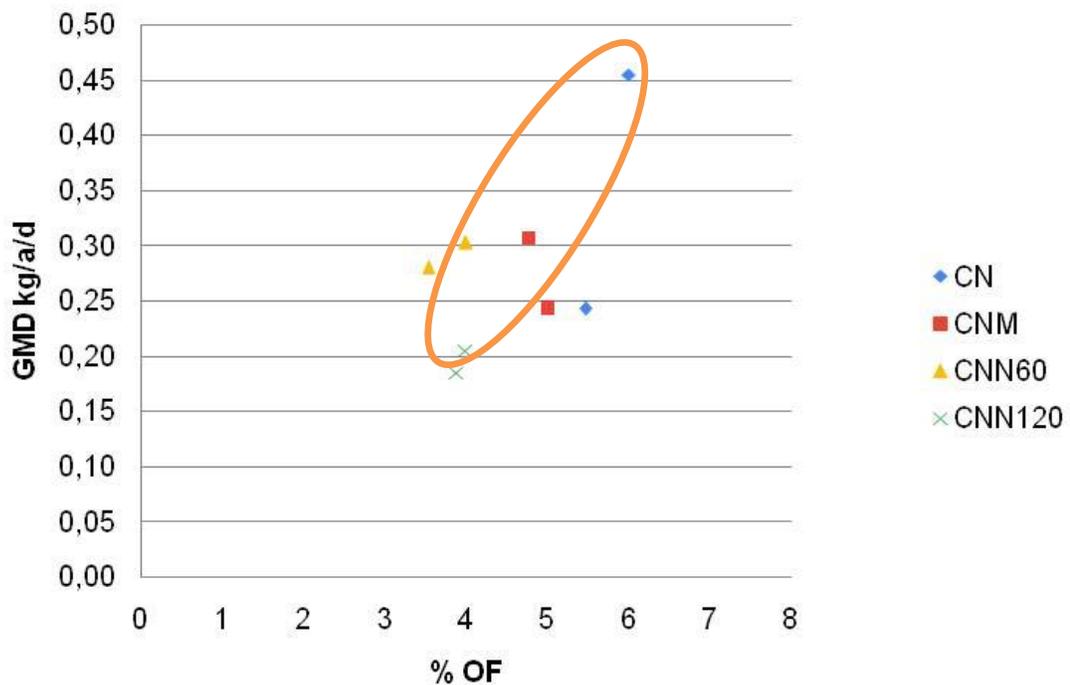


Figura No. 6. GMD (kg/ha/d) de los animales presentes en el estudio para los tratamientos a través de los diferentes períodos

Es de importancia aclarar que cada punto, representan el promedio de las ofertas y ganancias de los tratamientos en los períodos de verano y otoño.

Al definir asignación de forraje que van a tener los animales durante el período que están en la parcela, se está incidiendo directamente sobre las ganancias individuales como también sobre la utilización del pasto.

Los puntos encerrados dentro del círculo naranja son los promedios del período de verano, aquellos que quedaron afuera son del período otoñal.

Relacionando esta gráfica con el cuadro No. 11, el cual mostraba que las ganancias en otoño eran inferiores, aunque las ofertas eran escasamente superiores en este período; esta gráfica muestra la misma información, pero separada por tratamientos, en donde se ve mismas ofertas o en algunas ocasiones, ofertas más bajas en verano, los animales presentan ganancias

superiores. Llama la atención la marcada diferencia de ganancias que presenta el campo natural en los diferentes períodos, no habiendo grandes diferencias en la oferta de forraje, esto puede deberse a como hemos mencionado a lo largo del estudio, que el forraje presentado en otoño tenía una menor calidad, la materia seca verde es mayor en verano y las especies de mayor productividad también son superiores en esta estación. En donde se nota diferencia, pero no es tan acentuada como en campo natural es en el tratamiento con agregado de leguminosas, en donde las ganancias fueron estables a lo largo del período de estudio esta característica es atribuible al alto porcentaje de leguminosas sembradas que presentaban estos tratamientos.

4.3.3 Estudio por estación para el experimento 2

4.3.3.1. Efecto de la historia

En los siguientes cuadros se presentará la información recabada del experimento 2 sobre la producción animal, lo cual incluye las ganancias de los animales, las ofertas ofrecidas y la carga que había.

Cuadro No. 12. Efecto de la historia en el período de verano para las variables oferta de forraje (OF), carga instantánea (CI), carga total (CT), ganancia media diaria (GMD) y ganancia total (G. Total)

Tratamiento	OF (%)	CI (kg/ha)	CT (kg/ha)	GMD (kg/a/día)	G. Total (kg/ha)
Nitrógeno nuevo	4	5642 B	1410 B	0,30 A	144 A
Nitrógeno viejo	3	6500 A	1700 A	0,14 B	94 B

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

Del cuadro No. 12 se notan las claras diferencias estadísticas que hay presentes en las variables que representan ambas cargas y también las dos ganancias, mientras que la oferta de forraje no presenta diferencias estadísticamente significativas.

Para el comienzo del análisis del cuadro, se observan las cargas, tanto instantánea como total, las cuales en comparación al período de otoño (cuadro que se analiza a continuación) son mayores, estas altas cargas provocan que las ofertas de forraje ofrecidas a los animales decaigan, siendo mayor en el tratamiento N nuevo.

Las diferencias en ambas ganancias pueden estar dadas por el disponible presente en los tratamientos N nuevos (cuadro No. 6), los cuales son mayores junto con la altura, facilitando así la facilidad de cosecha de los animales, en cuanto al remanente de estos tratamientos, no hay diferencias, presentando de esta forma un mayor desaparecido en el tratamiento N nuevo, por lo que se espera a que a igualdad de oferta (sin diferencias significativas) los animales con mayores ganancias presente mejor desempeño que los del tratamiento viejo con menor ganancia.

Cuadro No. 13. Efecto de la historia en el período de otoño para las variables animales oferta de forraje (OF), carga instantánea (CI), carga total (CT), ganancia media diaria (GMD) y ganancia total (G. Total)

Tratamiento	OF (%)	CI (kg/ha)	CT (kg/ha)	GMD (kg/a/día)	G. Total (kg/ha)
Nitrógeno nuevo	5 A	3845 A	962 A	0,27 A	36 A
Nitrógeno viejo	4 B	2765 B	691 B	0,12 B	14 B

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

En el cuadro se aprecia que hay un efecto de la historia de fertilización, en donde los tratamientos nitrogenados nuevos presentaron ganancias medias por animal por día el doble que los de mayor historia, esto lleva a que las diferencias también se acentúan en las ganancias totales.

Las diferencias en ganancia se pueden deber a una mayor oferta de forraje en los tratamientos nitrogenados nuevos, los cuales como se mostró anteriormente en la producción primaria presentan un mayor disponible y altura del mismo, lo que lleva a que los mismos no presenten restricciones a la hora de consumir el forraje. También es de destacar que el porcentaje de desaparecido en el nitrógeno viejo para este período no superaba el 40%.

4.3.3.2. Efecto de la interacción historia por dosis de nitrógeno

Del cuadro que se describe a continuación, se ve que las variables que presentaron diferencias son ambas ganancias, mientras que la variable oferta de forraje, estadísticamente no presentó diferencias significativas.

Cuadro No. 14. Efecto de la interacción historia por dosis de nitrógeno en la estación de verano para las variables animales oferta de forraje (OF), ganancia media diaria (GMD) y ganancia total (G. Total)

Trat H	Trat N	OF (%)	GMD (kg/a/día)	G. Total (kg/ha)
N	60	5	0,36 A	148 A
N	120	4	0,34 A	140 A
V	60	3	0,29 A	144 A
V	120	3	0,10 B	58 B

Medias letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0, 10$).

De las ganancias medias diarias por animal, se nota claramente la diferencia, en donde el tratamiento N120 viejo es el que presenta menores ganancias por animal. Aunque en los tratamientos con mayor historia, pero con igual dosis de nitrógeno no presentan diferencias, los tratamientos con dosis altas y diferente historia llevan diferencias significativas, por lo que se puede apreciar un efecto de la interacción historia/dosis fertilización. Estas diferencias encontradas en parte por la composición botánica presente en los tratamientos, observándose en los con mayor historia y mayor fertilización un mayor porcentaje de malezas menores.

Cuadro No. 15. Efecto de la interacción historia por dosis de nitrógeno en la estación de otoño para las variables animales oferta de forraje (OF), carga instantánea (CI), carga total (CT), ganancia media diaria (GMD) y ganancia total (G. Total)

Trat. H	Trat. N	OF (%)	GMD (kg/a/día)	G. Total (kg/ha)
N	60	5 A	0,26 A	48 A
N	120	6 A	0,27 A	52 A
V	60	4 AB	0,23 A	21 A
V	120	3 B	-0,05 B	- 20 B

Medias letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0, 10$).

En el período de otoño hubo diferencias significativas en la oferta de forraje, los tratamientos nuevos tuvieron una oferta significativamente mayor que 120 viejo, no diferenciándose N60 viejo de el resto. Esas diferencias de cierta manera se reflejan en la ganancia media diaria, donde N120 viejo presenta perdidas frente al resto que presenta ganancias y no son distintas entre ellas, determinado que la producción por área muestre, un comportamiento de mayor ganancia en los tratamientos nuevos, frente a 120 viejo, asociados a ofertas más altas y el tratamiento 60 viejo tiene producciones intermedias, que fue en si lo que sucede con la oferta. Las ganancias están reflejando las diferencias presentadas en ofertas.

4.4 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

Es de interés estudiar los cambios dados en composición botánica atribuibles a los efectos de la introducción de leguminosas y a la fertilización fosfatada como la nitrogenada en diferentes dosis.

A continuación, se presentan datos de la composición botánica para cada tratamiento. Las distintas especies relevadas fueron agrupadas en tipo productivos.

4.4.1 Estudio de la composición botánica para el experimento1

4.4.1.1 Efecto del tratamiento

A continuación, se presentan los efectos de los tratamientos sobre los principales componentes de la composición botánica.

Cuadro No. 16. Composición porcentual de materia verde disponible (MSV), gramíneas perennes estivales tierno- finas (GETF), gramínea perenne estival tierna ordinaria (GETO), gramíneas perenne estivales ordinario (GEO), gramíneas invernales anuales (GAI), gramíneas perennes invernales (GPI) según tratamiento, leguminosas sembradas (LS) y leguminosas no sembradas según tratamiento

Tratamiento	MSV (%)	GPI (%)	GPEF (%)	GPET (%)	GPEO (%)	GAI (%)	LNS (%)	LS (%)
CN	85	18	15	36	10 A	0	8 AB	2 B
CNM	83	17	8	32	5 B	0	1 C	40 A
CNN 60	77	14	14	28	6 AB	0	5 ABC	1 B
CNN 120	78	15	10	25	7 AB	0	9 A	2 B

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

Del cuadro anterior se puede constatar que no existen diferencias significativas para la mayoría de las variables analizadas, las que sí presentaron diferencias entre tratamientos fueron las leguminosas tanto sembradas como espontaneas. Es de esperarse estos resultados, el porcentaje de aporte de las leguminosas sembradas supera en gran medida en lo que es el tratamiento de campo mejorado con respecto a las demás intervenciones, ya que en este caso se realizó la siembra de especies (*Lotus tenuis* y *Trifolium pratense*) que representan el grupo anteriormente mencionado.

Para el grupo de gramíneas perennes estivales ordinario al cual pertenecen *Bothriochloa laguroides*, *Cynodon dactylon*, *Eleusine tristachya*, *Eragrostis lugens*, *Bothriochloa imperatroides* y *Aristida murina*, si bien no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos, a no ser el campo natural mejorado comparado con campo natural. Se pueden observar valores menores para aquellos tratamientos que tienen algún tipo de intervención, lo que podría estar relacionado con el hecho de que parte de las especies mencionadas son buenas competidoras en ambientes en los cuales hay bajo nivel de recursos, y al modificar los niveles con las intervenciones mencionadas, se determinará una pérdida relativa en su capacidad competitiva frente a otras especies más favorecidas por los cambios.

En la variable gramínea perennes invernales, donde se encuentran los grupos de gramíneas invernales finas, tierna-finas, tiernas, tiernas-ordinarias, ordinarias y ordinarias-duras, representados por las siguientes especies *Bromus auleticus*, *Piptochaetium bicolor*, *Stipa setigera*, *Stipa papposa*, *Piptochaetium*

montevidensis, *Piptochaetium stipoides*, *Stipa hialina*, entre otras. La contribución que representan se puede decir que hay un buen aporte, independientemente del tratamiento que se tenga en cuenta. Estos datos están acordes con la información presentada por Boggiano (2003), quien presenta que en estos campos una producción invernal cercana al 20% del total producido, con dominancia de especies invernales de tipo productivo tierno y fino como *Bromus auleticus*, *Stipa setigera*, *Piptochaetium stipoides* y *Piptochaetium bicolor*, de las cuales se pudo observar al momento del muestreo vegetativo.

En el siguiente cuadro se ilustra la composición de las malezas, así como el porcentaje de suelo desnudo presente en cada tratamiento.

Cuadro No. 17. Cobertura de maleza de campo sucio (MCS), maleza menor (MM), maleza enana (ME) y suelo desnudo (SD) para los diferentes tratamiento

Tratamiento	MCS (%)	MM (%)	ME (%)	SD (%)
CNM	5	1	0,19	0,43
CNN 120	12	4	2	0,1
CNN 60	8	5	0,6	0,1
CN	3	3	0,26	1

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

Como se observa en el cuadro No. 17 no se observan diferencias significativas entre las variables estudiadas para ninguno de los tratamientos. Dentro de lo que son malezas, las que presentan mayor predominancia son las malezas de campo sucio, dentro de este grupo se encontró *Eryngium horridum*, *Cardus nutans*, *Baccharis coridifolia*, *Baccharis punctulata*, *Baccharis trimera*, *Solanum sisymbriifolium*, *Senecio grisebachii*, dentro de estas la que se lleva el mayor porcentaje es *Eryngium horridum*, *Carduus nutans* y *Carduus acanthoides* (estas dos últimas más presentes en los tratamientos con fertilización).

Aunque no se encuentren diferencias significativas el tratamiento que presenta un porcentaje mayor con respecto a los demás de MCS superando al anterior en un 4% es campo natural nitrogenado 120, esto es lo que se esperaba en los tratamientos fertilizados según los datos presentados por Zanoniani (2009).

4.4.1.2. Efecto de la estación

Cuadro No. 18. Materia seca disponible en kg MS/ha (MSTD) y composición porcentual de materia verde disponible (MSVD), gramínea perenne estival tierno (GET), gramíneas perenne estivales tierna ordinaria (GPETO), gramíneas perenne estivales ordinario (GEO), gramíneas invernales anuales (GAI), gramíneas perennes invernales finas (GIF), gramínea perenne invernial (GPI) según estación

	MSD (kg/ha)	MSV (%)	GEF (%)	GET (%)	GETO (%)	GEO (%)	GAI (%)	GPI (%)
Verano	3573 A	82	11	32	6	11	0	13 B
Otoño	2920 B	78	12	26	4	9	3	19 A

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

Analizando el cuadro anterior se puede observar que se presentan diferencias en el forraje disponible por estación, siendo el forraje mayor para el período de verano.

Considerando la disponibilidad de forraje de la pastura, la cual se crea a partir del forraje remanente más el forraje producido durante el período de descanso, el mayor disponible de forraje ubicado durante la estación de verano se explica por las mayores tasas de crecimiento de los campos para este período, las cuales resultaron superiores a las del período de otoño (33 kg/ha/día de MS contra 21 kg/ha/día de MS).

Aunque no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en lo que fue el aporte de gramíneas estivales, se puede decir que, dentro de lo que son los porcentajes de contribución, en el período estival se presentan valores más altos para estos grupos. Este comportamiento para la fracción gramínea está asociado con aspectos fenológicos de especies estivales, cuyo ciclo presenta un período de intensa actividad desde el rebrote que tienen en primavera, el cual sigue durante la estación cálida, culminando su ciclo productivo hacia la estación otoñal (Rosengurtt, citado por Gallinal et al., 2016). A esto se le puede adjudicar la mayor presencia de restos secos en la oferta de forraje, que pasa a ser uno de los principales componentes de la misma durante este período.

Para lo que fue porcentaje de contribución de las gramíneas perennes invernales, se presentan diferencias significativas entre el período de verano y otoño, siendo superior la segunda estación.

Cuadro No. 19. Materia seca disponible en kg MS/ha (MSD), composición porcentual de materia verde disponible (MSV), porcentaje de leguminosas sembradas (LS) y leguminosas no sembradas (LNS) según estación

Estación	MSD (kg/ha)	MSV (%)	LS (%)	LNS (%)
Verano	4216 A	82	11	3 A
Otoño	3615B	78	8	2 B

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

Se presentan diferencias significativas en las variables MSD y LNS, en lo que fue el cuadro No. 19, mientras que no lo hubo para el porcentaje de verde del forraje y las leguminosas sembradas. El verano además de contar con un mayor disponible cuenta con mayor porcentaje de leguminosas en ambos casos y mayor verde en el forraje. Con esto se puede decir que el forraje presente en verano como se pudo apreciar anteriormente era de mejor calidad lo que llevaba a que los animales tengan mayor performance.

Cuadro No. 20. Cobertura de maleza de campo sucio (MCS), maleza menor (MM), maleza enana (ME) y suelo desnudo (SD) según estación

Estación	MCS (%)	MM (%)	ME (%)	SD (%)
Verano	10	1 B	1,2	0,25
Otoño	4	5 A	0,4	0,06

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

Cuando se comenzó el estudio, el inicio del mismo se dio en el período de verano, si se enfoca y relacionando lo visto en el campo, se puede destacar que al principio en las fechas más cálidas, se observaba una mayor predominancia de malezas en general, teniendo en cuenta los tres grupos de clasificación; de estas las que se encuentra en mayor porcentaje son las malezas de campo sucio, aunque no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, se puede observar que en el caso de la estación de verano representa un 6% superior al otoño. Como ya se pudo mencionar anteriormente dentro del grupo de MCS una de las especies de mayor predominancia fue *Eryngium horridum*, esta especie está catalogada con un ciclo productivo indefinido (Rosengurtt, 1979), ya que depende de las influencias de condiciones climáticas de cada año, siendo sus poblaciones inestables (Carámbula, citado por Gallinal et al., 2016). Este grupo de malezas pueden reducir su población con máquinas cortadoras como lo es una rotativa. Este tipo de manejo se realizó antes de entrar al otoño esto es lo que explica la reducción de las MCS.

En cuanto a las malezas menores que son las que presentan diferencias significativas, en este grupo la especie que tendía a la dominancia era *Sida rhombifolia*, estas presentan un bajo porcentaje en el verano que puede deberse a que tienen apetecibilidad juvenil y pueden reducirse con pastoreo cuidadoso pero las máquinas cortadoras no hacen efecto tan claro como el grupo precedente (Rosengurtt, 1979).

En el siguiente gráfico se muestra cómo fue la evolución de la contribución de las gramíneas estivales (%) dentro de los diferentes períodos de pastoreo.

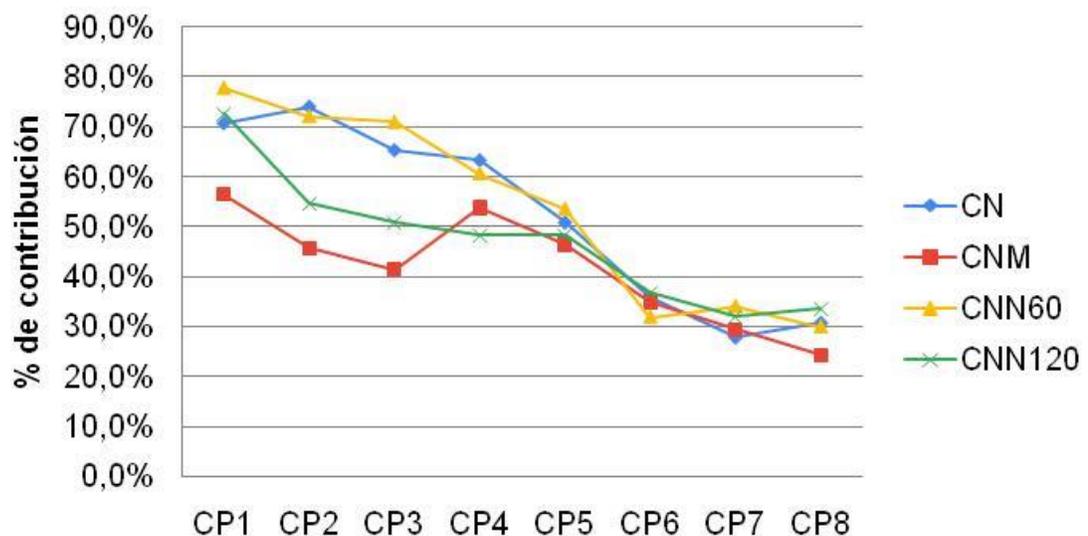


Figura No. 7. Contribución en % de la materia seca presente de gramíneas estivales para cada tratamiento a través de los diferentes ciclos de pastoreo

Lo que se puede analizar del cuadro antes visto, es la evolución de los aportes que realizan las gramíneas estivales al forraje presente, valores representados por las fracciones de gramíneas estivales anuales, gramíneas estivales perennes finas, gramíneas estivales perennes tiernas-finas, gramíneas estivales perennes tiernas, gramíneas estivales perennes tiernas-ordinarias, gramíneas estivales perennes ordinarias, gramíneas estivales perennes ordinarias-duras y gramíneas estivales duras. Para hacer este análisis, se debe aclarar que cada ciclo de pastoreo corresponde a un bloque distinto. Los ciclos van del 1 al 8, mientras los bloques van del 1 al 4, correspondiendo el primer y quinto ciclo de pastoreo al bloque 2, el ciclo 2 y 6 al bloque 3, ciclo 3 y 7 al bloque 4, y ciclo 4 y 8 al bloque 1, también es de importancia decir que los

ciclos 1, 2, 3, 4 corresponden al período de verano y los restantes ciclos pertenecen al otoño.

Se destaca un patrón de comportamiento similar para los tratamientos estudiados, un nivel de contribución que se mantiene relativamente estable durante los tres primeros ciclos de pastoreo (hasta el segundo ciclo para el caso del CNM y CNN120), registrándose luego una caída en los valores de aporte de MS. Este comportamiento está determinado por el ciclo productivo de las especies consideradas; luego del rebrote primaveral se da un período de activo crecimiento de dichas especies durante el verano, registrándose el fin del período reproductivo hacia fines de verano, principios de otoño para la mayoría de estas especies, que determina que las mayores contribuciones de MS se den durante el verano (del pastoreo 1 hasta el 4) disminuyendo las mismas hacia la estación otoñal (5 hasta el 8).

En la figura que se presenta a continuación se muestra el estudio de la contribución que las gramíneas invernales realizan al forraje disponible durante el período de estudio.

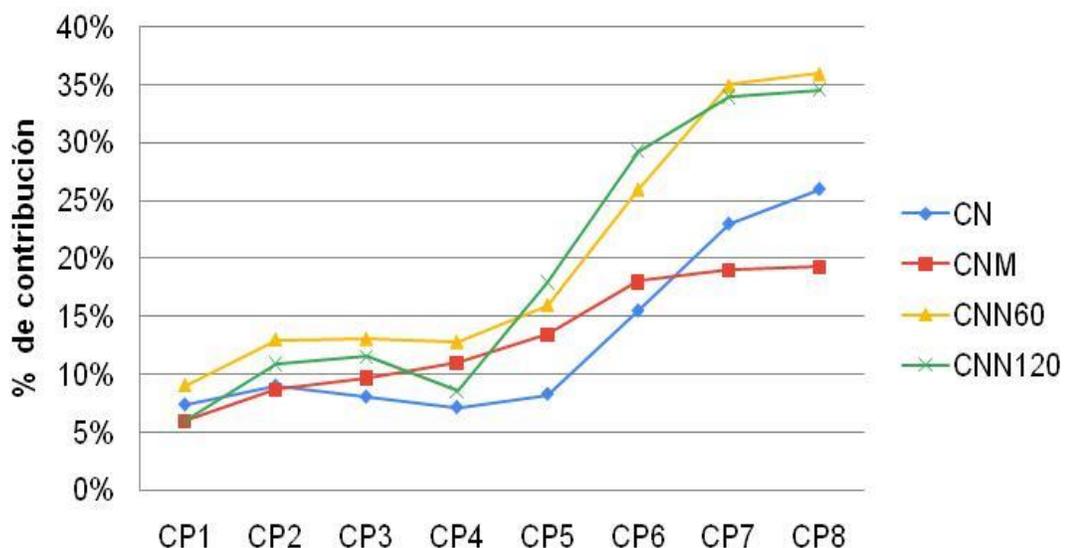


Figura No. 8. Estudio de la contribución en % de la materia seca presente de gramíneas invernales para cada tratamiento a través de los distintos ciclos de pastoreo

Lo que se puede apreciar de la figura antes vista es la evolución de los aportes que realizan las gramíneas invernales al forraje presente, valores

representados por las fracciones de gramíneas invernales anuales, gramíneas invernales finas, gramíneas invernales tiernas-finas, gramíneas invernales tiernas, gramíneas invernales tiernas-ordinarias, gramíneas invernales ordinarias, gramíneas invernales ordinaria-dura y gramíneas invernales duras.

Como paso anteriormente se observa patrones similares a lo ocurrido con las gramíneas estivales, en donde los porcentajes de contribución fueron aumentando a medida que avanzan los pastoreos, con contribuciones otoñales destacadas en los tratamientos nitrogenados, mientras que en campo natural mejorado y campo natural las contribuciones se fueron estabilizando. Estos resultados son semejantes a los presentados por Boggiano et al. (2004) quienes reportan que las fertilizaciones desde finales de otoño hasta principios de primavera promueven una mayor contribución de las especies invernales.

En las siguientes figuras que se verán a continuación, se representa el estudio de la contribución que las leguminosas (sembradas y espontaneas) y malezas representan en el forraje respectivamente.

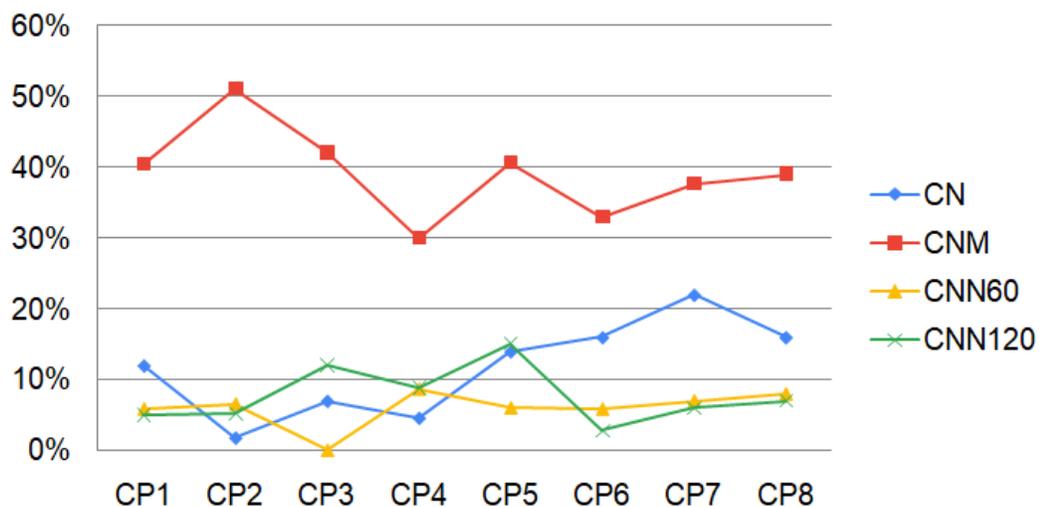


Figura No. 9. Estudio de la contribución en % de la materia seca presente de leguminosas (sembradas como espontaneas) para cada tratamiento a través de los distintos ciclos de pastoreo

Dentro de lo que fue la agrupación de leguminosas se tuvieron en cuenta las sembradas como las nativas, notándose altos porcentajes en el tratamiento mejorados con agregados de *Lotus tenuis* y *Trifolium pratense*. Aunque en el resto de los tratamientos el porcentaje fue notablemente inferior

en estos casos las leguminosas que se hacían presentes eran las nativas, en su mayoría *Desmodium incanum*.

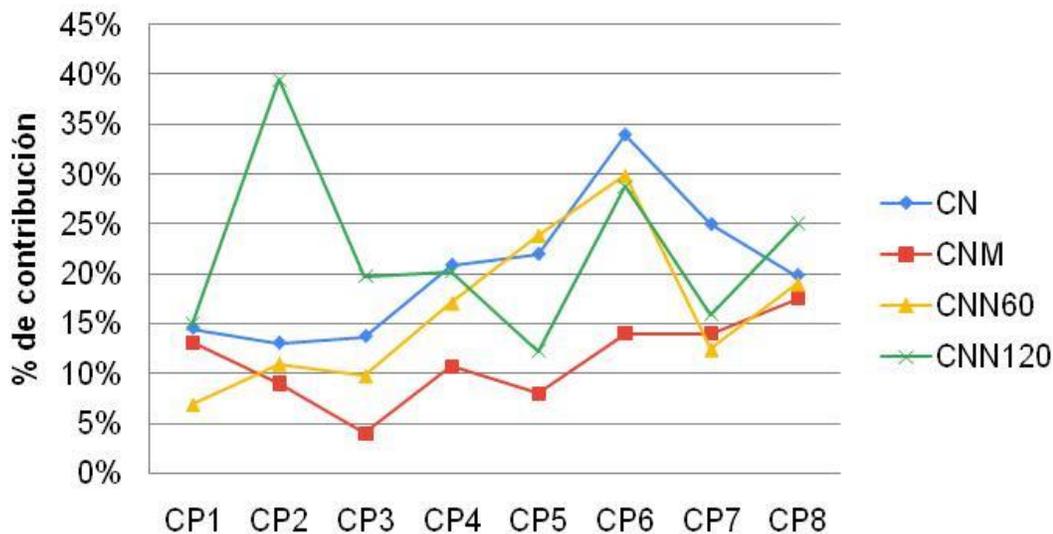


Figura No. 10. Estudio de la contribución en % de la materia seca presente de malezas y gramínoideas para cada tratamiento a través de los distintos ciclos de pastoreo

Para poder entender este gráfico, se lo desglosara en los puntos que se creen más importantes. esta gráfica dentro de lo que son las malezas, los 2 picos más importantes se dieron en bloque 3 que corresponde al ciclo 2 y 6, en el primer ciclo nombrado el pico ocurre en el tratamiento CNN120, en donde *Eryngium horridum* y *Cardus nutans*, eran las principales malezas presentes, relacionando estos resultados con las gráficas anteriores de contribución, se puede decir que este alto porcentaje de malezas ocupaba en gran medida el lugar de las especies invernales que son junto con las leguminosas nativas las que presentan una menor contribución. Además, analizando las ganancias que se tuvieron en este período para este tratamiento las ganancias fueron bajas de unos 0,1 kg/a/d. Otro pico importante en el período analizado es en el ciclo 6 de pastoreo y en donde los animales estaban pastoreando el bloque 3, dentro de las malezas la que aportaba una mayor contribución era el grupo de malezas menores, y dentro de este la *Sida rhombifolia*, relacionando con el resto de las gráficas las contribuciones que están en menor medida son las invernales, presentando menor contribución en comparación al resto de los tratamientos sin embargo las leguminosas nativas como el *Desmodium incanum* presentaban un alto porcentaje, esta especie es clasificada según Rosengurtt (1979) como

perenne estival tierna fina, esto pudo contribuir a una buena ganancia por parte de los animales de unos 0,6 kg/a/d.

4.4.2. Estudio del período total para el experimento 2

Para ambos casos estudiados tanto el pastoreo como el tiempo de ocupación y de descanso para las parcelas fue el mismo, ya que el número de repeticiones que presentaban eran iguales. En el análisis se compararon los grupos de mayor historia de fertilización vs. los de menor historia.

4.4.2.1. Efecto del tratamiento

Cuadro No. 21. Composición porcentual de materia verde disponible (MSVD), gramínea perenne estival fina (GEF), gramínea perenne estival tierna (GET), gramínea perenne estival tierna ordinaria (GETO), gramínea perenne estival ordinaria (GEO), gramínea anual invernal (GAI), gramínea perenne invernal (GIP) y leguminosas no sembradas (LNS)

Trat.	MSV (%)	GEF (%)	GET (%)	GETO (%)	GEO (%)	GAI (%)	GIP (%)	LNS (%)
N nuevo	78 A	12	28	10	20	0	13	4
N viejo	70 B	9	24	6	16	0	9	3

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

En el cuadro No. 21, para las variables de gramíneas perennes estivales finas, tiernas y tiernas ordinarias, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, pero en estos tres grupos mencionados en los tres casos siempre se encuentra un porcentaje superior para los tratamientos de menor historia de fertilización.

En los casos de gramíneas invernales no se encuentran diferencias en los grupos estudiados, de igual manera se puede observar que en GIP hay una superioridad del 31% para los tratamientos con menor historia de fertilización.

Según Cardozo et al. (2008), la predominancia de especies anuales invernales se debe a un efecto residual de las sucesivas fertilizaciones, se puede decir que con altas dosis de nitrógeno se presenta una alta presencia de raigrás anual, la cual es una gramínea anual invernal que realiza una gran

extracción del nutriente nitrógeno en la primavera al pasar al estado reproductivo. En lo que fue el muestro en la composición botánica esta manifestación se observó como manchones de restos secos los cuales se ubicaban a lo largo de las parcelas, estos restos secos no son de gran aporte para la alimentación del ganado, y no se tienen en cuenta al momento de la contribución del forraje.

En el siguiente cuadro se ilustra la composición de las malezas, así como el porcentaje de suelo desnudo presente en cada tratamiento.

Cuadro No. 22. Cobertura de maleza de campo sucio (MCS), maleza menor (MM), maleza enana (ME) y suelo desnudo (SD) para los diferentes tratamientos

Tratamiento	MCS (%)	MM (%)	ME (%)	SD (%)
N nuevo	3	7B	0,8	0,20
N viejo	4	16 A	0,6	4

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

En el cuadro No. 22 se muestra la contribución de malezas en los diferentes tratamientos, analizando el grupo de malezas de campo sucio en este caso predominan dentro de este grupo ambos *Carduus*, aunque se observa un porcentaje no muy alto, estas especies pueden ocasionar problemas económicos asociados a suelos fértiles, sin embargo, en los suelos en donde la fertilización es menor estas especies no presentan grandes niveles de infestación (Batra, citado por Gallinal et al., 2013).

Para la variable maleza menor en donde la predominancia es de *Sida rhombifolia* se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos, tendiendo un porcentaje superior en las fertilizaciones de mayor historia.

4.4.2.2. Efecto de la estación

Cuadro No. 23. Composición porcentual de materia verde disponible (MSVD), gramínea perenne estival fina (GEF), gramínea perenne estival tierna (GET), gramínea perenne estival tierna ordinaria (GETO), gramínea perenne estival ordinaria (GEO), gramínea anual invernal (GAI) y gramínea perenne invernal (GPI)

Estación	MSV (%)	GEF (%)	GET (%)	GETO (%)	GEO (%)	GPI (%)	LNS (%)
Verano	75	13	29	6	0	9	3 B
Otoño	73	8	24	8	0,2	11	6 A

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

Del cuadro anterior se puede observar que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las variables composición porcentual de materia verde disponible, gramínea perenne estival fina, gramínea perenne estival tierno, gramínea perenne estival tierna ordinaria.

En la variable leguminosas no sembradas, en donde se encuentran presentes las leguminosas nativas, en este grupo la especie que tiene una predominancia mayor es *Desmodium incanum*, la cual presenta un ciclo estival, con rebrote otoñal no tan importante como el que ocurre en la primavera.

Cuadro No. 24. Cobertura de maleza de campo sucio (MCS), maleza menor (MM), maleza enana (ME) y suelo desnudo (SD) según estación

Estación	MCS (%)	MM (%)	ME (%)	SD (%)
Verano	9	6 B	1,2	3,1
Otoño	3	12 A	0,6	2

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

En el cuadro No. 24 en donde se describe la contribución de malezas por estación, la única variable en donde se presentan diferencias significativas como sucedió en el experimento uno fue la de malezas menores en donde aumentaron su porcentaje en el período de otoño, teniendo una actuación diferente a las malezas de campo sucio, las cuales tiene mayor contribución en verano.

5. CONCLUSIONES

Los tratamientos con mejoramientos de leguminosas y agregado de nitrógeno 60, no presentaron diferencias en producción con el campo natural, mientras que el tratamiento que presento mayor fertilización 120 tuvo producciones significativamente menores.

El campo natural sin intervención fue el que presento mayores gmd/animal.

Los tratamientos con agregado de leguminosas brindaron a los animales forraje de mayor calidad lo que permitió a altas cargas tener buenas ganancias de peso vivo.

Existe efecto residual de las fertilizaciones nitrogenadas anteriores, lo que llevó a una disminución de la producción de forraje estivo-otoñal, en respuesta a una sustitución de gramíneas perennes estivales por malezas y gramíneas anuales invernales.

6. RESUMEN

El presente estudio se ejecutó en el potrero 18 de la Facultad de Agronomía. Estación Experimental “Mario Alcides Cassinoni”. El tiempo de evaluación del experimento fue desde el 6 de diciembre del 2019 (verano) hasta el 6 de mayo del 2020 (otoño). La finalidad del trabajo fue determinar la respuesta estivo-otoñal de una pastura natural del litoral al mejoramiento mediante introducción de leguminosas y a la fertilización nitrogenada, bajo pastoreo rotativo, manejado por ofertas de forraje variable con valores entornos del 8 al 10 % PV. En producción de forraje, evolución de la composición botánica y producción de peso vivo. El diseño experimental fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, evaluando dos niveles de nitrógeno, 60 y 120 kg/ha de N y el mejoramiento *con Lotus tenuis cv. Matrero y Trifolium pratense cv. Estanzuela 116* a una densidad de 6 kg/ha, con una fertilización a la siembra de 40 kg P₂O₅/ha (100 kg de 7- (40/40)-0 + 4% S). Las variables medidas fueron producción de forraje, tasa de crecimiento, forraje disponible, altura del forraje disponible, forraje remanente, altura del forraje remanente, altura promedio del forraje, forraje desaparecido promedio, evolución de la proporción de especies en la pastura, carga instantánea y total, ganancia por hectárea y por animal, y oferta de forraje. Por los resultados obtenidos se puede decir que no hubo un efecto de la fertilización nitrogenada y de la introducción de leguminosas en la producción de forraje para el total del período estudiado, siendo la producción más baja la de campo natural, pero dentro de los períodos, tanto verano como otoño no se encontraron diferencias en las estaciones. Comparando las producciones entre las estaciones las mínimas se dieron en otoño, esto se da ya que en verano se dan mejores condiciones de luminosidad, temperatura y disponibilidad hídrica para dicha estación. El efecto de los años de intervención, los tratamientos con una mayor historia de fertilización produjeron menos materia seca que los tratamientos con menor historia, lo cual se atribuyó a una sustitución de especies perennes estivales por especies anuales invernales. La producción secundaria tuvo diferencias en la performance individual entre tratamientos. Las ganancias medias diarias fueron mayores para el verano, fundamentalmente por la mayor producción del forraje registrada respecto al otoño. Se marcaron diferencias en las cargas instantáneas y totales, es de importancia aclarar que las presentes en campo natural eran menores que las del resto de los tratamientos. Las producciones de PV para los tratamientos con mayor historia de fertilización fueron menores que las producciones para los tratamientos con fertilización reciente, consecuencia de una menor calidad y cantidad de forraje consumido. Al estudiar la evolución de la composición botánica se encontraron cambios adjudicables a los tratamientos probados. Se constató un aumento en la participación de especies estivales de tipo productivo tierno y fino, así como un incremento de la fracción

representada por especies anuales invernales (restos secos, principalmente de Lolium) malezas menores en los tratamientos con mayor historia de fertilización nitrogenada.

Palabras clave: Nitrógeno; Campo natural mejorado; Campo natural; Verano; Otoño.

7. SUMMARY

The present research took place in paddock 18 of the Agronomy Faculty. Station Experimental "Mario Alcides Cassinoni". The evaluation time of the experiment was since 6th. December of 2019 (summer) until 6th. May 2020 (autumn). The purpose of the work was to determine the autumn – summer response of a natural coastal pasture to improvement through the introduction of legumes and nitrogen fertilization, under rotary grazing, managed by offers of variable forage with values around 8% to 10 % PV. In forage production, evolution of botanical composition and live weight production. The experimental design was in randomized complete blocks with four repetitions, evaluating two levels of nitrogen, 60 and 120 kg / ha of N and the improvement with *Lotus tenuis* cv. Matrero and *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116 at a density of 6 kg / ha, with a fertilization at sowing of 40 kg P₂O₅ / ha (100 kg of 7- (40/40) -0 + 4%. The variables measured were forage production, growth rate, available forage, available forage height, remaining forage, remaining forage height, average forage height, average disappeared forage, evolution of the proportion of species in the pasture, instantaneous load and total, profit per hectare and per animal, and forage supply. From the results obtained, it can be said that there was an effect of nitrogen fertilization and the introduction of legumes in forage production for the entire period studied, with the lowest production being in the natural field, but within the periods, both summer and autumn, no differences were found in the seasons. Comparing the productions between the seasons, the minimum ones occurred in autumn, this occurs since in summer there are better conditions of light, temperature and water availability for said season. The effect of the years of intervention, the treatments with a longer fertilization history produced less dry matter than the treatments with a shorter history, which was attributed to a substitution of summer perennial species by winter annual species. Secondary production did not have differences in individual performance between treatments. The average daily gains were higher for the summer, mainly due to the higher forage production registered compared to the autumn although there were no differences in the instantaneous and total loads, it is important to clarify that those present in the natural field were lower than those of the rest of the treatments. The PV productions for the treatments with a longer history of fertilization were lower than the productions for the treatments with recent fertilization, as a consequence of a lower quality and quantity of forage consumed. When studying the evolution of the botanical composition, changes were found attributable to the treatments tested. There is a trend towards improvements in the contribution of the winter and summer species of the tender-fine productive type in the fertilized treatments. There was an increase in the participation of summer species of the tender and fine productive type, as well as an increase in

the fraction represented by annual winter species and minor weeds in the treatments with the longest history of nitrogen fertilization.

Keywords: Nitrogen; Improved natural pasture; Natural pasture; Summer; Autumn.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Altesor, A. s.f. Efecto del pastoreo sobre las praderas. (en línea). Buenos Aires, UBA. s.p. Consultado mar. 2020. Disponible en https://www.agro.uba.ar/users/lart/fontagro/Divulgacion/NueObj_Simbiosis.pdf
2. Álvarez, M. C.; Alzaga, G.; Nopitsch, A. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada y la oferta de forraje sobre los componentes de producción de forraje del campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 138 p.
3. André, M.; Pedoja, M.; 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. 59 p.
4. Armua, A. 2013. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la productividad de un campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 168 p.
5. Ayala, W.; Carámbula, M. 1994. Nitrógeno en campo natural. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Serie Técnica no. 51).
6. Bemhaja, M. 2006. Productividad forrajera de comunidad de campo natural. (en línea). In: Bemhaja, M.; Pittaluga, O. eds. 30 años de investigación en suelos de areniscas INIA Tacuarembó. Montevideo, Uruguay, INIA. pp.33-35. Consultado mar. 2020. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7502/1/ST-159-33-38..pdf>
7. Bentancur, O.; Cechini, A.; Saldanha, S. 2013. Variables morfogénicas y estructurales de cinco cultivares de *Lolium sp.* (en línea). Agrociencia (Uruguay). 17(2):110-120. Consultado may. 2020. Disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482013000200012

8. Berretta, E.; Bemhaja, M. 1991. Producción de pasturas naturales en basalto. Producción estacional de forraje de tres comunidades nativas sobre suelos de basalto. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 19-23 (Serie Técnica no. 13)
9. _____.; Risso, D. F.; Levratto, J. C.; Zamit, W. S. 1998. Mejoramiento de campo natural de basalto fertilizado con nitrógeno y fósforo. *In*: Seminario de Actualización de las Tecnologías para Basalto (1998, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 73-84 (Serie Técnica no.102).
10. _____.; Risso, D. 2001. Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. 182 p. Consultado abr. 2020. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630031107111008.pdf>
11. _____. 2005. Producción y manejo de la defoliación en campos naturales de basalto. *In*: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 61-74 (Serie Técnica no. 151).
12. Boggiano, P. 2003. Informe de consultoría; subcomponente manejo integrado de pradera. Proyecto combinado GEF/IBRD Manejo integrado de ecosistemas y recursos naturales en Uruguay. Componente manejo y conservación de la diversidad biológica. (en línea). Montevideo, MGAP. 72 p. Consultado set. 2015. Disponible en <https://es.calameo.com/read/004233671ecd6b2fc8621>
13. _____.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M.; Severini, M.; Zanoniani, M. 2004. Respuesta otoñal en la estructura poblacional de *Bromus auleticus* Trinus a la oferta de forraje y fertilización nitrogenada. *In*: Reunión de Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campo (20^{a.}, 2004, Salto). Trabajos presentados. Salto, Facultad de Agronomía. pp. 262-263.

14. Bruno, O. A.; Castro, H.; Comerón, E. A.; Díaz, M. C.; Guaita, S.; Gaggiotti, M. C.; Romero, L. A. 1995. Técnicas de muestreo y parámetros de calidad de los recursos forrajeros. Rafaela, INTA. 15 p. (Serie Técnica no. 56).
15. Cabrera, M.; Pedoja, M.; 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 103 p.
16. Carámbula, M.1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.
17. _____.1992. Manejo otoño invernal de un mejoramiento extensivo (en línea). In: Jornada sobre Mejoramientos Extensivos en la Región Este (1992, Treinta y Tres). Resultados experimentales 1991/92. Montevideo, INIA. pp. 60-72. Consultado may. 2020 Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4130/1/Mejoramientos-Extensivos-en-la-Region-Este-1992.pdf>
18. _____.1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
19. _____.; Ayala, W.; Carriquiry, E. 1998. Algunos aspectos de manejo de mejoramientos extensivos. (en línea). In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los recursos forrajeros del área tropical y subtropical, Grupo campos (14°, 1998, Salto). Anales. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 45-48 (Serie Técnica no. 94). Consultado may. 2020 Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8532/1/ST-94.-p.45-48.pdf>
20. _____. 2002. Pasturas y forrajeras: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 1, pp. 61-80.
21. Cardozo, R.; Taise, K.; Boggiano, P.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M. 2008. Efecto residual de la fertilización nitrogenada y ofertas de forraje sobre la composición botánica de un campo natural. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur, Grupo Campos (22°, 2008, Minas). Bioma Campos: innovando para mantener su

sustentabilidad y competitividad. Memorias. Minas, Grupo Campos. pp.183-185

22. Castaño, J.; Giménez, A.; Ceroni, M.; Furest, J.; Aunchayna, R.; Bidegain, M. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. Montevideo, INIA. pp. 4-10 (Serie Técnica no. 193)
23. Cejas, V. 2016. Caracterización de la composición botánica de un campo natural bajo diferentes alternativas de intervención. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 117 p.
24. Colabelli, M.; Agnusdei, M.; Mazzanti, A.; Labreveux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Boletín Técnico. no. 148. 14 p.
25. Duhalde, E.; Silveira, M. 2018. Efecto de la fertilización nitrogenada y mejoramiento de campo natural sobre la productividad invierno-primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 176 p.
26. Gallinal, J.; García Pintos, F.; García Pintos, R. 2016. Respuesta a los niveles de intervención de un campo natural sobre la producción primaria y secundaria. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 114 p.
27. Giordani, C. 1973. Métodos de aprovechamiento de pasturas. (en línea). Revista CREA. no. 8:2-4. Consultado 21 may. 2020. Disponible en https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/26-aprovechamiento_pasturas.pdf
28. González, B. 2018. El pastoreo: organización e implementación. (en línea). Maracaibo, Venezuela, Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. 16 p. Consultado mar. 2020. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/pastoreo-organizacion-implementacion-t30324.htm>
29. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. Measurement of continuously grazed pastures. In: Cayley, J. W. D.; Bird, P. R. eds. Techniques for measuring pastures. Victoria, Australia, s.e. pp. 13-20.

30. Hodgson, J.; Taylor, J.; Lonsdale, R. 1971. The relationship between intensity of grazing and the herbage consumption and growth of claves. *Journal of British Grassland Society*. 26 (4):231-238.
31. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). s.f. Catálogo de cultivares INIA de especies forrajeras. (en línea). Montevideo. 2 p. Consultado may. 2020. Disponible en <https://pasturas.inia.org.uy/catalogo/index.php?id=106>
32. INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). 2010a. Climatología del invierno (jun.-jul.-ag.) en Uruguay 1981 -2010. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado abr. 2020. Disponible en https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2019-12/verano_1981_2010.pdf
33. _____. 2010b. Climatología del otoño (mar.-abr.-may.) en Uruguay 1981 -2010. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado abr. 2020. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2019-11/climatologia-otono-2019.pdf>
34. _____. 2010c. Climatología de la primavera en Uruguay 1981 – 2010. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado abr. 2020. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2018-05/Info%20SON.pdf>
35. _____. 2010d. Climatología del verano (dic.-ene.-feb.) en Uruguay 1981 -2010. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado abr. 2020. Disponible en https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2019-12/verano_1981_2010.pdf
36. Larratea, F.; Soutto, J. P. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la productividad invierno primaveral de un campo natural del litoral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 141 p.
37. Lemaire, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: International Symposium on Animal Production under Grazing (1997, Viçosa). Proceedings. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. pp. 117-139.

38. Lorentz, R.; Rogler, G. 1973. El apacentamiento y la fertilización afectan el desarrollo radical de los pastos. In: González, M. H.; Campbell, R. S. comps. Rendimiento del pastizal. México, Editorial Pax. pp. 198 - 203.
39. Luberriaga, J.; Robuschi, M. 2019 Respuesta a la intervención de un campo natural sobre la producción primaria y composición botánica. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 53 p.
40. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: descripción de unidades de suelo. Montevideo. v.3, 452 p.
41. Millot, J.; Methol, R.; Risso, D. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, Uruguay, FUCREA.199 p.
42. Molfino, J. H.; Califra, A. 2001. Agua disponible de las tierras del Uruguay: segunda aproximación. (en línea). Montevideo, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. División Suelos y Aguas. s.p. Consultado 1 may. 2013. Disponible en http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/rec_nat/agua_disp_uru.pdf
43. Montossi, F.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Berretta, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica. Montevideo, Uruguay, INIA. 91 p. (Serie Técnica no. 113).
44. Morón, A. 1996. Ciclo del nitrógeno en el sistema suelo-planta-animal. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-12 (Serie Técnica no. 51).
45. Mott, G. O.; Lucas, H. L. 1952. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: International Grassland Congress (6th., 1952, s.l.). Proceedings. s.n.t. pp. 1380-1385.
46. Olmos, F. 1990. Caracterización de comunidades naturales en la región Noreste. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2^o., 1990,

Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 3-10.

47. Ríos, A. 1996. El uso y manejo de los suelos y la evolución florística de los agroecosistemas. In: Morón, A.; Martino, D.; Sawchik, J. eds. Manejo y fertilidad de suelos. Montevideo, INIA. pp. 95-100 (Serie Técnica no. 76).
48. Risso, F.; Berretta, E.; Zarza, A.; Cuadro, R. 2002. Productividad, composición y persistencia de dos mejoramientos de campo para engorde de novillos en la región de Cristalino. In: Risso, D.; Montossi, F. eds. Mejoramientos de campo en la región de Cristalino: fertilización, producción de carne de calidad y persistencia productiva. Montevideo, INIA. pp. 4-9 (Serie Técnica no. 129)
49. Rodríguez Palma, R.; Rodríguez, T. 2010. Fertilización de campo natural: productividad animal. In: Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal (3º., 2010, Montevideo). Resúmenes. Agrocienza (Uruguay).14 (3):133-134.
50. _____.; _____. 2017. Campo natural de Basalto: cuánto responde en producción forrajera. (en línea). In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo campos (24ª., 2017, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 57-59. Consultado mar. 2020. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7112/1/Grupo-Campo-2017.pdf>
51. Rosengurtt, B. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Universidad de la República. División Publicaciones y Ediciones. 86 p.
52. Silveira, D. s.f. Caracterización agronómica de las leguminosas más utilizadas en el Uruguay. (en línea). In: Curso Pasturas (2011, Montevideo). Presentaciones. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 1-48. Consultado may. 2020. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/06%20-%20Lotus%202011.pdf>

53. Tothill, J. C. 1978. Measuring botanical composition of grasslands. In: Mannerje, L. ed. Measurements of grassland vegetation and animal production. Hurley, s.e. pp. 22-55.
54. Zanoniani, R. 2009. Efecto de la oferta de forraje y la fertilización nitrogenada sobre la productividad otoño invernal de un campo natural del litoral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 138 p.