

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RESPUESTA A LA INTERVENCIÓN DE UN CAMPO NATURAL SOBRE LA  
PRODUCCIÓN PRIMARIA Y PRODUCCIÓN SECUNDARIA A LARGO PLAZO

por

Sebastián Pio BOVE BETTEGA  
Martín GUTIÉRREZ TORRES

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2022

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. Pablo Boggiano

-----  
Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

-----  
Ing. Agr. Nicolás Caram

-----  
Ing. Agr. Felipe Casalás

Fecha:

8 de marzo de 2022

Autores:

-----  
Sebastián Pio Bove Bettega

-----  
Martín Gutiérrez Torres

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a nuestras familias por habernos brindado siempre el apoyo.

A la Facultad de Agronomía, Universidad de la República por el conocimiento brindado.

A los Ingenieros Agrónomos Nicolás Caram, Felipe Casalás, Pablo Boggiano y Ramiro Zanoniani por brindarnos su ayuda para la realización de la tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1. <u>OBJETIVOS</u> .....	1
1.1.1. <u>Objetivo general</u> .....	1
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS PASTURAS NATURALES.....	2
2.2. EFECTO DEL NITRÓGENO .....	3
2.2.1. <u>Importancia</u> .....	3
2.2.2. <u>Dinámica del nitrógeno</u> .....	3
2.2.3. <u>Nitrógeno en plantas</u> .....	4
2.2.4. <u>Relación entre la fertilización N y la oferta de forraje</u> .....	4
2.2.5. <u>Estacionalidad</u> .....	5
2.2.6. <u>Datos de producción</u> .....	6
2.3. EFECTO DEL MEJORAMIENTO CON LEGUMINOSAS .....	6
2.3.1. <u>Efecto de la introducción de leguminosas</u> .....	6
2.3.2. <u>En la producción primaria</u> .....	7
2.3.3. <u>Época de siembra de las leguminosas</u> .....	8
2.3.4. <u>Implantación y persistencia de leguminosas</u> .....	8
2.4. GÉNEROS SEMBRADOS.....	9

2.4.1. <u>Generalidades de <i>Trifolium pratense</i></u> .....	9
2.4.2. <u>Generalidades de género <i>Lotus</i></u> .....	10
2.4.2.1. <i>Lotus tenuis</i> .....	10
2.5. FERTILIZACIÓN FOSFATADA .....	11
2.5.1. <u>Generalidades</u> .....	11
2.6. EFECTO DEL MANEJO DE PASTOREO .....	12
2.6.1. <u>Importancia</u> .....	12
2.6.2. <u>Efecto del pastoreo en producción y estacionalidad del forraje</u> ...	13
2.7. PRODUCCIÓN ANIMAL .....	14
2.7.1 <u>Efecto de la OF</u> .....	14
2.7.2 <u>Efecto de la fertilización nitrogenada</u> .....	14
2.7.3 <u>Efecto del mejoramiento con leguminosas</u> .....	15
2.8. HIPÓTESIS .....	16
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	17
3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES .....	17
3.1.1. <u>Localización y período de evaluación</u> .....	17
3.1.2. <u>Información meteorológica</u> .....	17
3.1.3. <u>Características del sitio experimental</u> .....	17
3.1.4. <u>Características de los animales</u> .....	18
3.1.5. <u>Descripción de los tratamientos</u> .....	18
3.1.6. <u>Diseño experimental</u> .....	19
3.1.7. <u>Manejo del pastoreo</u> .....	19
3.1.8. <u>Determinación de la producción de forraje</u> .....	20
3.1.8.1. MS presente.....	20

3.1.8.2. Producción de MS (PMS) .....	20
3.1.8.3. Tasa de crecimiento diaria (TC).....	20
3.1.8.4. Forraje disponible (FDi).....	20
3.1.8.5. Forraje remanente (FR) .....	20
3.1.8.6. Altura de forraje disponible y remanente .....	21
3.1.8.7. MS desaparecido (MSD) .....	21
 3.1.9. <u>Determinación en los animales</u> .....	21
3.1.9.1. Peso vivo (PV) .....	21
3.1.9.2. Carga total e instantánea (C) .....	21
3.1.9.3. Oferta de forraje (OF) .....	21
3.1.9.4. Ganancia animal (GM).....	21
 3.2. HIPÓTESIS Y MODELO ESTADÍSTICO.....	22
 4. <u>RESULTADOS</u> .....	23
 4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA .....	23
4.1.1. <u>Temperatura y precipitaciones</u> .....	23
4.1.2. <u>Balance hídrico</u> .....	26
 4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA RESPUESTA DE LA PASTURA Y DE LOS ANIMALES .....	30
4.2.1. <u>Análisis de producción primaria entre años</u> .....	30
4.2.2. <u>Análisis de producción primaria dentro de cada año</u> .....	31
4.2.2.1. Año 2015 .....	31
4.2.2.2. Año 2016 .....	38
4.2.2.3. Año 2017 .....	45
4.2.2.4. Año 2018 .....	49
4.2.3. <u>Producción secundaria</u> .....	57
 4.3. RESUMEN DE RESULTADOS .....	59
4.3.1. <u>Caracterización de la producción primaria</u> .....	59

4.3.2. <u>Caracterización de producción secundaria</u> .....	60
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	62
5.1. CONSIDERACIONES FINALES.....	64
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	66
7. <u>RESUMEN</u> .....	67
8. <u>SUMMARY</u> .....	68
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	69

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Medias de PN, expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS, para cada tratamiento, año su interacción, en el total del período del experimento (2015-2019) .....	31
2. Medias de PN expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada año.....	31
3. Medias de PN expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para el promedio de los años evaluados.....	31
4. P-valor de cada variable medida para observar el efecto tratamiento, estación y su interacción para el año 2015 .....	32
5. Medias de PN expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS por año para cada tratamiento.....	33
6. Medias de PN expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación.....	33
7. Medias de TC expresados en kg.ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> de MS para cada tratamiento en el año 2015 .....	33
8. Medias de TC expresados en kg.ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2015 .....	33
9. Medias de MSDi expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2015 .....	34
10. Medias de MSR expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2015 .....	34
11. Medias de MSD expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada tratamiento en año 2015 .....	34
12. Medias de MSD expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2015 .....	35
13. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada tratamiento en el año 2015 .....	35
14. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada estación en el año 2015 .....	35
15. Medias de OF expresados en kg cada 100 kg de PV por ha para cada	

tratamiento en el año 2015 .....	36
16. Medias de OF expresados en kg cada 100 kg de PV por ha <sup>-1</sup> para cada estación en el año 2015 .....	36
17. Medias de AD expresados en cm para cada estación en el año 2015 .....	36
18. Medias de AR expresados en cm para cada tratamiento en el año 2015 .....	37
19. Medias de AR expresados en cm para cada estación en el año 2015 .....	37
20. Medias de carga expresados en kg de PV por ha para la interacción entre estación y tratamiento en el año 2015 .....	38
21. P-valor de cada variable medida para observar el efecto tratamiento, estación y su interacción en el año 2016 .....	39
22. Medias de PN expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada interacción tratamiento para el año 2016 .....	40
23. Medias de TC expresados en kg.ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2016 .....	40
24. Medias de MSDi expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2016 .....	41
25. Medias de MSR expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación en año 2016 .....	41
26. Medias de MSD expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada tratamiento en el año 2016 .....	41
27. Medias de MSD expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2016 .....	42
28. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada tratamiento en el año 2016 .....	42
29. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada estación en el año 2016 .....	42
30. Medias de OF expresados en kg de MS cada 100 kg de PV.ha <sup>-1</sup> para cada estación en el año 2016 .....	43
31. Medias de AD expresados en cm para la interacción entre estación y cada estación en el año 2016 .....	43

32. Medias de AR expresados en cm para la interacción entre estación y tratamiento en el año 2016 .....	44
33. Medias de carga expresados en kg de PV.ha <sup>-1</sup> para cada tratamiento en el año 2016 .....	44
34. Medias de carga expresados en kg de PV.ha <sup>-1</sup> para cada estación en el año 2016 .....	45
35. P-valor de cada variable medida para observar el efecto tratamiento, estación y su interacción en el año 2017 .....	45
36. Medias de PN expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación .....	46
37. Medias de MSDi expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2017 .....	46
38. Medias de MSR expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2017 .....	46
39. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada tratamiento en el año 2017 .....	47
40. Medias de OF expresados en kg cada 100 kg de PV por ha <sup>-1</sup> para cada tratamiento en el año 2017 .....	47
41. Medias de OF expresados en kg cada 100 kg de PV por ha <sup>-1</sup> para cada tratamiento en el año 2017 .....	47
42. Medias de AD expresados en cm para cada estación en el año 2017 .....	48
43. Medias de AR expresados en cm para la interacción entre estación y tratamiento en el año 2017 .....	48
44. Medias de carga expresados en kg de PV.ha <sup>-1</sup> para la interacción entre estación y tratamiento en el año 2017 .....	49
45. P-valor de cada variable medida para observar el efecto tratamiento, estación y su interacción en el año 2018 .....	50
46. Medias de PN expresados en kg.ha <sup>-1</sup> para cada interacción tratamiento por estación para el año 2018 .....	51
47. Medias de TC expresados en kg.ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2018 .....	52

48. Medias de TC expresados kg.ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2018 .....	52
49. Medias de MSDi expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2018 .....	53
50. Medias de MSR expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2018 .....	53
51. Medias de MSD expresados en kg.ha <sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2018 .....	54
52. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada tratamiento en el año 2018 .....	54
53. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada estación en el año 2018 .....	55
54. Medias de OF expresados en kg cada 100 kg de PV por ha para cada estación en el año 2018 .....	55
55. Medias de AD expresados en cm para la interacción tratamiento por estación en el año 2018 .....	56
56. Medias de AR expresados en cm para cada estación en el año 2018 .....	56
57. Medias de carga expresados en kg de PV por ha para la interacción de tratamiento por estación en el año 2018.....	57
58. P-valor de cada variable medida para observar el efecto tratamiento, estación y su interacción para GMD .....	58
59. Medias de kg GMD expresados en kg PV por animal a interacción de tratamiento por estación en el promedio de los años .....	58
60. Medias de PMS expresados en kg.ha.año .....	59
61. Medias de PMS expresados en kg.ha.año por la interacción de los distintos tratamientos .....	59
62. Medias de tratamientos por años de PMS expresados en kg.ha.año.....	59
63. Medias de kg GMD expresados en kg PV por animal a interacción de tratamiento por estación en el promedio de los años.....	60
64. Medias de kg GMD expresados en kg PV por animal a interacción de tratamiento.....	60

65. Medias de carga expresados en kg de PV por ha.....	61
66. Medias de OF expresada en kg MS cada 100 kg de PV animal en la interacción año por tratamiento .....	61

Figura No.

1. Croquis del área experimental.....	19
2. Promedio mensual de temperaturas (°C) y precipitaciones (mm), para el año 2015 y para serie histórica (2002-2014).....	23
3. Promedio mensual de temperaturas (°C) y precipitaciones (mm), para el año 2016 y para serie histórica (2002-2014).....	24
4. Promedio mensual de temperaturas (°C) y precipitaciones (mm), para el año 2017 y para serie histórica (2002-2014).....	25
5. Promedio mensual de temperaturas (°C) y precipitaciones (mm), para el año 2018 y para serie histórica (2002-2014).....	26
6. Evolución del ALM. y ETR con respecto al 40% del APDN, y períodos de déficit (DH) o excesos (EH) hídricos para el año 2015. ....	27
7. Evolución del ALM. y ETR con respecto al 40% del APDN, y períodos de déficit (DH) o excesos (EH) hídricos para el año 2016. ....	28
8. Evolución del ALM. y ETR con respecto al 40% del APDN, y períodos de déficit (DH) o excesos (EH) hídricos para el año 2017. ....	29
9. Evolución del ALM. y ETR con respecto al 40% del APDN, y períodos de déficit (DH) o excesos (EH) hídricos para el año 2018. ....	30

## 1. INTRODUCCIÓN

En el territorio nacional las pasturas naturales son de gran importancia debido a que componen la principal base forrajera para la ganadería, ocupando un total de 10,6 millones de hectáreas, lo cual representa el 64,3 % de la superficie (MGAP. DIEA, 2015). Las pasturas naturales en Uruguay están compuestas por un numero muy grande de especies, generando pasturas con alta estabilidad y resiliencia. Mayoritariamente constituidas por especies estivales de tipo C4, las cuales presentan mayor eficiencia fotosintética, pero de menor valor nutritivo que las especies invernales de tipo C3 (Millot et al., 1987). Lo que representa un gran problema en cuanto a calidad de la dieta aportada por la pastura. A su vez esto genera que haya una baja producción invernal y baja calidad del forraje ofrecido en primavera-verano.

Una forma de levantar dichas limitantes, es incrementar la producción tanto en cantidad como en calidad del forraje, reduciendo la entrega estacionada de la producción. Los mejoramientos con siembras de leguminosas, las fertilizaciones con nitrógeno y el manejo de la frecuencia de pastoreo son algunas de las herramientas que se disponen para realizarlo.

Estas tecnologías se han utilizado a lo largo de los años, siendo estudiadas por separado, pero nunca en conjunto, dentro de un mismo experimento y bajo las mismas condiciones experimentales, que permitan comparar el efecto de cada una de ellas en una serie de años.

### 1.1. OBJETIVOS

#### 1.1.1. Objetivo general

El objetivo del siguiente trabajo es evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y la incorporación de leguminosas sobre la producción primaria y producción secundaria del campo natural bajo pastoreo rotativo en un campo natural del litoral oeste.

#### 1.1.2. Objetivos específicos

Evaluar la evolución durante un período de 4 años de la producción de MS por ha en los distintos tratamientos del experimento.

Evaluar la evolución durante un período de 4 años de la producción secundaria en GMD y carga por ha en los distintos tratamientos del experimento.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS PASTURAS NATURALES**

En las pasturas naturales del Uruguay predominan gramíneas de bajo y mediano porte, seguidas por dicotiledóneas las cuales están integradas por compuestas, leguminosas y numerosas familias que aparecen con menor frecuencia y otras especies graminoides como ciperáceas y juncáceas (Millot et al., 1987).

Según Carámbula (2008) la producción de forraje anual varía de acuerdo al tipo de suelo, entre 800 kg.ha<sup>-1</sup> de MS para suelos superficiales sobre basalto y 4000 kg.ha<sup>-1</sup> de MS en suelos profundos sobre capas de Fray Bentos. Bemhaja, citado por Berretta (1995) afirma que la producción anual se concentra en primavera-verano, siendo en promedio el 80-85 % en campos arenosos y 65% en suelos más pesados. La distribución invernal varía entre 6% en campos arenosos y 15% en suelos de basaltos.

Dicha heterogeneidad en la distribución de forraje en las distintas estaciones, acompañada de una carga animal y una relación lanar vacuno, que generalmente permanecen constantes durante el año, provocan situaciones de sobrepastoreo en las épocas de baja producción de forraje (invierno) y subpastoreo en épocas con alta producción de forraje (primavera-verano), limitando la producción del sistema, sobre todo en suelos con marcada estacionalidad (Carámbula, 2008).

En los suelos del Uruguay, una de las limitantes que se encuentra es la carencia de nutrientes como nitrógeno (N) y fósforo (P), lo cual determina la abundancia de las gramíneas de tipo C4 (estivales), más eficientes en el uso del N y el agua que las especies de tipo C3 (invernales), y en consecuencia mejor adaptadas a suelos de baja fertilidad. Es en gran parte debido a esto que la mayor producción de forraje suele ocurrir en primavera y verano. Si bien en otoño e invierno aumenta la participación relativa de las especies invernales, éstas nunca llegan a superar a las estivales (Berretta, 1995).

La digestibilidad es relativamente baja, pudiendo alcanzar valores menores a 50% como consecuencia de los aspectos morfológicos y fisiológicos de las especies estivales predominantes. Aunque esto no es lo más importante y se concluye que la principal limitante del campo natural es la cantidad de forraje disponible y su distribución estacional, especialmente durante invierno, período en el cual los bajos rendimientos de las pasturas restringen el consumo, generando así un déficit energético en los animales (Carámbula, 2008).

## 2.2. EFECTO DEL NITRÓGENO

### 2.2.1. Importancia

El nitrógeno es el nutriente esencial que limita la producción de forraje de todas las pasturas. El fósforo en forma indirecta ayuda a resolver la disponibilidad de dicho elemento, ya que presenta un efecto beneficioso sobre el crecimiento de las leguminosas. También contribuye a lograr una mejor eficiencia sobre el uso del nitrógeno aportado por ellas a las gramíneas asociadas o por el fertilizante nitrogenado a las gramíneas puras (Carámbula, 1996).

Los procesos de intensificación de la producción animal en base a pasturas implican necesariamente un aumento significativo de la entrada de nitrógeno al sistema suelo-planta-animal (Morón, 1996). El nitrógeno no solamente es el elemento que limita de manera más directa la producción de forraje, sino que también influye sobre su contenido de proteínas. Este último aspecto tiene singular importancia debido a que cuando una pastura contiene insuficiente nitrógeno, y por ende bajo contenido de proteínas, no solo es de menor valor nutritivo, sino que el consumo voluntario se ve reducido (Carámbula, 1996).

La fertilización con N en otoño permite aumentar la producción primaria y secundaria en invierno primavera, debido a que mejora la calidad de la pastura (Duhalde y Silveira, 2018). Dicho incremento en la producción es debido al aumento de los pastos finos y tiernos, particularmente de ciclo invernal. La fertilización nitrogenada directa con agregado de N mineral, e indirecta con siembra de leguminosas en el campo natural favorece el aumento de la producción y mejora la distribución de forraje en suelos de basalto profundo. Esta mejora es debido a cambios estructurales en la composición botánica de las comunidades. La calidad del forraje mejora con el agregado de N, ya que baja la fibra y aumenta la proteína cruda (Bemhaja, 1994a). Sin embargo según Gallinal et al. (2016) dichos incrementos en producción no se produjeron en verano debido a una sustitución de gramíneas perennes estivales por gramíneas anuales invernales.

Se logra una mayor resistencia frente a condiciones ambientales adversas para el crecimiento ambiental ya que aumenta la capacidad de mantenerse verdes durante un mayor período de tiempo que el campo natural (Brum y De Stefani, 1998)

### 2.2.2. Dinámica del nitrógeno

Las entradas al sistema son a través de fertilizantes, N fijado por leguminosas, deposiciones atmosféricas, transformaciones (mineralización, inmovilización, descomposición de residuos), y las salidas son por pérdidas gaseosas, lavado de nitratos, pérdidas por erosión, deyecciones fuera del sistema (Ríos, 1996).

El N disponible para las plantas se encuentra únicamente en forma inorgánica como  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ . La relación entre las formas orgánicas e inorgánicas en el suelo depende de los procesos biológicos que son realizados fundamentalmente por la biomasa microbiana. La biomasa microbiana del suelo es la encargada de descomponer todos los residuos vegetales que entran al suelo, esta varía según el tipo de suelo y el manejo anterior (Smith, citado por Morón, 1996). La mineralización es el proceso biológico que transforma N orgánico en N inorgánico. La inmovilización es el proceso inverso. El N absorbido en formas inorgánicas por las plantas es transformado a compuestos orgánicos (Morón, 1996).

Las leguminosas son capaces de realizar un proceso conocido como fijación biológica de nitrógeno a través de una enzima denominada nitrogenasa. El requerimiento de energía para este proceso es alto, y proviene de la oxidación de compuestos originados en el proceso de la fotosíntesis (Morón, 1996).

El aumento en los niveles de fertilización nitrogenada lleva a un descenso de las leguminosas. En cambio, si se introduce las mismas y se fertiliza con fósforo además de realizar manejos que se favorezcan como permitir la floración y luego una promoción de especies nativas invernales, tiene el mismo efecto que con la fertilización nitrogenada, nada más que la vía de entrada de N al sistema es a través de las leguminosas introducidas (Berretta, 1998a).

#### 2.2.3. Nitrógeno en plantas

Las gramíneas requieren N mineral para producir proteína y clorofila suficientes para macollaje, elongación de la hoja, rebrote después del pastoreo y reproducción. Las raíces pueden absorber y utilizar efectivamente amonio y nitrato (Bemhaja, 1994a).

La respuesta de las gramíneas al agregado de nitrógeno está determinada por su capacidad para incrementar el número de macolllos y/o el tamaño de los mismos. La capacidad de macollaje para especies invernales tiene una importante variación estacional, siendo alta en otoño, cuando las plantas permanecen vegetativas, y muy baja en primavera, cuando comienza el ciclo reproductivo (Rebuffo, 1994).

#### 2.2.4. Relación entre la fertilización N y la oferta de forraje

Existe interacción entre la fertilización N y la intensidad de pastoreo expresada como oferta de forraje (OF) en la producción invernal. Con altas intensidades de pastoreo (bajas OF) la producción invernal crece con los agregados de nitrógeno, mientras que a bajos niveles de nitrógeno la producción aumenta al reducir la intensidad de pastoreo (mayores OF). Esto se debe a que con aumentos de OF quedan mayores remanentes por la menor remoción de área foliar, lo cual incrementa la disponibilidad de

N en las plantas y producir asimilados a través de la fotosíntesis, favoreciendo la formación de nuevos tejidos, principalmente en gramíneas invernales (Boggiano et al. 2005, Álvarez et al. 2013).

Altas dosis de N aceleran el ritmo de crecimiento como la reposición de área foliar, lo que lleva a que el sombreado en estratos inferiores ocurra antes. Esto se soluciona disminuyendo la OF, lo cual retrasa el inicio de sombreado y permite obtener una mayor acumulación de forraje (Lemaire, citado por Boggiano et al. 2005, Nabinger y Parsons, citados por Álvarez et al. 2013).

La mayor producción de forraje debido a la fertilización nitrogenada, es lograda siempre que se ajuste la OF de lo contrario podría provocar la disminución en la producción (Zanoniani, 2009).

#### 2.2.5. Estacionalidad

Fertilizaciones nitrogenadas en el otoño temprano estimulan el rebrote y crecimiento inicial de las invernales, favoreciendo el macollaje de las mismas, además de que pospone el fin del período vegetativo de las estivales. Por otra parte, la fertilización de fines de invierno con el fin de seguir estimulando a las invernales, ayudaría al rebrote más temprano de las estivales. En consecuencia, el rebrote más temprano de ambos tipos de especies y el alargamiento del ciclo de las estivales resultan en una disminución del período de déficit invernal (Berretta et al., 1998b).

Según Ayala y Carámbula (1994) las pasturas naturales están constituidas principalmente por especies estivales, por lo tanto, es esperable mayor respuesta a la fertilización en los meses de primavera, verano y otoño. Respecto al invierno indican que, si bien se registran efectos favorables del N, estos son pequeños en términos absolutos. En dicha estación es donde se da la menor utilización del nitrógeno edáfico por parte de las pasturas, por eso se aconseja fertilizar temprano en el otoño de manera de disponer del nutriente en la siguiente estación.

Berretta et al. (2005) afirman que el aumento en la TC diaria se mantiene durante todo el año, logrando duplicarse durante el invierno. A pesar de ello, la variabilidad de la misma se incrementa en todas las estaciones, salvo en primavera. Sobre campos de basalto, Berretta et al. (1998b), encontraron que la TC diaria primaveral con el agregado de N casi se duplicó. Esto, en consecuencia, afecta la producción de forraje de la estación, que en el caso del fertilizado con N aumentó un 60% respecto al testigo sin fertilizar.

Rodríguez Palma et al. (2009) también sobre campos de basalto, observaron que los aumentos en la TC de forraje en campo fertilizado con N fueron superiores en

invierno y primavera respecto al verano, cuando la dosis fue fraccionada en otoño y fines de invierno, no encontrando diferencias en el otoño.

#### 2.2.6. Datos de producción

Rodríguez Palma (1998) en un campo natural con un acentuado predominio de especies invernales característico de suelos de Basalto como, *Stipa setigera*, *Lolium multiflorum* y *Hordeum stenostachys*, constató aumentos de 44% en la producción de forraje con fertilizaciones de 100 kg/ha/año de N. Dicha fertilización otoño-invernal aumentó el crecimiento del componente gramíneo, a través de un aumento en la densidad de macollos del 40 %.

Dosis mínimas o nulas de nitrógeno llevan a menores disponibilidades de forraje a oferta fija (Álvarez et al., 2013). KouKoura et al., citados por Álvarez et al. (2013), encontraron que en el primer año el tratamiento fertilizado duplicó en producción al testigo sin fertilizar, mientras que, en el total de un período de 3 años, la fertilización aumentó en un 20% a la producción de forraje. Sin embargo, según Berretta et al. (1998b), en suelos de basalto, encontraron que la eficiencia de utilización del nitrógeno en el primer año de aplicación es menor, y a partir del segundo año se triplica.

Berretta (2005), en suelos del basalto, fertilizando con N y P, fraccionado a principios de otoño y fines del invierno, encontró que el aumento en producción de forraje puede ser de hasta un 60%. Según Luberriaga y Robuschi (2019) se obtienen 31kg de MS por cada kg de nitrógeno agregado no observándose diferencias entre 120N y 60N

### 2.3. EFECTO DEL MEJORAMIENTO CON LEGUMINOSAS

#### 2.3.1. Efecto de la introducción de leguminosas

La incorporación de leguminosas en el ecosistema es la forma más económica de aumentar los niveles de N en el suelo. En el Uruguay los suelos se caracterizan por la baja cantidad de fósforo que ofrecen a la pastura, esto provoca una baja contribución y frecuencia de especies leguminosas, repercutiendo negativamente debido a que por sus propiedades de dadoras de nitrógeno y su alto valor nutritivo, especialmente por sus proteínas y minerales, las ubican como elementos imprescindibles en la producción de forraje (Carámbula 1992, 1996).

El mejoramiento extensivo constituye una etapa intermedia entre la evolución lenta del campo a través de los procesos de macollaje, resiembra natural y la destrucción del tapiz con el establecimiento rápido de una pastura cultivada. Por lo tanto, a través de un mejoramiento no se reemplaza la vegetación, sino que sólo se la modifica favorablemente (Carámbula, 1996).

Con estos antecedentes, la introducción de leguminosas en el tapiz es un paso complementario a la fertilización con fósforo, incluyendo en el mismo especies capaces de responder al agregado de dicho nutriente, ya que la ausencia de leguminosas en las comunidades vegetales nativas es una de las explicaciones a la escasa respuesta obtenida en términos de producción (Mas, 1992).

La introducción de leguminosas al tapiz natural permite: en forma directa, mejorar su rendimiento y calidad en períodos críticos a través de la contribución en el forraje de las leguminosas. En forma indirecta, aumentar el contenido de N del suelo, a través de la fijación biológica de N, lo que posibilita la aparición de gramíneas nativas productivas (Millot et al., 1987).

Según García et al., citados por Carámbula (1996) en Uruguay teniendo en cuenta el total de forraje producido en el año, puede considerarse que, por cada tonelada de materia seca producida por una leguminosa, se fijan alrededor de 30 kg de nitrógeno.

### 2.3.2. En la producción primaria

Luego de establecido el mejoramiento, se comienzan a dar las condiciones para que se expresen gramíneas productivas. Estas condiciones están dadas por una mejora en la fertilidad del suelo por la incorporación de nitrógeno y fósforo, en conjunto con un pastoreo adecuado. Esto hace variar la frecuencia de las especies invernales, llevando a que la vegetación luego de un mejoramiento sea más invernal que la del campo que lo originó (Berretta y Levratto 1990a, Bemhaja y Berretta, citados por Risso y Morón 1990).

Cuando se realiza mejoramientos en cobertura con leguminosas se logran producciones de forraje hasta 3 veces mayor que la de un campo natural. Cuando éstas se incorporan al tapiz, se combinan de forma exitosa con las gramíneas nativas, logrando una pastura productiva y estable, sin afectar el equilibrio de las especies y evitando el avance de las malezas ya presentes (Carámbula 1992, 2008).

El rendimiento de las pasturas mejoradas en algunos casos fue entre 50 y 100% superior al de la pastura natural, y en invierno llegó a triplicarlo (Berretta, 1998a). Estudios realizados sobre basalto medio y profundo registraron para el promedio de tres años un aumento relativo del 113% en la tasa de crecimiento diario (kg/ha/día de MS) de un campo natural mejorado con *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* frente al promedio de las comunidades de suelo profundo, para el conjunto de las cuatro estaciones. Se destaca el importante aumento relativo de 147% reportado para el promedio de la estación invernal (Bemhaja, 1998a).

Existe una alta correlación entre la producción de MS y la edad del mejoramiento, aumenta la producción a medida que aumenta la edad del mejoramiento. Dichos incrementos son mayores en los primeros años, luego se van haciendo menores hasta estabilizarse y finalmente se hacen menores cada año. Por lo tanto se logra una comunidad más productiva y más estable en donde las especies mejoran su comportamiento y se aumenta la frecuencia de especies de mejor calidad y que al dejar de aplicarse por la pérdida de especies introducidas, la pastura queda con una mayor producción y a pesar de que la distribución por estación es semejante a la del campo natural (De Brum, 2004)

### 2.3.3. Época de siembra de las leguminosas

El otoño es la época de siembra más recomendada. Debido a que, para lograr una buena germinación y desarrollo inicial de las especies introducidas, es necesario disponer de condiciones ambientales adecuadas, como buena humedad del suelo y temperaturas no muy bajas (Risso, 1998), aunque según Carámbula (1996) dichas condiciones se logran en la primavera, pero en esta estación será mayor la competencia por parte del tapiz natural, ya que en dicha estación éste también se encuentra en pleno crecimiento.

### 2.3.4. Implantación y persistencia de leguminosas

Tanto el establecimiento como la persistencia, son los problemas más frecuentes en la introducción de las leguminosas (Berretta y Levratto, 1990a). El primer año es muy importante la correcta instalación de las especies introducidas que aseguren una pastura vigorosa y persistente (Carámbula 1996, Ayala et al. 2012b).

De acuerdo con Carámbula (1996), Bermúdez (2012) se indica que, para una exitosa implantación en siembras en cobertura, es necesario tener en cuenta características de suelo como compactación, mineralización limitada de nutrientes, almacenamiento bajo de agua, presencia de cepas salvajes, falta de contacto semilla-suelo, competencia del tapiz natural. Esta última se puede controlar con pastoreos que debiliten el tapiz o si los tiempos son escasos, mediante herbicidas.

Por otro lado, es importante una efectiva nodulación a través de la bacteria altamente específica *rhizobium*, responsable de la fijación biológica del N, siendo fundamental el fósforo para realizar el proceso simbiótico. Mientras que, para mantener una buena persistencia de las especies introducidas, será necesario realizar adecuados manejos de resiembra natural, re fertilización y defoliación (Carámbula, 1996).

## 2.4. GÉNEROS SEMBRADOS

### 2.4.1. Generalidades de *Trifolium pratense*

*Trifolium pratense* es una leguminosa que puede presentar un hábito de vida bianual, trianual o perenne, presentándose la mayoría de las veces bianual, sobreviviendo rara vez a tres veranos (Carámbula, 1977).

Es una planta tendida, que generalmente es de porte erecto, cespitoso y pubescente, pudiendo alcanzar alturas de entre 25-80 cm de alto, con una raíz pivotante en ocasiones ramificada. Las hojas son digitado-trifoliadas, presentando largos de peciolos de 8 a 25 cm, acortándose hacia los ápices de la planta. Los folíolos varían su forma desde largamente obovados a elípticos lanceolados de base cunea con un ápice obtuso a agudo, llevando una mancha clara en v en su cara adaxial, que a su vez ésta es menos pubescente que la abaxial. Las flores son de color rosado, de 1,3-1,8 mm de largo, erectas. Presentan un fruto oval con ápice engrosado compuesto de 2-3 semillas (Izaguirre, 1995).

Según Carámbula (2002) presenta gran precocidad aportando forraje temprano por lo que presenta un excelente comportamiento productivo. Según Skipp y Christensen (1990) se debe tener en consideración que es una especie perenne de vida corta debido al comportamiento sanitario de su raíz y corona, los cuales son factores determinantes en la supervivencia estival.

Se la clasifica por su floración, en temprana, intermedia y tardía. Dichas categorías florecen en diferentes momentos dentro de la estación primaveral y presentan diferentes características. El primero de estos grupos presenta un crecimiento temprano en la primavera, requiriendo suelos de mayor fertilidad. El segundo de estos florece promedialmente dos semanas más tarde que el primero y su producción es más tardía en la primavera, además que su rebrote no es muy bueno. Por último, los de floración tardía florecen tres semanas después de los de floración intermedia y un mes más tarde que los de floración temprana. Este grupo es el que presenta mayor persistencia, y rebrotes más satisfactorios (Carámbula, 2002).

Por lo tanto, Carámbula (2002) sugiere elegir correctamente el cultivar de *Trifolium pratense* de acuerdo al destino de producción en que se la usará. Este hace referencia a las diferentes necesidades que se pueden tener de producción de forraje más temprano (invierno) o más tardío (verano) dependiendo donde se ubique la limitante del sistema.

El mejoramiento en cobertura con esta especie depende de las fechas de siembras. Las siembras tempranas en el otoño, confieren una ventaja sustancial a favor

de las plántulas ya que estas son muy sensibles al frío. Es necesario asegurar una buena implantación debido a su corta duración (Carámbula, 2002).

En cuanto al método de pastoreo debería ser pastoreada de forma rotativa, su similitud con *Medicago sativa* hace que los rebrotos posteriores a la defoliación provengan de la corona y los entrenudos basales de tallos desarrollados. Para que el mejoramiento persista, el método de pastoreo rotativo es fundamental. Los niveles de reserva de la raíz durante el invierno y el verano disminuyen marcadamente, haciendo caer mucho la producción y la persistencia (Carámbula 1977, 2002).

#### 2.4.2. Generalidades de género Lotus

Las especies que componen este género pertenecen a la familia Leguminosas. El género *Lotus* presenta crecimiento a partir de la corona (Zanoniani y Ducamp, 2004) además de un par de estípulas en la base de los pecíolos que presenta una forma similar a la de los folíolos, diferenciándose así del resto de las leguminosas forrajeras. Las dos estípulas más los tres folíolos dan la apariencia de hoja pentafoliada, además estos últimos son asimétricos y terminan en una punta aguda generalmente. También a diferencia de los géneros *Medicago* y *Trifolium* y del resto de las leguminosas forrajeras es que la primera hoja que emerge del punto de crecimiento entre los cotiledones presenta tres folíolos (trifoliada), característica preliminar para distinguirla de los géneros anteriormente mencionados (Carámbula, 1998).

Pueden ser de porte erecto, decumbente, postrado, dependiendo de la especie. La inflorescencia es en umbrela, presentan entre 1 a 12 flores. La coloración en general de las flores es de color amarillo (Carámbula, 1998).

La fecundación es cruzada de tipo entomófila. Los frutos o vainas son alargados y estrechos, pero sin un número determinado, dispuestos en racimos, como una especie de “pata de pájaro” ubicado en ángulo recto con el pedúnculo floral. Las vainas presentan una dehiscencia muy alta (Carámbula 1998, Zanoniani y Ducamp 2004).

Dicho género se caracteriza por ser muy buen competidor en ambientes de baja fertilidad y disponibilidad de fósforo. También presentan una alta respuesta ante cambios en los contenidos de fósforo en el suelo (Zanoniani y Ducamp, 2004).

##### 2.4.2.1. *Lotus tenuis*

Es una especie perenne estival de hábito erecto a decumbente, se adapta a diversos ambientes pero se destaca por adaptarse a suelos de drenajes pobres y/o salinos, tolerando excesos de agua. Se adapta a suelos ácidos de baja fertilidad, resistiendo una alcalinidad moderada y sequía debido a su sistema radicular profundo. Ofrece una alta calidad de forraje principalmente en primavera, resistiendo un pastoreo continuo no muy

intenso que perjudiquen el rebrote y la semillazón. Posee una alta producción de semillas y no provoca meteorismo (Carámbula, 1996).

## 2.5. FERTILIZACIÓN FOSFATADA

### 2.5.1. Generalidades

Los fertilizantes, los inoculantes y las semillas son factores muy determinantes para lograr una buena implantación y por ende asegurar una buena persistencia de la pastura. El beneficio de su uso permite a las especies introducidas colonizar los nichos que existen en la pastura. El fósforo a aplicar puede ser suministrado con diferentes tipos de fertilizantes fosfatados tanto insolubles como solubles (Carámbula 2002, Wedderburn, citado por Silveira et al. 2015).

El fósforo es un nutriente esencial, debido a que es un componente de la estructura energética de todo ser vivo. Se clasifica como macronutriente, pese a que su contenido en las plantas es siempre menor que el de nitrógeno, potasio y calcio. Sin embargo, como factor limitante de la producción vegetal, el fósforo es más importante que el calcio, y quizás aún que el potasio. Es el primer factor limitante nutricional en los suelos del Uruguay, dados sus niveles naturalmente deficientes para la siembra de cultivos y pasturas (Carámbula, 2002).

El fósforo puede modificar la composición botánica dado que existen comportamientos diferenciales entre especies. Los niveles óptimos de fertilización fosfatada dependerán tanto de los suelos, como de las especies que se encuentren presentes (Ayala y Bermúdez 2012a, Bermúdez 2012, Mas 2012). Las leguminosas son promovidas por fertilizaciones a la siembra para su implantación, y se deben refertilizar anual o bienalmente con fosfatos para poder persistir en la pastura. Poblaciones eficientes de leguminosas se logran más rápido con los más altos niveles de P, elevándose más rápido la fertilidad del suelo, logrando una mejor productividad de las pasturas (Carámbula, 2007).

Además del bajo nivel de fósforo en los suelos del Uruguay, el suelo tiene una gran habilidad de retenerlo, debido a los contenidos de óxidos de hierro libres y arcilla (Escudero y Morón, 1978). Con esto coincide Rovira (2008) quien manifiesta que las deficiencias de fósforo son el motivo por el cual hay una escasa contribución de las leguminosas en las pasturas naturales.

En cuanto a las fuentes de fósforo, existen solubles e insolubles. La fuente soluble se adapta más a suelos de pH elevado y la insoluble es más eficiente en suelos ácidos ya que requiere de acidez para que el fósforo quede disponible, ésta supera a la fuente insoluble en los suelos con alta acidez intercambiable (Mas, 2012).

El objetivo de fertilizar un mejoramiento en la implantación es posibilitar el establecimiento de la leguminosa y muchas veces también acelerar su crecimiento para obtener una pastura vigorosa que permita una utilización temprana con el consiguiente resultado económico. Las refertilizaciones pueden tender a maximizar los niveles productivos, pero en la práctica parecen más viables niveles de mantenimiento, económicamente adecuados con la productividad esperada (Millot et al., 1987).

## 2.6. EFECTO DEL MANEJO DE PASTOREO

### 2.6.1. Importancia

Según Holechek et al., Heady y Child, citados por Berreta (1996) la elección de la carga óptima a cada tipo de campo es la decisión de manejo del pastoreo más importante para lograr los objetivos de producción sin que se vea alterado el ecosistema. Berretta (1995) afirma que cuando la dotación está ajustada al potencial de las pasturas y el método de pastoreo incluye períodos de descanso, los campos se mantienen en buena condición, con variaciones debidas a los cambios estacionales, logrando un ecosistema de alta estabilidad y que se recupera más rápidamente frente a eventos de estrés como por ejemplo una sequía.

La capacidad de carga estará determinada por el potencial de producción que tenga cada pastura. Ésta se define como la máxima dotación para alcanzar un objetivo de desempeño animal, con un método de pastoreo específico, que puede ser aplicada en un período definido sin deteriorar el ecosistema (Mott, 1960). Sin embargo, el mayor problema en desarrollar un criterio de carga óptima para el manejo de las pasturas naturales es la necesidad de preservar forraje para utilizarlo en momentos en que el crecimiento del mismo esté limitado por factores ambientales (McNaughton, citado por Berreta, 1996). A su vez, el efecto del pastoreo puede favorecer o perjudicar la producción de forraje, siendo necesario realizar combinaciones en intensidad y frecuencia de defoliación para las cuales existe una adecuada productividad sin deteriorar las pasturas (Nabinger et al., 2007).

Según Maraschin (1998), el campo natural y su potencialidad están determinados por la composición botánica y la producción de MS. La primera es heterogénea, por lo cual, cada vez que la pastura es sometida al pastoreo, la selección de los animales en la cosecha de su alimento la lleva a una nueva condición.

El material muerto (MM), no seleccionado por los animales, es un componente importante para la sustentabilidad del ecosistema natural, ya que es fuente de reciclaje de nutrientes, promotor de retención de agua en el suelo y de la conservación del mismo. Es importante integrarlo en las mediciones, para entender cómo el animal trata el forraje en relación a la condición del perfil de la pastura. Por lo general, el aumento del MM se da con una mayor OF (Moojen, citado por Maraschin, 1998). A su vez, a mayor OF

aumenta la cobertura del campo, por una mayor presencia de hojas, mayor crecimiento de la pasturas y mayor producción por animal. El momento más productivo de los grupos de especies de las pasturas naturales se explora mejor con una mayor OF (12 y 16 % de PV), permitiendo que las especies de interés logren producir semillas (Maraschin, 1998).

Según Moojen, citado por Maraschin (1998) la variación en la presión de pastoreo condiciona las diferentes cantidades de materia seca o residuo por área. Cuando se reduce la presión de pastoreo, aumenta MS/ha, por lo tanto, las ganancias obtenidas por animal y por área. Se estima que las ofertas de forraje en torno al 12,0 % corresponden a la mejor estimativa de potencial de producción de producto animal de la pastura.

La alternativa al pastoreo con ocupación continua de los potreros es el manejo rotativo, que se basa en la ocupación secuencial de potreros por los animales, que rotan entre un número variable de potreros, implicando períodos de ocupación y de descansos (Millot et al., 1987). El mismo tiene como propósito poder utilizar las pasturas en el momento que alcanzan un equilibrio entre alto rendimiento de MS y valor nutritivo de la misma (Carámbula, 2008).

El pastoreo rotativo justifica su implementación en pasturas de alto potencial productivo, que presenten un adecuado número de especies que respondan al mismo, generando de esta forma una mejor estructura y productividad del tapiz. Con el mismo se logra un control más exacto del forraje disponible, permitiendo un mejor ajuste de la asignación de forraje (Millot et al., 1987).

El pastoreo rotativo en campos en los cuales la memoria genética es suficiente para que la respuesta en producción modifique las relaciones de competencia entre plantas y regenere las especies más productivas (Boggiano et al., 2005).

#### **2.6.2. Efecto del pastoreo en producción y estacionalidad del forraje**

Cuando se ajusta la dotación al potencial de las pasturas y se incluyen períodos de descanso entre pastoreos, se mantienen los campos en buena condición a pesar de los cambios en la oferta de forraje debido a variaciones estacionales (Berretta, 1996), logrando ecosistemas pratenses de alta estabilidad y resiliencia

Según Formoso y Gaggero (1990), el pastoreo diferido produjeron en promedio mayor cantidad de MS/ha que el pastoreo continuo presentando un 12,5 a 23,4% mas, dependiendo de la relación lanar/vacuno

Durante invierno, debido a las bajas temperaturas, conjuntamente con el hecho de que los sistemas radiculares son restringidos por exceso de humedad y la disponibilidad de reservas es media a baja, la producción de forraje disminuye,

generando, en muchos casos, el sobrepastoreo de especies invernales más apetecibles definiendo combinaciones de frecuencia e intensidad de pastoreo para que la productividad sea tal que no deteriore las propiedades de la pastura y favorezca el crecimiento de las especies otoño-invierno-primaveral (Nabinger 1998, Carámbula 2008).

## 2.7. PRODUCCIÓN ANIMAL

Es de gran importancia conocer la composición botánica, los requerimientos de los animales en el pastoreo y evaluar si dicha pastura logra cubrir estas necesidades para una eficiente producción animal. También, es necesaria que la producción animal sea sostenida en el tiempo (Berretta et al., 1990b).

### 2.7.1 Efecto de la OF

A medida que la intensidad de pastoreo aumenta, la producción por animal disminuye. En cuanto a la producción animal por unidad de área, ésta aumenta con la intensidad de pastoreo hasta cierto punto, ya que depende tanto el rendimiento del animal individual como el número total de animales. Después del máximo, la producción por unidad de superficie disminuye rápidamente con el aumento de la intensidad de pastoreo porque el aumento del número de animales ya no es capaz de compensar la producción limitada por animal individual (Mott, 1960).

Al aumentar la OF aumenta la cobertura de forraje del campo, hay una mayor presencia de hojas, mayor crecimiento de la pastura y mayor oportunidad para la producción animal. Con una OF de 12 y 16% PV se pueden llegar a ganancias de 0,5 kg/animal/día ya que en dichas condiciones el animal puede seleccionar el forraje consumido, y por lo tanto aumenta la calidad de la dieta (Maraschin, 1998).

Es necesario no sólo maximizar la ganancia media diaria por animal (GMD) sino también la ganancia por hectárea (G/ha). Por lo tanto, existe un rango óptimo de OF donde ambas se maximizan, promoviendo la productividad y sustentabilidad de la pastura natural (Maraschin et al., 1997).

### 2.7.2 Efecto de la fertilización nitrogenada

La fertilización nitrogenada del CN en otoño y fin de invierno estimula el crecimiento de especies invernales y el rebrote más temprano de las estivales generando mayor producción de forraje anual (Rodríguez Palma et al., 2009). Llegando a triplicar la producción de peso vivo animal por unidad de superficie si se compara con la producción del campo sin fertilización (Risso, 1998). Según Azanza et al. (2004) este aumento puede ser explicado por un aumento en la producción de MS, y por ende permite incrementar la carga. En cambio, Zamalvide (1994) lo explica a través de un

aumento en la calidad del forraje, por un mayor contenido de N y P en la misma y por el afinamiento de las pasturas.

Rodríguez Palma y Rodríguez (2010) evaluaron un pastoreo a altura constante (7-9 cm), durante un período de siete años, obteniendo una ganancia animal de 0,39 kg/an/día sin diferencias entre tratamientos fertilizados y no fertilizados, pero con una ganancia anual de 399 kg/ha en tratamientos fertilizados, siendo esta ganancia, significativamente el doble que en campo natural

Según Duhalde y Silveira (2018) se obtiene mayores ganancias en primavera y verano con fertilizaciones nitrogenadas sobre campo natural, esta respuesta fue atribuida a la mejora en la calidad de la pastura como consecuencia del aumento en el aporte de especies finas y tiernas permitiendo aumentar la carga instantánea y mayor carga media, obteniendo así aumento en ganancia por ha.

### 2.7.3 Efecto del mejoramiento con leguminosas

Para lograr incrementar la producción animal, es necesario que las leguminosas no sólo se encuentren en una alta proporción, sino que también estén en el estrato superior de la pastura, disponible para el animal (Montossi et al., 2000).

La estacionalidad de la producción en campo natural conduce a la necesidad de introducir especies forrajeras más productivas como objetivo de aumentar la producción de carne (Correa y Alvim Silva, 1994). Scholl et al., citados por Correa y Alvim Silva (1994) afirman que se pueden obtener ganancias de pesos hasta 5 veces mayores que en campo natural, debido al aumento en producción de forraje con la introducción de leguminosas.

Por otro lado, la intensidad de pastoreo explicó el 27% de la ganancia de peso, alcanzando un máximo de ganancia con 1500 kg/ha de MS remanente. En mejoramientos de campo natural con diferentes intensidades de pastoreo (1000 y 1750 kg/ha de MS), se obtienen ganancias medias diarias significativamente diferentes, sin variar la producción/ha. A intensidades menores la ganancia media diaria es de 0,480 kg/animal/día, mientras que con mayores las mismas son de 0,282 kg/animal/día. Estas diferencias no representan una diferencia en producción animal/ha debido a que con intensidades mayores la carga animal es superior (Bueno et al., 2004).

La mejora en la nutrición mineral permite aumentar la producción primaria durante el año. Esta mayor productividad acompañada de una mejor calidad de la pastura se refleja en una mayor producción secundaria cuya magnitud se encuentra directamente relacionada con la dotación utilizada (Brum y De Stefani, 1998)

## 2.8. HIPÓTESIS

El agregado de nitrógeno o incorporación de leguminosas, con agregado de fósforo al campo natural, aumenta la producción MS, aumenta la producción invernal reduciendo la estacionalidad de la producción de MS , aumenta la GMD por animal y la carga por ha.

Se espera una respuesta más directa al agregado de nitrógeno que al agregado de leguminosas tanto en producción primaria como secundaria.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES**

##### **3.1.1. Localización y período de evaluación**

El experimento se realizó en UdelarR. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental ‘‘Mario A. Cassinoni’’), ubicada sobre el km 363 de la ruta General Artigas, departamento de Paysandú, Uruguay ( $32^{\circ} 20' 9''$  latitud Sur y  $58^{\circ}$  longitud Oeste, 61 ms. n. m.) en el potrero 18.

El período de evaluación abarcó de invierno del 2014 hasta primavera de 2018, los autores involucrados son:

- ANDRÉ, RAMÍREZ, PEDOJA (INVIERNO-PRIMAVERA, 2014)
- GALLINAL, GARCÍA PINTOS, GARCÍA PINTOS (VERANO-OTOÑO, 2015).
- GUTIÉRREZ (INVIERNO-PRIMAVERA, 2015)
- BONANSEA, BELORA, PUIG, ZARBINO (VERANO-OTOÑO, 2016)
- DUHALDE, SILVEIRA (INVIERNO-PRIMAVERA, 2016)
- CASÁLAS, CARÁM (VERANO-OTOÑO, 2017)
- LUBERRIAGA, ROBUSCHI (INVIERNO-PRIMAVERA, 2017)

##### **3.1.2. Información meteorológica**

La información meteorológica que se utilizó como base para la caracterización climática del período experimental fue extraída de la estación meteorológica de la EEMAC, se utilizó la serie histórica del 2002 al 2014. Considerando los datos de precipitaciones, la evapotranspiración y la capacidad de almacenaje de agua del suelo se realizó un balance hídrico en cada una de las estaciones de Thornthwaite-Mather para el cual se tomó en cuenta una capacidad de almacenaje de agua del suelo de 86 mm (Larratea y Soutto, 2013).

##### **3.1.3. Características del sitio experimental**

De acuerdo a la clasificación de suelos del Uruguay los suelos pertenecen a la unidad San Manuel, con Brunosoles Eútricos típicos como dominantes, encontrándose Litosoloes y Solonetz como suelos asociados (Altamirano et al., 1976) desarrollados sobre la formación Fray Bentos según la carta de reconocimiento de suelos del Uruguay escala 1:1.000.000 (MAP. DSF, 1976). El relieve es de pendientes moderadas y lomadas suaves (Durán, 1985).

Particularmente para el área experimental la composición porcentual de los suelos es Litosoles 28%, Solonet 26 %, Planosoles 23% y Brunosoles 22 % (mapa detallado de suelo de la EEMAC).

### 3.1.4. Características de los animales

Los animales utilizados fueron novillos de sobreño de la raza Holstein, cuyo peso promedio al inicio del experimento fue de  $182 \pm 23,6$  kg. Se les realizó a todos los animales, previo al inicio del experimento, un tratamiento sanitario que incluye un endo y ectoparasitario. Posteriormente no se volvió a realizar ningún tratamiento. Los animales fueron asignados a los tratamientos al azar, previa estratificación por peso vivo.

### 3.1.5. Descripción de los tratamientos

Se evaluaron distintos niveles de intervención en el campo natural divididos en 4 bloques:

- Sin intervención (CN);
- Introducción de 8 kg/ha de *Trifolium pratense* cv E116 y 6 kg/ha de *Lotus tenuis* cv. El Matrero + 40 kg.ha<sup>-1</sup> de P2O5 (CNM)
- Fertilización con 60 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de N + 40 kg.ha<sup>-1</sup> de P2O5 (N60);
- Fertilización con 120 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de N + 40 kg.ha<sup>-1</sup> de P2O5 (N120).

Estos tratamientos se ubicaron en 4 bloques.

La siembra de *Lotus tenuis* y *Trifolium pratense* se realizó al voleo en invierno de 2014. Según Gallinal et al. (2016) a la hora de la siembra de estas especies se logró una pobre implantación, debido a la elevada densidad del tapiz, al volumen de restos secos acumulados y a la época de siembra que determinó condiciones de mayor competencia y riesgos de sequía. Por lo cual se decidió hacer una resiembra en el siguiente otoño del 2015.

La fertilización nitrogenada se realizó con una fuente amoniacal bajo forma de urea granulada, en dos aplicaciones de media dosis, una en otoño y otra a fines de invierno, cada una con 30 kg.ha<sup>-1</sup> de N y 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N para los tratamientos fertilizados con 60 y 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N respectivamente. Estos tratamientos también fueron fertilizados con 100 kg.ha<sup>-1</sup> de 7-(40/40)-0 + 4% S los otoño de todos los años.

Cabe destacar que ambos experimentos tuvieron control de malezas con aplicaciones de 1,5 l.ha<sup>-1</sup> de 2,4 DB y 350 cc de flumetsulam y pasadas de rotativa en los meses de agosto y setiembre.

### 3.1.6. Diseño experimental

El diseño es de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro repeticiones, por cada uno de los cuatro tratamientos. Se dividieron los bloques 1, 2, 3 y 4 en cuatro parcelas y cada tratamiento fue distribuido al azar en cada una de ellas. El área promedio de cada parcela en CN, CNM, N60 y N120 es de 0,72, 0,71, 0,26 y 0,26 ha respectivamente, abarcando un total de 7,86 ha (figura No. 1).

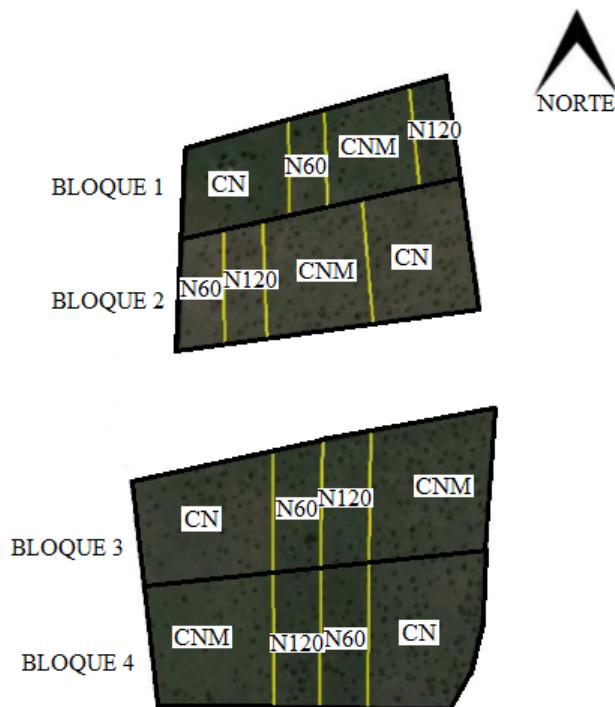


Figura No. 1. Croquis del área experimental

### 3.1.7. Manejo del pastoreo

El método de pastoreo utilizado fue rotativo con carga variable y períodos de pastoreo entre 10 y 15 días y descansos de 30 a 45 días, completando ciclos de pastoreo entre 40 a 60 días. En cuanto a la oferta de forraje fue variable entre estaciones en otoño fue de 8 % de PV, en invierno de 6 a 4 % de PV, en primavera y verano de 10 a 12 % de PV.

### **3.1.8. Determinación de la producción de forraje**

#### **3.1.8.1. MS presente**

La estimación de la materia seca presente se realizó a través del método de doble muestreo por escala visual (Haydock y Shaw, 1975) previo al ingreso de los animales a la parcela o pos pastoreo.

Se definió una escala visual de disponibilidad de forraje de 5 puntos, correspondiendo el valor 1 con la menor disponibilidad y el 5 con la mayor disponibilidad representativa del bloque. Los puntos 2, 3 y 4 representan valores intermedios de masa de MSP. Por cada valor de escala se realizaron 3 cortes a 1 cm del suelo, fueron pesadas en fresco y secadas en estufa de aire forzado a 60°C, por un período de 72 horas o hasta obtener un peso constante.

Por último, se ajustaron ecuaciones de regresión para los valores de kg/ha de MS tanto por escala como por altura, y se seleccionó el de mayor coeficiente de determinación de las funciones ( $R^2$ ). De acuerdo al valor seleccionado, se ingresaron los parámetros de regresión a y b en la planilla botanal y se obtuvieron los kg/ha de materia seca presente en cada parcela.

#### **3.1.8.2. Producción de MS (PMS)**

La PMS corresponde a la suma del forraje producido en cada ciclo de pastoreo. Este dato se obtuvo restándole a la MS presente al inicio de cada pastoreo la remanente del pastoreo anterior de la misma parcela, y luego sumando lo producido durante el período de pastoreo (tasa de crecimiento\*días de pastoreo).

#### **3.1.8.3. Tasa de crecimiento diaria (TC)**

Para el cálculo de la tasa de crecimiento diaria (TC) se le restó a la MS presente al inicio de cada pastoreo la MS remanente del período anterior de la misma parcela, y se dividió entre los días de descanso de la pastura.

#### **3.1.8.4. Forraje disponible (FDi)**

El FDi fue estimado como la suma de la MS presente al inicio de cada pastoreo y la producción de forraje durante el período de pastoreo (TC\*días de pastoreo).

#### **3.1.8.5. Forraje remanente (FR)**

El FR se obtuvo estimando la MS presente al final de cada pastoreo.

### 3.1.8.6. Altura de forraje disponible y remanente

Tanto la altura disponible como la remanente, fueron estimadas mediante el promedio de alturas registradas en cada cuadro. En las parcelas con mayor área se tomaron 160 valores de altura, mientras que en las parcelas menores se registraron 80.

### 3.1.8.7. MS desaparecido (MSD)

Para calcular el MSD se obtuvo la diferencia entre la MS disponible al inicio del pastoreo y la MSR al final del pastoreo.

## 3.1.9. Determinación en los animales

### 3.1.9.1. Peso vivo (PV)

Para la estimación del PV, se realizaron pesadas de los animales cada 15 días con un ayuno previo de 12 horas, a efectos de minimizar el error que resulta de las variaciones por llenado diferencial del tracto digestivo.

### 3.1.9.2. Carga total e instantánea (C)

Para la estimación de la carga total se calcularon los kg de PV totales y se dividieron por la superficie total de cada tratamiento, mientras que, para la carga instantánea, los kg de PV se dividieron sobre la superficie de la parcela al momento en que pastoreaban. Se calcularon para cada período y luego se ponderaron para el total del período.

### 3.1.9.3. Oferta de forraje (OF)

Se refiere a la asignación de materia seca cada 100 kg de PV animal. A partir de los kg de MS disponible determinados, el período de ocupación de las parcelas y las OF objetivo, se determinaban los kg de PV requeridos para el logro de dichas OF.

### 3.1.9.4. Ganancia animal (GM)

Para el cálculo de la ganancia individual en kilogramos por día (kg/animal/día) se restó el peso final del peso inicial de cada animal en cada período y se dividió por los días del mismo. Las ganancias individuales fueron corregidas por peso vivo inicial y edad de los animales.

### 3.2. HIPÓTESIS Y MODELO ESTADÍSTICO

Para el cálculo de FDI y FR, FD, MS, TC, PV, C, OF y GM se consideró un modelo mixto, bloque como efecto aleatorio, y tratamiento o período como efecto fijo. Se realizó el análisis de varianza (P valor < 0,05) de estas variables en el promedio de toda la evaluación y en cada período.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

H<sub>a</sub>: al menos una de las medias de los tratamientos es diferente.

El modelo experimental para las distintas estaciones evaluadas corresponde a un diseño en bloques completos al azar (DBCA), representado como:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + \Omega$$

Siendo:

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

Se llevó a cabo el análisis de varianza entre tratamientos y se seleccionó como método de comparación de medias el test de Tukey con una probabilidad de 5%.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

#### 4.1.1. Temperatura y precipitaciones

La caracterización climática se realiza considerando el promedio mensual histórico de temperaturas y precipitaciones (se tomó como referencia la serie histórica del 2002-2014) comparándolos con los años en estudio 2015, 2016, 2017 y 2018.

Se observan los datos recopilados en el 2015 (figura No. 2). En cuanto a la temperatura, se observó un incremento promedio de 2°C pudiéndose decir que fue un período más caluroso de lo normal en los primeros 9 meses del año, luego descendió levemente en el período restante. En lo referente a las precipitaciones se afirma que fue un año muy versátil, habiendo tres períodos puntuales de lluvias superiores a los valores históricos (enero, agosto y diciembre), si bien, en el primer semestre luego de un enero lluvioso se ve una caída sustancial con referencia al histórico, en el resto del año la caída aparte de los meses de lluvias nombrados, fue menos significativa.

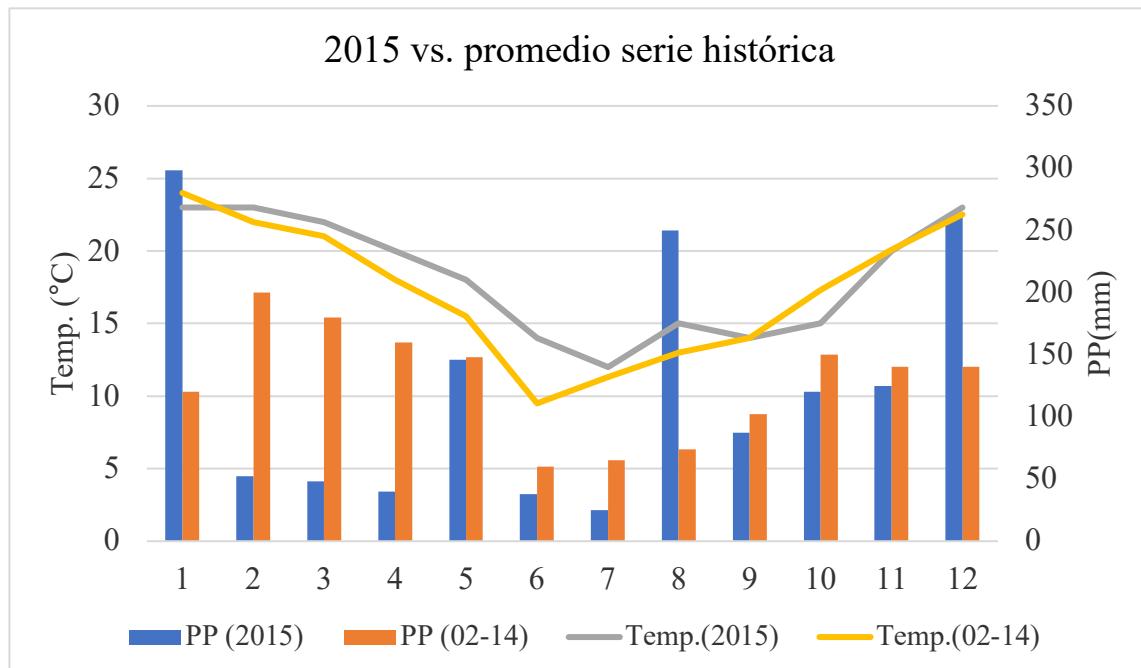


Figura No. 2. Promedio mensual de temperaturas (°C) y precipitaciones (mm), para el

año 2015 y para serie histórica (2002-2014)

En cuanto a los datos evaluados en el 2016 (figura No. 3) se pudo concluir, que los primeros cuatro meses del año fueron más calurosos que el histórico ( $1.5^{\circ}\text{C}$  promedio), mayo, junio y julio muestran una leve caída para luego hasta diciembre mantenerse sin mayores variantes con respecto al promedio histórico. Al evaluar las lluvias del periodo, se observan tres episodios con valores superiores destacándose puntualmente el mes de abril donde se cuadruplicó el registro mientras que el resto del año no presentó variables significativas.

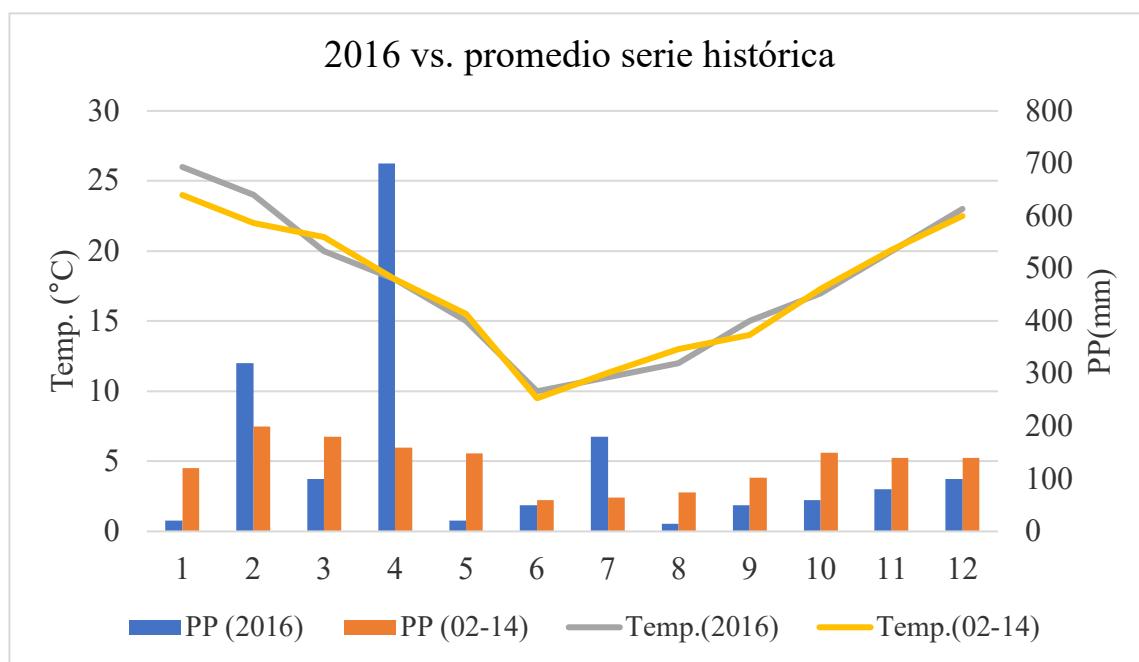


Figura No. 3. Promedio mensual de temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) y precipitaciones (mm), para el año 2016 y para serie histórica (2002-2014)

El año 2017 (figura No. 4), en cuanto a la temperatura se pudo observar que este no siguió la tendencia histórica, registrándose temperaturas superiores promediando  $2^{\circ}\text{C}$  en el primer semestre, mientras que en el resto del año se mantuvo el incremento, pero con un valor levemente inferior ( $1.5^{\circ}\text{C}$  promedio). Se concluye que fue un año de temperaturas elevadas y al analizar las precipitaciones también en promedio más lluvioso, destacándose el primer trimestre con un aumento aproximado del 50% y el

tercero con un incremento de más del 100%, mientras que en el segundo y último trimestres no hubo cambios significativos.

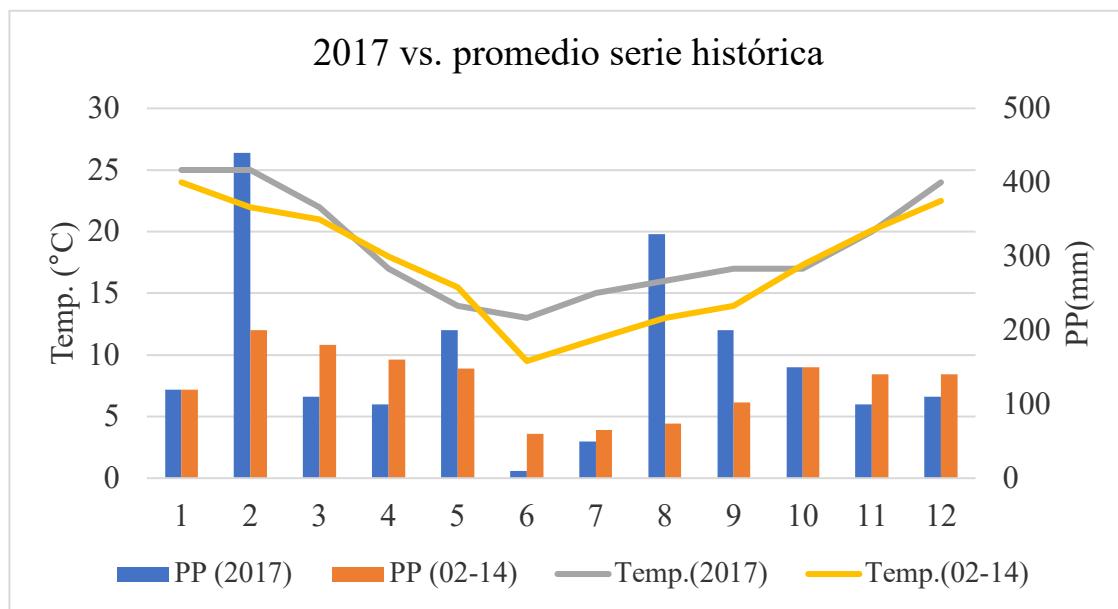


Figura No. 4. Promedio mensual de temperaturas (°C) y precipitaciones (mm), para el año 2017 y para serie histórica (2002-2014)

Para el año 2018, se registró una tendencia similar al año 2017 entre enero y junio con temperaturas más elevadas, seguido del invierno (junio, julio y agosto) con temperaturas inferiores. En la última parte del año no presentó cambios destacables. Se concluyó que fue un año de temperaturas esperables en los distintos períodos. En cuanto a las precipitaciones se destaca que fueron muy variables en cuanto a la cantidad y a la frecuencia, ya que se presentaron meses en los cuales las precipitaciones fueron insignificantes y otros que compensaron ese déficit.

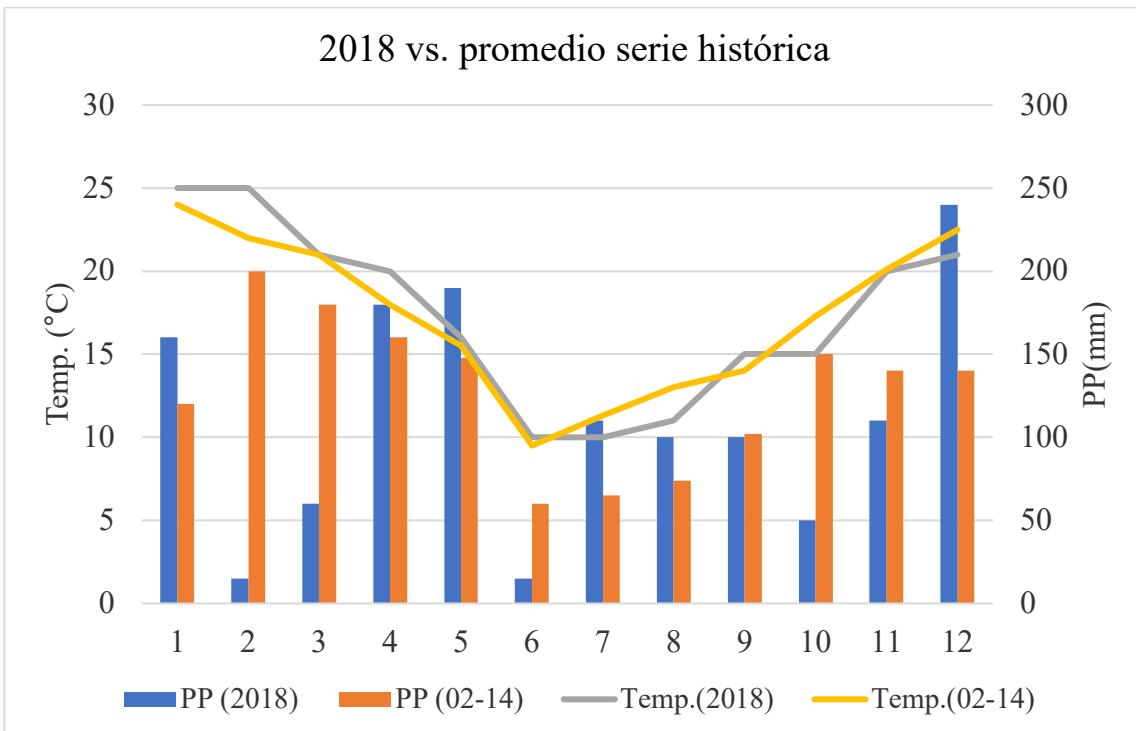


Figura No. 5. Promedio mensual de temperaturas (°C) y precipitaciones (mm), para el año 2018 y para serie histórica (2002-2014)

#### 4.1.2. Balance hídrico

Se realizó un balance hídrico para evaluar el contenido de agua en el suelo, a partir de los registros de evapotranspiración potencial y precipitaciones de los distintos períodos en evaluación para los años en estudio 2015, 2016, 2017 y 2018.

Con la información se calculó el agua almacenada (ALM.), teniendo en cuenta que en los suelos CONEAT 11.3 el agua potencialmente disponible neta es de 86 mm (Molfino y Califra, 2001) y la evapotranspiración real (ETR) donde se tomó en cuenta como referencia un kc de 0,9 (Jia et al., 2009), de esta forma se calcularon los períodos de déficit y exceso hídrico. Se tomó como punto de referencia el 40% del agua potencialmente disponible neta (APDN), debido a que por debajo de este porcentaje se dificulta la absorción de agua por parte de las plantas (García Petillo, 2012). Cabe destacar que se comenzó el balance hídrico el 1 de enero del 2015 debido a que en este momento el perfil del suelo se encontraba a capacidad de campo.

Para el período 2015 como se mencionó anteriormente hubo tres períodos puntuales de lluvias muy importantes, a lo que genera un exceso hídrico (EH) acumulado promedio de 120mm en los meses de enero, agosto y diciembre. En el resto

de los meses las precipitaciones no tuvieron suficiente significancia, pero bastaron para que el ALM se mantuviera por encima del APDN 40% excepto en los meses de marzo y abril lo que llevo a generar un déficit hídrico acumulado promedio de 33 mm. Se podría considerar que el balance hídrico promedio en el período fue favorable al crecimiento vegetal durante el experimento, sin ser por momentos puntuales que posiblemente no haya afectado el crecimiento.

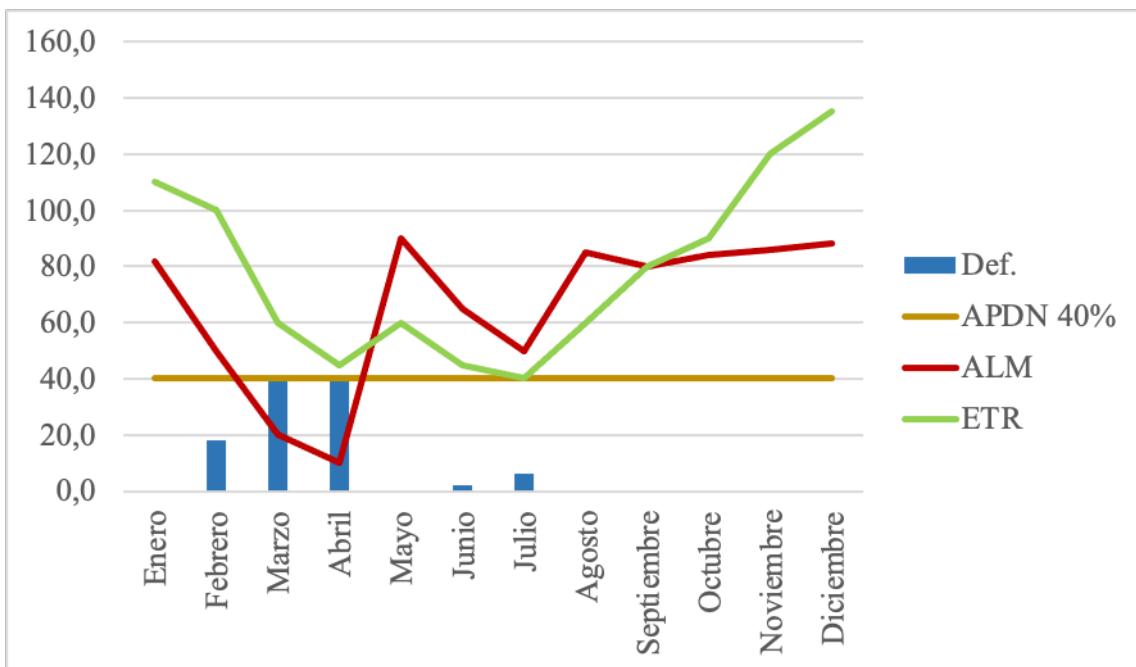


Figura No. 6. Evolución del ALM. y ETR con respecto al 40% del APDN, y períodos de déficit (DH) o excesos (EH) hídricos para el año 2015

El período 2016 comienza con déficit hídrico importante de 60 mm, pero rápidamente se observa tres episodios de precipitaciones provocando EH (febrero, abril, y julio) destacándose la del mes de abril generando EH 650mm. En todo el año las precipitaciones y los valores de ETR dieron como resultado que el almacenaje se mantuviese por encima del 40% APDN excepto a fines del año 2016 que se mantuvo por debajo (noviembre, diciembre) provocando DH. Tanto las condiciones de temperatura como el balance hídrico fueron favorables al crecimiento vegetal durante gran parte del período del experimento. El exceso hídrico registrado en abril posiblemente haya afectado el crecimiento y también puede haber causado cierta disminución del crecimiento para los meses posteriores debido al lavado del nitrógeno del suelo.

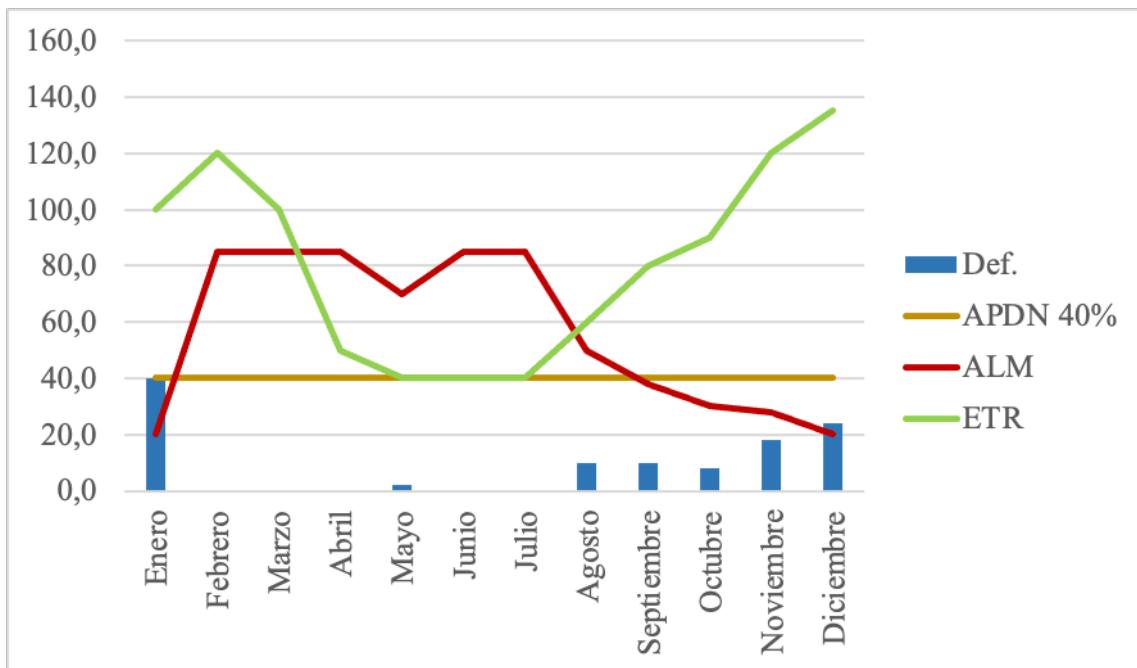


Figura No. 7. Evolución del ALM. y ETR con respecto al 40% del APDN, y períodos de déficit (DH) o excesos (EH) hídricos para el año 2016

Para el año 2017 se puede observar un notorio aumento de ETR en todo el período, esto se debe a las temperaturas más elevadas y a las frecuentes precipitaciones. También se caracteriza por presentar EH durante el primer trimestre y otro más marcado en el tercer trimestre, lo cual lleva a no presentar deficiencias hídricas importantes lo que lleva a que el almacenaje promedio (68mm) se mantuviese bastante por encima del 40% APDN (34mm) en el año de experimento. A pesar de ser un año con temperaturas por encima del histórico las frecuentes precipitaciones ayudaron a amortiguar el aumento de la demanda atmosférica por lo que el exceso hídrico registrado posiblemente no haya afectado el crecimiento de las pasturas.

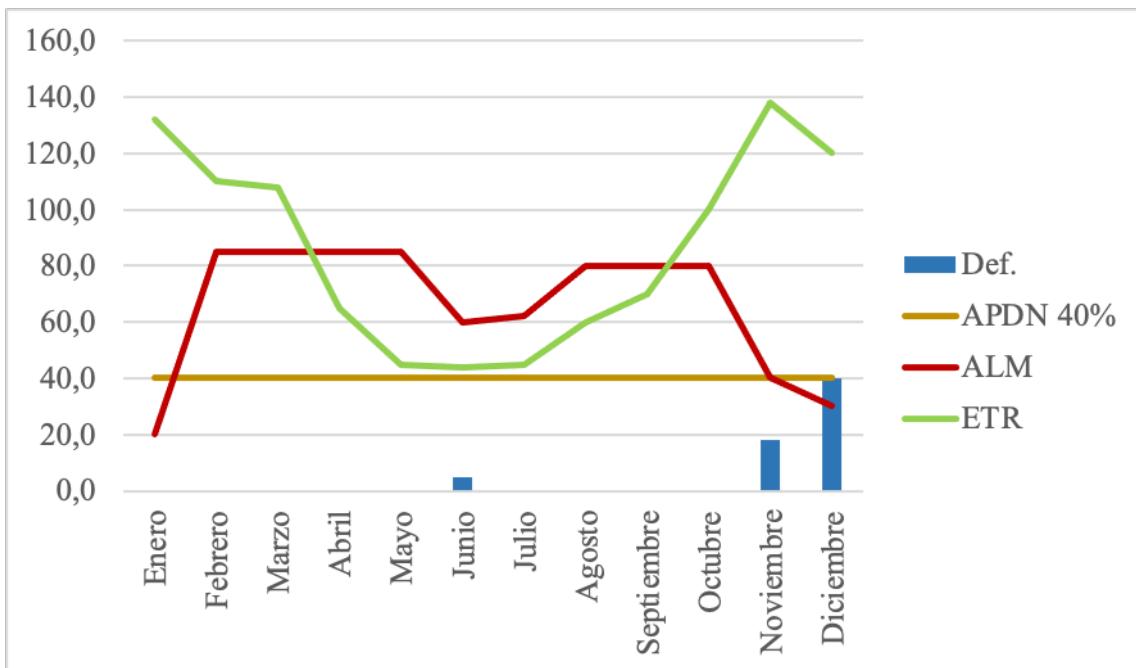


Figura No. 8. Evolución del ALM. y ETR con respecto al 40% del APDN, y períodos de déficit (DH) o excesos (EH) hídricos para el año 2017

En el período 2018 se puede observar que el almacenaje promedio se mantuvo por encima del 40% APDN. En los meses en los cuales la ETR es mayor (enero, febrero, marzo, octubre, noviembre) las precipitaciones no tuvieron suficiente significancia, el almacenaje tendió a la baja generando déficit hídrico, en el resto de los meses las precipitaciones dieron como resultado EH. Se destaca que fue un período muy variable en cuanto al balance hídrico debido al efecto de las precipitaciones (a la cantidad y a la frecuencia), ya que se presentaron meses en los cuales las lluvias fueron insignificantes y otros que compensaron ese déficit, promediando valores similares a lo largo del año.

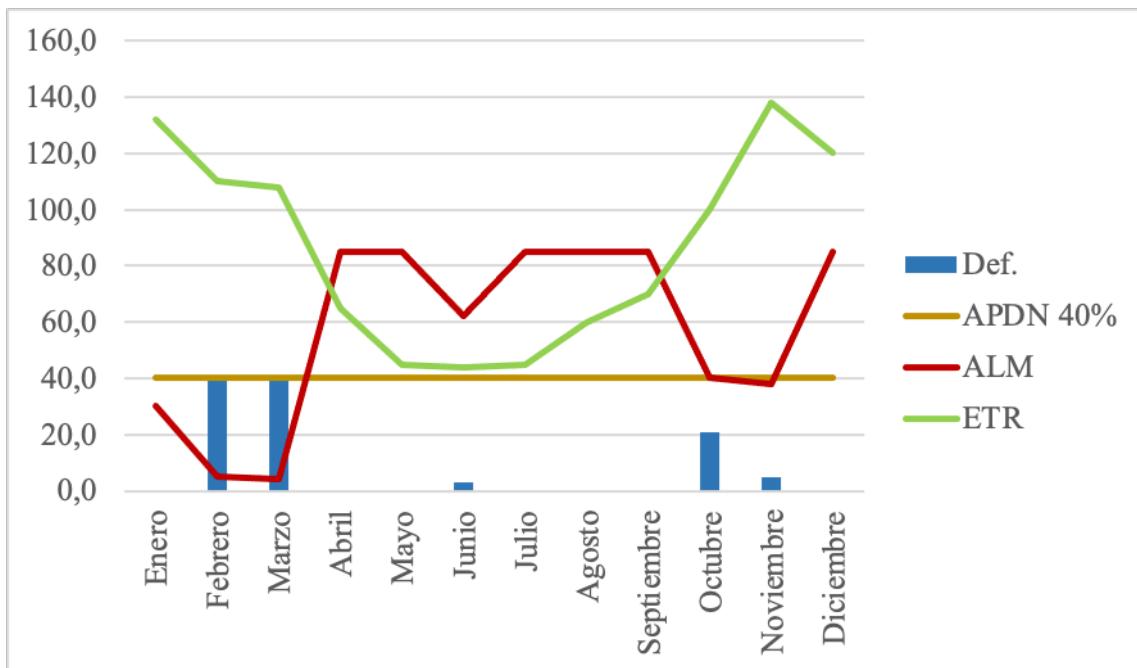


Figura No. 9. Evolución del ALM. y ETR con respecto al 40% del APDN, y períodos de déficit (DH) o excesos (EH) hídricos para el año 2018

A modo de conclusión se puede asumir que para el período en estudio (2015-2018) se presentó tanto temperaturas como precipitaciones favorables las cuales generaron en promedio un balance hídrico positivo sin generar ningún fenómeno atmosférico extremo que pudiera afectar críticamente el crecimiento.

#### 4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA RESPUESTA DE LA PASTURA Y DE LOS ANIMALES

##### 4.2.1. Análisis de producción primaria entre años

Para el período (2015-2019), se analizó el efecto del tratamiento, año y su interacción sobre la variable de la pastura PN (cuadro No. 1). Como resultado se observó un efecto significativo para tratamiento y año sobre dicha variable. A su vez, se observó que el efecto de la interacción tratamiento por año no tuvo diferencia significativa.

Cuadro No. 1. Medias de PN, expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS, para cada tratamiento, año su interacción, en el total del período del experimento (2015-2019)

PN	Tratamiento	Año	Tratamiento*año
	<0,0002	<0,0001	Ns

En cuanto al efecto año se encontró (cuadro No. 2) que los años 2015, 2017 y 2018 no se diferenciaron significativamente entre ellos teniendo un promedio de PN de 8664 en kg.ha<sup>-1</sup> de MS. En el 2016 se obtuvo una media inferior de 6191 kg.ha<sup>-1</sup> de MS.

Cuadro No. 2. Medias de PN expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada año

Años	1	2	3	4	E.E.
PN	8949 a	6191 b	9171 a	7872 a	225

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a la variable PN promedio en el período de evaluación para los distintos tratamientos se observó (cuadro No. 3) que cuando se fertiliza con nitrógeno aumenta más de un 40% y que al mejorar con leguminosas se aumenta más de un 30%. El tratamiento CN sin alteraciones fue el tratamiento inferior significativamente con 6266 kg.ha<sup>-1</sup> de MS promedio.

Cuadro No. 3. Medias de PN expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para el promedio de los años evaluados

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
PN	6266 b	8224 a	8755 a	8937 a	429

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

#### 4.2.2. Análisis de producción primaria dentro de cada año

##### 4.2.2.1. Año 2015

Para el año 2015, se analizó el efecto del tratamiento, estación y su interacción sobre las variables de la pastura (MSDi, MSR, MSD, %UT, TC, PNPN, OF, carga, AD y

AR (cuadro No. 4). Como resultado se observó un efecto significativo del tratamiento sobre las variables PNPN, TC, MSDi, MSR, MSD, %UT, OF, AD, AR, carga lo que significa que el tratamiento alteró dichas variables. A su vez, tal cual era de esperarse se observó efecto de la estación en todas las variables medidas. Solamente para la carga se observó un efecto de la interacción tratamiento por estación lo que estaría indicando un cambio de ranking entre los tratamientos a lo largo del año.

Cuadro No. 4. P-valor de cada variable medida para observar el efecto tratamiento, estación y su interacción para el año 2015

	Tratamiento	Estación	Tratamiento*estación
PN	<0,0413	<0,0001	Ns
TC	<0,0253	<0,0001	Ns
MSDi	Ns	<0,0001	Ns
MSR	Ns	<0,0001	Ns
MSD	<0,001	<0,0008	Ns
%UT	<0,0417	<0,017	Ns
OF	<0,0381	<0,0196	Ns
AD	Ns	<0,0001	Ns
AR	<0,0578	<0,0001	Ns
Carga	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Para la variable PN se observó un efecto significativo tanto para tratamiento (p-valor <0,0413) como para la estación (p-valor <0,0001). En cuanto al efecto de los tratamientos (cuadro No. 5) se observó que los nitrogenados (120N y 60N) se diferenciaron significativamente con el testigo (CN) presentando una PN 60% mayor. En relación al CNm no tuvo diferencias significativas de producción con el resto de los tratamientos, si bien presentó un 30% más de producción en relación a CN y 24% menor en relación a los fertilizados. Para la estación se observó que verano fue donde se obtuvieron la mayor producción siendo esta la media de 3695 kg.ha<sup>-1</sup> de MS seguida de otoño con 2906 kg.ha<sup>-1</sup> de MS y por último compartiendo significancia con primavera e invierno con un promedio de medias de 1308 kg.ha<sup>-1</sup> de MS (cuadro No 6).

Cuadro No. 5. Medias de PN expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS por año para cada tratamiento

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
PN	6876 b	9004 ab	11532 a	10764 a	1000

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 6. Medias de PN expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
PN	2906 b	1083 c	1533 c	3695 a	198

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a TC se observó que hubo efecto significativo tanto tratamientos como para estación. Al observar el efecto del tratamiento (cuadro No. 11) se puede concluir que en CN la TC fue inferior a los tratamientos fertilizados, pero no tuvo diferencias con el tratamiento CNm. En cuanto al efecto de las estaciones como era de esperar (cuadro No. 12) se presenció que invierno fue la estación con menores TC con una media de 7 kg.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> de MS mientras que verano, otoño y primavera no tuvieron diferencias significativas entre ellas presentando una media de 28,7 kg.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> de MS.

Cuadro No. 7. Medias de TC expresados en kg.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> de MS para cada tratamiento en el año 2015

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
TC	16 b	21 ab	29 a	27 a	3

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 8. Medias de TC expresados en kg.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2015

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
TC	26 a	7 b	25 a	35 a	3

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a MSDi (cuadro No. 7) se observó diferencias significativas ( $p$ -valor <0,0001) entre estaciones. El otoño fue donde hubo un mayor disponible con una media

de 3360 kg.ha<sup>-1</sup> de MS. Las demás estaciones no presentan diferencia entre ellas, con un promedio de medias de 2497 kg.ha<sup>-1</sup> de MS.

Cuadro No. 9. Medias de MSDi expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2015

Estación	Otoño	Invierno	Priavera	Verano	E.E.
MSDi	3360 a	2305 b	2556 b	2630 b	131

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En lo que refiere a MSR (cuadro No. 8) existen diferencias significativas ( $p$ -valor  $<0,0001$ ) entre estaciones presentando otoño una media mayor 2357 kg.ha<sup>-1</sup> de MS, lo cual coincide con MSDi (cuadro No. 7). Seguido por verano. En cuanto a primavera e invierno son las que presentaron menores medias en remanente 1458 kg.ha<sup>-1</sup> de MS lo que corresponde a 39% menor que otoño.

Cuadro No. 10. Medias de MSR expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2015

Estación	Otoño	Invierno	Priavera	Verano	E.E.
MSR	2357 a	1420 c	1496 c	1963 b	119

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a MSD (cuadro No. 9) se puede observar diferencias significativas ( $p$ -valor  $<0,001$ ) que los tratamientos 60 N y 120 N obtuvieron mayor desaparecido que el campo natural. En cuanto al CNm no presentó diferencias significativas con CN y tampoco con 120 N pero si con 60 N. En cuanto a la estación, primavera y otoño se diferencian significativamente ( $p$ -valor  $<0,0008$ ) de invierno. Verano con media de 1347 kg.ha<sup>-1</sup> de MS fue inferior a primavera, pero sin diferencias con invierno y otoño.

Cuadro No. 11. Medias de MSD expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada tratamiento en año 2015

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
MSD	978 c	1340 bc	1834 a	1705 ab	104

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 12. Medias de MSD expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2015

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
MSD	1613 ab	971 c	1926 a	1347 bc	155

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a % UT se observa (cuadro No. 13) que CN fue el tratamiento que presentó mayor media, aunque no diferenciándose significativamente de CNm pero si con los tratamientos fertilizados los cuales fueron inferiores a CN significativamente pero no a CNm. En cuanto a las estaciones otoño y verano presentaron una mayor utilización de forraje frente a primavera. Por errores experimentales los datos de utilización en invierno no fueron coherentes.

Cuadro No. 13. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada tratamiento en el año 2015

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
UT	66 a	55 ab	50 b	48 b	3,84

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 14. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada estación en el año 2015

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
UT	62 a	Sin dato	43 b	59 a	4

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a la OF se puede observar (cuadro No. 15) que presentó diferencia significativa tanto entre tratamientos como entre estaciones ( $p$ -valor  $<0,0381$  y  $<0,0196$  respectivamente). Al analizar los tratamientos, CN y CNm son superiores a los fertilizados. En las estaciones se observa que invierno presenta mayores ofertas que otoño y primavera, en cambio verano no presentó diferencias significativas con las estaciones.

Cuadro No. 15. Medias de OF expresados en kg cada 100 kg de PV por ha para cada tratamiento en el año 2015

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
OF	10.5 a	10.8 a	7.0 b	8.2 ab	0.9

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 16. Medias de OF expresados en kg cada 100 kg de PV por  $ha^{-1}$  para cada estación en el año 2015

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
OF	8.4 b	11.1 a	8.1 b	8.8 ab	0.7

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Al analizar la altura en el disponible (cuadro No. 17) solamente presentó diferencias significativas entre estaciones ( $p$ -valor  $<0,0001$ ), otoño y verano son las estaciones que presentan mayor altura con un valor promedio de 18 cm seguida por primavera y por último invierno la cual presentó una altura un 50% inferior a verano otoño.

Cuadro No. 17. Medias de AD expresados en cm para cada estación en el año 2015

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
AD	18.5 a	9.1 c	12.1 b	17.3 a	1.2

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cambio, para la variable altura de remanente se observó un efecto significativo tanto para los distintos tratamientos (cuadro No. 18) como para las estaciones (cuadro No. 19). En cuanto a los tratamientos la mayor diferencia se encuentra entre los tratamientos nitrogenados y CNm. Los nitrogenados poseen en promedio 2 cm más que CNm. Para las estaciones, otoño fue la que presentó mayor altura seguido por verano, por último con una altura de 6,5 cm invierno. El dato de primavera no se pudo obtener por error experimental.

Cuadro No. 18. Medias de AR expresados en cm para cada tratamiento en el año 2015

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
AR	6.3 ab	4.8 b	5.6 ab	6.7 a	1.0

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 19. Medias de AR expresados en cm para cada estación en el año 2015

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
AR	12.7 a	6.5 c	Sin dato	9,7 b	0.9

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Al analizar la variable carga, presentó un efecto significativo en la interacción tratamiento por estación ( $p$ -valor  $<0,0001$ ). Se puede observar (cuadro No. 20) que las medias superiores corresponden a los tratamientos nitrogenados los cuales son mayor a CN y CNm en un 50% promedio. En cuanto a las medias inferiores se pueden observar que los tratamientos CN y CNm si bien significativamente no hay diferencias entre los mismos, CNm presentó en promedio menor carga que CN. También se observa que las medias superiores corresponden a las estaciones primavera y verano mientras que las inferiores corresponden en su mayoría a invierno. En cuanto al promedio de la variable carga durante el año CNm fue el que presentó menor con una media de 407 kg de PV.ha<sup>-1</sup> seguido por el tratamiento testigo el cual presentó una carga de 435 kg de PV.ha<sup>-1</sup>, con respecto a los tratamientos fertilizados se observó un incremento de un 65% con 60N y de un 46% para 120N.

Cuadro No. 20. Medias de carga expresados en kg de PV por ha para la interacción entre estación y tratamiento en el año 2015

Carga	ESTACIÓN	Medias	E.E.
60 N	Primavera	925 a	44
120 N	Primavera	827 ab	44
60 N	Verano	805 ab	34
CN	Otoño	684 bc	34
60 N	Otoño	682 bc	34
120 N	Verano	667 bc	34
120 N	Otoño	622 cd	34
CNm	Otoño	580 cde	34
CNm	Verano	466 def	34
60 N	Invierno	454 def	34
120 N	Invierno	425 efg	34
CN	Verano	423 efg	34
CN	Primavera	325 fg	44
CN	Invierno	307 fg	34
CNm	Invierno	300 fg	34
CNm	Primavera	282 g	44

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

#### 4.2.2.2. Año 2016

Para el año 2016 también se analizó el efecto del tratamiento, estación y su interacción sobre las variables de la pastura (MSDi, MSR, MSD, %UT, TC, PN, OF, carga, AD y AR (cuadro No. 16). Al igual que en el año 2015 se encontró un efecto de la estación en todas las variables medidas. A su vez, se observó un efecto significativo del tratamiento sobre las variables MSD, % UT, TC, PN y carga. Para las variables AD y AR se observó un efecto de la interacción tratamiento por estación lo que estaría indicando un cambio de ranking entre los tratamientos a lo largo del año.

Cuadro No. 21. P-valor de cada variable medida para observar el efecto tratamiento, estación y su interacción en el año 2016

	Tratamiento	Estación	Tratamiento*estación
PN	<0,0465	<0,0001	<0,0580
TC	<0,05	<0,0001	Ns
MSDi	Ns	<0,0001	Ns
MSR	Ns	<0,0001	Ns
MSD	<0,0406	<0,0006	Ns
%UT	<0,0269	<0,0001	Ns
OF	Ns	<0,0001	Ns
AD	Ns	<0,0001	<0,006
AR	Ns	<0,0001	<0,009
Carga	<0,0001	<0,0001	Ns

Para la variable PN en el año 2016 se observó un efecto significativo en la interacción tratamiento por estación (*p*-valor <0,0580). Se puede observar (cuadro No. 22) que las producciones invernales fueron inferiores en todos los tratamientos, en CN y CNm en dicha estación fueron los tratamientos con menores PN presentando una media de 329 y 330 kg.ha<sup>-1</sup> de MS respectivamente. Cabe destacar que si bien no presentaron diferencias significativas con los tratamientos fertilizados los mismos obtuvieron una media un 77% inferior a los fertilizados.

Cuadro No. 22. Medias de PN expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada interacción tratamiento para el año 2016

PN	ESTACIÓN	Medias	E.E.
CNm	Verano	2792 a	214
60 N	Verano	2560 ab	214
120 N	Primavera	2528 ab	214
CN	Verano	2329 abc	214
120 N	Verano	2325 abc	214
60 N	Primavera	2236 abc	214
120 N	Otoño	1692 bcd	214
60 N	Otoño	1629 bcd	214
CNm	Primavera	1332 cde	214
CN	Primavera	1309 cde	214
CNm	Otoño	1295 cde	214
CN	Otoño	994 de	214
120 N	Invierno	718 e	214
60 N	Invierno	453 e	214
CNm	Invierno	330 e	214
CN	Invierno	329 e	247

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a la TC para el año 2016 se observa diferencias solamente para la estación (cuadro No. 27) y no para tratamientos. Las que presentaron mayores medias como era de esperar fueron primavera y verano con una media de 25,5 kg.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> de MS, seguidos por otoño e invierno los cuales si bien no presentan diferencia significativa otoño fue casi 3 veces superior a invierno.

Cuadro No. 23. Medias de TC expresados en kg.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2016

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
TC	11 b	4 b	27 a	24 a	3

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En relación a la MSDi, se observaron diferencias significativas también solamente entre las distintas estaciones (cuadro No. 23). Verano y otoño presentaron mayor MSDi promedio con una media de 2816 kg.ha<sup>-1</sup> de MS. En cambio, invierno y primavera fueron las estaciones con menor MSDi. Entre otoño y primavera no se tuvieron diferencias significativas.

Cuadro No. 24. Medias de MSDi expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2016

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
MSDi	2602 ab	2061 c	2495 bc	3029 a	139

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a la MSR se observa (cuadro No. 24) significativamente mayores medias en las estaciones primavera y verano con una media de 1812 kg.ha<sup>-1</sup> de MS en invierno y otoño se obtuvieron un promedio de 1311 kg.ha<sup>-1</sup> de MS.

Cuadro No. 25. Medias de MSR expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2016

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
MSR	1286 b	1336 b	1837 a	1787 a	66

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a la MSD se obtuvo efecto significativo tanto entre tratamientos ( $p$ -valor  $<0,0406$ ) como entre estaciones ( $p$ -valor  $<0,0006$ ). Para el tratamiento (cuadro No. 25), el testigo es decir CN fue inferior con una media de 1041 kg.ha<sup>-1</sup> de MS frente a los tratamientos 120 N y 60 N, pero sin diferencias significativas con el tratamiento CNm. Para las estaciones (cuadro No. 26) se destaca verano y otoño con una media de 1415 kg.ha<sup>-1</sup> de MS en primavera verano se obtuvo una media inferior con un promedio de 1101 kg.ha<sup>-1</sup> de MS.

Cuadro No. 26. Medias de MSD expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada tratamiento en el año 2016

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
MSD	1041 b	1161 ab	1385 a	1445 a	93

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 27. Medias de MSD expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2016

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
MSD	1562 a	776 b	1026 b	1667 a	166

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

La variable %UT tiene diferencias estadísticas tanto para los tratamientos ( $p$ -valor  $<0,0269$ ) como para las estaciones ( $p$ -valor  $< 0,0001$ ). En cuanto a los tratamientos se puede observar (cuadro No. 28) que el CN es el que posee mayor utilización respecto a los tratamientos nitrogenados, pero sin diferencias significativas con CNm. Para la estación se puede observar (cuadro No. 29) que las que poseen mayor utilización son las estaciones de primavera invierno con un promedio de medias 65.5% y las que presentan menor utilización son verano otoño con un promedio de 50.5 % lo que corresponde a un 23% inferior.

Cuadro No. 28. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada tratamiento en el año 2016

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
UT	62 a	61 ab	56 bc	55 c	1

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 29. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada estación en el año 2016

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
UT	48 b	66 a	67 a	53 b	3

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

La variable oferta de forraje presenta diferencia estadística solamente para las estaciones ( $p$ -valor  $<0,0001$ ). Las que presentaron mayores medias (cuadro No. 30) son verano y primavera las cuales tiene como promedio un valor de 7.7 kg de MS cada 100 kg de PV.ha<sup>-1</sup>, seguido de invierno y otoño con un 26% y 46% inferior respectivamente.

Cuadro No. 30. Medias de OF expresados en kg de MS cada 100 kg de PV.ha<sup>-1</sup> para cada estación en el año 2016

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
OF	4.2 c	5.8 b	7.7 a	7.8 a	0.4

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Analizando la altura disponible se puede observar (cuadro No. 31) que hay una diferencia estadística ( $p$ -valor  $<0,0060$ ) en la interacción entre tratamientos por estación, en la cual los tratamientos nitrogenados en primavera presentaron las mayores alturas con un promedio de 16 cm. En verano se obtuvieron las menores alturas de disponible más allá del tratamiento. Acentuándose más esta menor altura en CN donde en dicha estación se obtuvo una media de 7,4 cm.

Cuadro No. 31. Medias de AD expresados en cm para la interacción entre estación y cada estación en el año 2016

AD	ESTACIÓN	Medias	E.E.
120 N	Primavera	17,2 a	0,9
60 N	Primavera	15,7 a	0,9
120 N	Otoño	11,6 b	1
CNm	Primavera	10,9 bc	0,9
120 N	Invierno	10,8 bc	0,8
CN	Invierno	10,8 bc	0,8
CN	Primavera	10,8 bc	0,9
CN	Otoño	10,8 bc	1
60 N	Invierno	10,5 bc	0,8
CNm	Otoño	10,3 bc	1
CNm	Invierno	9,9 bc	0,8
60 N	Otoño	9,8 bc	1
120 N	Verano	8,9 bc	0,8
60 N	Verano	8,1 bc	0,8
CNm	Verano	8,0 bc	0,8
CN	Verano	7,4 c	0,8

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a la AR también se encontró un efecto en la interacción de tratamiento por estación (cuadro No. 32), se puede observar que como era de esperar existe una tendencia a que en primavera tengan un remanente mayor, más aún en los tratamientos nitrogenados.

Cuadro No. 32. Medias de AR expresados en cm para la interacción entre estación y tratamiento en el año 2016

AR	ESTACIÓN	Medias	E.E.
120 N	Primavera	8,7 a	0,6
60 N	Primavera	7,9 ab	0,6
60 N	Invierno	6,7 abc	0,6
120 N	Invierno	6,7 abc	0,6
CNm	Primavera	6,5 abc	0,6
CN	Otoño	6,4 abc	1,8
CN	Primavera	6,0 abcd	0,6
CN	Invierno	6,0 abcde	0,6
120 N	Verano	5,8 abcde	0,7
CNm	Invierno	5,7 bcde	0,6
CNm	Verano	5,6 bcde	0,7
CN	Verano	5,5 bcde	0,7
CNm	Otoño	5,1 bcde	1,8
60 N	Verano	4,9 cde	0,69
60 N	Otoño	3,1 de	1,76
120 N	Otoño	3,0 e	1,76

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Analizando la variable carga, se puede observar diferencias significativas ( $p$ -valor  $<0,0001$ ) tanto entre tratamientos (cuadro No. 33) como entre estaciones (cuadro No 34). En lo que refiere a tratamientos, 120 N fue el que presentó un mayor valor ( $746 \text{ kg de PV.ha}^{-1}$ ) seguido por el nitrogenado 60 N ( $714 \text{ kg PV.ha}^{-1}$ ). El CN presentó menor kg de PV por ha. En cuanto al efecto estación, en otoño se observó una carga mayor con  $760 \text{ kg PV.ha}^{-1}$  promedio, seguido por primavera y verano. Invierno presentó la menor carga de las estaciones con una media de  $566 \text{ kg PV.ha}^{-1}$  promedio.

Cuadro No. 33. Medias de carga expresados en kg de PV.ha-1 para cada tratamiento en el año 2016

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
Carga	520 d	581 c	714 b	746 a	7

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 34. Medias de carga expresados en kg de PV.ha<sup>-1</sup> para cada estación en el año 2016

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
Carga	761 a	566 c	639 b	596 bc	21

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

#### 4.2.2.3. Año 2017

Para el año 2017, también se analizó el efecto del tratamiento, estación y su interacción sobre las variables de la pastura (MSDi, MSR, MSD, %UT, TC, PN, OF, carga, AD y AR (cuadro No. 35). Como resultado se observó un efecto significativo del tratamiento sobre las variables OF y carga. Cabe destacar que no todas las variables están afectadas por el efecto estación como ocurre en los años 2015 y 2016, en dicho año las variables no afectadas por la estación son MSD y TC. En cuanto a las variables carga y AR se observó un efecto de la interacción tratamiento por estación lo que estaría indicando un cambio de ranking entre los tratamientos a lo largo del año.

Cuadro No. 35. P-valor de cada variable medida para observar el efecto tratamiento, estación y su interacción en el año 2017

	Tratamiento	Estación	Tratamiento*estación
PN	Ns	<0,0089	Ns
TC	Ns	Ns	Ns
MSDi	Ns	<0,0002	Ns
MSR	Ns	<0,0001	Ns
MSD	Ns	Ns	Ns
%UT	Ns	<0,0878	Ns
OF	<0,0007	<0,0001	Ns
AD	Ns	<0,0001	Ns
AR	Ns	<0,0001	<0,0524
Carga	<0,0001	<0,0001	<0,0001

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Para la variable PN se observó (cuadro No. 36) un efecto significativo solamente para la estación ( $p$ -valor <0,0089) y no presentó diferencias entre tratamientos. Al analizar lo que ocurre con la producción por estación se puede observar que primavera registró la mayor PN con una media de 3262 en kg.ha<sup>-1</sup> de MS. En cuanto a las otras

estaciones no se diferenciaron significativamente entre las mismas presentando un promedio de aproximadamente 2000 kg ha<sup>-1</sup> de MS.

Cuadro No. 36. Medias de PN expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
PN	1938 b	2192 b	3262 a	1777 b	307

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a la MSDi se observó (cuadro No. 37) que en las estaciones primavera y verano las medias fueron mayores significativamente con un promedio 3000 kg aproximadamente, superando a otoño invierno por más de 600 kg.ha<sup>-1</sup> de MS en promedio.

Cuadro No. 37. Medias de MSDi expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2017

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
MSDi	2402 b	2385 b	3155 a	2858 a	143

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a MSR se observa (cuadro No. 38) que primavera presentó la media más alta (2338 kg.ha<sup>-1</sup> de MS) de las estaciones siendo 33% superior al resto. Las otras estaciones no presentaron diferencias significativas entre ellas con un promedio de 1579 kg.ha<sup>-1</sup> de MS.

Cuadro No. 38. Medias de MSR expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2017

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
MSR	1503 b	1598 b	2338 a	1636 b	100

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Lo que refiere a la %UT (cuadro No. 39) estadísticamente se puede observar ( $p$ -valor <0,0878) que la utilización en primavera fue mayor que en verano, no diferenciándose de invierno y otoño.

Cuadro No. 39. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada tratamiento en el año 2017

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
UT	58 ab	60 ab	67 a	55 b	4.0

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Para OF se encontró diferencias en los distintos tratamientos (cuadro No. 40) diferenciándose CNm y CN con una media de 9,6 kg cada 100 kg de PV por  $ha^{-1}$  de los tratamientos fertilizados donde la media fue 6,55 kg cada 100 kg de PV por  $ha^{-1}$ . En cuanto al efecto de la estación (cuadro No. 41) cabe destacar que no se observó diferencia entre la primavera e invierno con una media de 10,9 de kg de MS cada 100 kg de peso vivo por  $ha^{-1}$ , pero si con el otoño y verano. En verano se obtuvieron las menores OF en promedio de 4,2 kg de MS cada 100 kg de peso vivo por  $ha^{-1}$ .

Cuadro No. 40. Medias de OF expresados en kg cada 100 kg de PV por  $ha^{-1}$  para cada tratamiento en el año 2017

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
OF	9.5 a	9.7 a	6.5 b	6.6 b	0.5

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 41. Medias de OF expresados en kg cada 100 kg de PV por  $ha^{-1}$  para cada tratamiento en el año 2017

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
OF	6.2 b	10.6 a	11.3 a	4.2 c	0.7

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Para la variable altura disponible se observó (cuadro No. 42) diferencia estadística solamente para la estación ( $p$ -valor  $<0.0001$ ). La mayor altura se presentó en primavera con una media de 17 cm seguida por verano 13 cm y por ultimo otoño e invierno con un promedio de medias de 9.7 cm.

Cuadro No. 42. Medias de AD expresados en cm para cada estación en el año 2017

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
AD	9.9 c	9.5 c	17.2 a	13.3 b	0.64

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

La variable AR fue significativamente diferente para la interacción tratamiento por estación ( $p$ -valor  $<0,0524$ ). Se puede observar (cuadro No. 43) que en primavera presenta mayores medias más allá del tratamiento utilizado, también se observó que en la estación invierno las medias tuvieron una tendencia a ser menores sin diferencias significativas con otras estaciones. Los tratamientos no siguen una tendencia específica, por lo que la estación es la que presenta mayor relevancia.

Cuadro No. 43. Medias de AR expresados en cm para la interacción entre estación y tratamiento en el año 2017

AR	ESTACIÓN	Medias	E.E.
120 N	Primavera	13,0 a	0,7
60 N	Primavera	12,6 ab	0,7
CNm	Primavera	12,3 abc	0,7
CN	Primavera	11,6 abcd	0,7
60 N	Otoño	9,6 abcde	3,1
CN	Verano	9,6 abcde	0,9
120 N	Otoño	8,6 bcde	3,1
CNm	Verano	8,4 cde	0,9
CN	Otoño	8,1 de	3,1
CNm	Otoño	7,6 de	3,1
CN	Invierno	6,7 e	0,9
CNm	Invierno	6,5 e	0,9
120 N	Invierno	5,8 e	0,9
120 N	Verano	5,8 e	0,9
60 N	Invierno	5,7 e	0,9
60 N	Verano	5,7 e	0,9

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Para la variable carga se observó diferencia significativa para la interacción tratamiento por estación ( $p$ -valor  $<0,0001$ ). Se puede observar (cuadro No. 44) que los tratamientos nitrogenados en verano presentaron una carga mayor de en promedio 1769

kg de PV.ha<sup>-1</sup>. Cabe destacar que estadísticamente no se observa grandes diferencias entre medias para los demás tratamientos y estaciones. En el promedio del año la carga del CN fue de 590 kg de PV.ha<sup>-1</sup>, mientras que en CNm se incrementó solamente un 4%, en cambio en los tratamientos nitrogenados dicha variable se incrementó más de un 60% en ambos.

Cuadro No. 44. Medias de carga expresados en kg de PV.ha<sup>-1</sup> para la interacción entre estación y tratamiento en el año 2017

Carga	ESTACIÓN	Medias	E.E.
60 N	Verano	1800 a	118
120 N	Verano	1740 a	118
120 N	Primavera	951 b	94
60 N	Primavera	946 b	94
CNm	Verano	938 b	117
CN	Verano	772 bc	117
CN	Otoño	722 bc	117
120 N	Otoño	605 bc	117
60 N	Otoño	590 bc	117
CNm	Otoño	589 bc	117
60 N	Invierno	562 bc	117
CNm	Primavera	550 bc	94
120 N	Invierno	533 bc	117
CN	Primavera	485 bc	94
CN	Invierno	381 c	117
CNm	Invierno	375 c	117

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

#### 4.2.2.4. Año 2018

Para el año 2018, también se analizó el efecto del tratamiento, estación y su interacción sobre las variables de la pastura (MSDi, MSR, MSD, %UT, TC, PN, OF, carga, AD y AR (cuadro No. 45). Como resultado se observó que la mayoría de las variables están afectadas por el tratamiento a no ser MSR, OF Y AR. Al igual que el 2017 no están afectadas todas las variables por el efecto estación como ocurre en los años 2015 y 2016, la variable no afectada por la estación es AD. Para las variables MSDi, MSD, PN, carga y AD se observó un efecto de la interacción tratamiento por estación lo que estaría indicando un cambio de ranking entre los tratamientos a lo largo del año.

Cuadro No. 45. P-valor de cada variable medida para observar el efecto tratamiento, estación y su interacción en el año 2018

	Tratamiento	Estación	Trat*estación
PN	<0,024	<0,0001	0,0020
TC	<0,0014	<0,0001	Ns
MSD <sub>i</sub>	<0,0918	<0,0001	<0,0001
MSR	Ns	<0,0001	Ns
MSD	<0,0230	<0,0001	<0,0241
%UT	<0,0061	<0,0001	Ns
OF	Ns	<0,0002	Ns
AD	<0,0001	Ns	<0,0005
AR	Ns	<0,0001	Ns
Carga	<0,0001	<0,0001	<0,0079

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Para la variable PN se observó efecto significativo en la interacción tratamiento por estación ( $p$ -valor <0,0020). Se observa (cuadro No. 46) que los tratamientos tanto fertilizados como mejorados con leguminosas fueron superior al CN en casi todas las estaciones, exceptuado en otoño donde los tratamientos fertilizados presentaron una producción menor al CN. Las máximas producciones se dieron en primavera y verano, mientras que las mínimas en invierno. Los tratamientos fertilizados en invierno obtuvieron en promedio una producción más de 12 veces superior, mientras que el mejorado fue 6 veces superior al CN.

Cuadro No. 46. Medias de PN expresados en kg.ha<sup>-1</sup> para cada interacción tratamiento por estación para el año 2018

PN	ESTACIÓN	Medias	E.E.
CNm	Verano	4032 a	336
120 N	Primavera	3943 a	336
60 N	Primavera	3488 ab	336
CNm	Primavera	2735 abc	336
120 N	Verano	2088 bcd	336
CNm	Otoño	2029 bcd	336
60 N	Verano	1964 bcd	336
CN	Otoño	1916 bcd	336
CN	Primavera	1884 bcd	336
CN	Verano	1838 bcd	336
120 N	Otoño	1792 bcd	336
60 N	Otoño	1738 cde	336
120 N	Invierno	1045 cde	336
60 N	Invierno	634 de	336
CNm	Invierno	439 de	388
CN	Invierno	69 e	475

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Para la variable en estudio TC se observó diferencia significativa tanto para tratamiento y como para estación ( $p$ -valor  $<0,0014$  y  $p$ -valor  $<0,0001$  respectivamente). Para los tratamientos se puede apreciar (cuadro No. 50) que 120N y CNm no tienen diferencias significativas entre ellos presentando los valores superiores de medias seguidos por el tratamiento 60N y por último el CN. En cuanto a las distintas estaciones (cuadro No. 51) los datos superiores están dados por dos estaciones primavera y verano con un promedio de medias de 35 kg.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> de MS y por ultimo las estaciones de otoño e invierno que presentan un promedio de medias de 12.5 kg.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> de MS.

Cuadro No. 47. Medias de TC expresados en kg.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2018

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
TC	18.5 c	28.3 ab	23.2 bc	29.4 a	1.4

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 48. Medias de TC expresados kg.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2018

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
TC	17.6 b	8.6 b	39.3 a	31.7 a	3

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En la variable MSDi se observó diferencias estadísticas en interacción tratamiento por estación ( $p$ -valor  $<0.0001$ ). Se puede observar (cuadro No. 47) que las interacciones que presentaron las medias más altas expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS fueron las que no tenían al invierno como estación, colocándose dichas interacciones con esta estación en los valores más inferiores de medias. Cabe resaltar que el tratamiento no sigue un patrón específico.

Cuadro No. 49. Medias de MSDi expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2018

MSDi	ESTACIÓN	Medias	E.E.
CNm	Verano	3586 a	182
120 N	Primavera	3583 a	199
CN	Otoño	3257 ab	199
CNm	Otoño	3218 ab	199
60 N	Primavera	3186 ab	199
60 N	Otoño	2840 abc	199
120 N	Otoño	2796 abc	199
CN	Verano	2548 abcd	182
CNm	Primavera	2545 bcd	199
120 N	Verano	2519 bcd	182
60 N	Verano	2444 bcd	182
120 N	Invierno	2055 cde	217
CN	Primavera	1953 cdef	199
60 N	Invierno	1786 def	217
CNm	Invierno	1402 ef	217
CN	Invierno	1139 f	217

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En el análisis de la materia MSR solamente presentó diferencias significativas para las estaciones ( $p$ -valor  $<0,0001$ ). Se observa (cuadro No. 48) que primavera presentó la media más alta (2009 kg por ha<sup>-1</sup> de MS), sin diferencia significativa con verano. Como era de esperar invierno fue la estación con menor MSR (1121 kg por ha<sup>-1</sup> de MS).

Cuadro No. 50. Medias de MSR expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2018

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
MSR	1563 b	1121 c	2009 a	1812 ab	129

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Para la variable materia seca desaparecida se observó diferencias en interacción tratamiento por estación ( $p$ -valor  $<0,0241$ ). Se puede observar (cuadro No. 49) que

existe una tendencia que se diferencia estadísticamente donde invierno presenta menor desaparecido mientras que en otoño ocurre lo contrario más allá del tratamiento.

Cuadro No. 51. Medias de MSD expresados en kg.ha<sup>-1</sup> de MS para cada estación en el año 2018

MSD	ESTACIÓN	Medias	E.E.
CNm	Otoño	2166 a	242
CNm	Verano	2010 ab	245
CN	Otoño	1789 abc	242
120 N	Primavera	1662 abc	242
60 N	Primavera	1651 abc	242
60 N	Otoño	1621 abc	242
120 N	Otoño	1541 abc	242
CNm	Primavera	1444 abcd	264
120 N	Verano	1194 abcde	223
60 N	Verano	1096 abcde	223
120 N	Invierno	986 bcde	264
CN	Verano	828 cde	223
60 N	Invierno	743 cde	264
CN	Primavera	715 cde	242
CNm	Invierno	419 de	264
CN	Invierno	177 e	264

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Para la variable %UT presenta diferencias estadísticas para el modelo tanto para los tratamientos (p-valor <0,0061) como para las estaciones (p-valor <0,0001). En cuanto a los tratamientos se observa (cuadro No. 52) que CN presenta mayor utilización con una media de 68 %, lo siguen 120N, 60N y CNm sin diferencias significativas con un promedio de 55%. Invierno presentó %UT más elevado 70%, seguido de primavera sin diferencias estadísticas, pero si con verano y otoño la cual presentó la menor utilización con un promedio de 46%.

Cuadro No. 52. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada tratamiento en el año 2018

Tratamiento	CN	CNm	60 N	120 N	E.E.
UT	68.2 a	55.2 b	56.9 b	57.3 b	2

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 53. Medias de %UT expresados en % de MS consumida para cada estación en el año 2018

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
UT	47 c	70 a	61 ab	60 b	3

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

La variable oferta de forraje presentó diferencia estadística en las estaciones (cuadro No. 54) con un p-valor  $<0,0002$ . Presentó la mayor oferta en las estaciones de verano y primavera con un promedio de 7,66 kg cada 100 kg PV seguido de las estaciones otoño e invierno con un promedio de 5,4 kg cada 100 kg de PV.

Cuadro No. 54. Medias de OF expresados en kg cada 100 kg de PV por ha para cada estación en el año 2018

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
OF	5.8 b	4.9 b	7.7 a	7.7 a	0.5

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto al variable AD como era de esperar se observó (cuadro No. 55) que invierno fue la estación con menor AD más allá del tratamiento con una media 5,6 cm. A su vez se puede concluir que otoño más allá del tratamiento siempre tuvo mayor AD.

Cuadro No. 55. Medias de AD expresados en cm para la interacción tratamiento por estación en el año 2018

AD	ESTACIÓN	Medias	E.E.
CNm	Verano	21,0 a	1,3
CNm	Otoño	18,2 ab	1,5
CN	Otoño	17,4 abc	1,5
60 N	Otoño	16,3 abc	1,5
120 N	Otoño	15,8 abc	1,5
CN	Verano	13,1 bcd	1,3
120 N	Primavera	13,0 bcd	1,5
120 N	Verano	12,9 bcd	1,3
60 N	Verano	12,5 bcd	1,3
60 N	Primavera	11,1 cdefg	1,6
CNm	Primavera	8,1 defgh	1,5
120 N	Invierno	6,3 defgh	1,6
CN	Primavera	5,9 fgh	1,5
60 N	Invierno	5,4 gh	1,6
CNm	Invierno	4,3 h	1,6
CN	Invierno	3,8 h	1,6

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto a la AR se observó (cuadro No. 56) que fue mayor en verano y otoño con una media de 10,7 cm, diferenciándose de la primavera por 4,3 cm. Invierno por error experimental no se presentó el dato.

Cuadro No. 56. Medias de AR expresados en cm para cada estación en el año 2018

Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	E.E.
AR	10.3 a	Sin dato	6.4 b	11.0 a	0.5

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Para la variable carga se observó (cuadro No. 57) efecto interacción tratamiento por estación. Los tratamientos nitrogenados excepto en la estación invierno fueron los que presentaron mayores medias diferenciándose significativamente con los tratamientos CN en su mayoría a excepción en otoño que no se diferencia significativamente de otros nitrogenados. El CN presentó la carga más baja de los tratamientos en promedio durante el año con una media de  $523 \text{ kg de PV.ha}^{-1}$  seguido de CNm con una carga de  $631 \text{ kg de PV.ha}^{-1}$ .

PV.ha<sup>-1</sup>, los tratamientos que presentaron mayor carga fueron los nitrogenados ambos con 782 kg de PV.ha<sup>-1</sup>.

Cuadro No. 57. Medias de carga expresados en kg de PV por ha para la interacción de tratamiento por estación en el año 2018

Carga	ESTACIÓN	Medias	E.E.
60 N	Verano	902 a	47
120 N	Verano	890 ab	47
120 N	Primavera	889 ab	51
60 N	Primavera	872 ab	51
CNm	Otoño	783 abc	51
60 N	Otoño	752 abc	51
CNm	Verano	740 abc	47
120 N	Otoño	731 abc	51
CN	Otoño	662 bcd	51
120 N	Invierno	617 cde	56
60 N	Invierno	600 cde	56
CN	Verano	571 cde	47
CNm	Primavera	569 cde	51
CN	Primavera	466 de	51
CNm	Invierno	430 de	56
CN	Invierno	394 e	56

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

#### 4.2.3. Producción secundaria

Para evaluar la producción secundaria se tomó la variable GMD, expresados en kg de PV por animal. Para el promedio del período evaluado se realizó un modelo para ver el efecto de la variable sobre las distintas estaciones, tratamientos y la interacción de los mismos donde se observó un efecto en la interacción tratamiento por estación ( $p$ -valor <0,02).

Cuadro No. 58. P-valor de cada variable medida para observar el efecto tratamiento, estación y su interacción para GMD

GMD	Estación	Tratamiento	Trat*estación
<0,0001		<0,05	<0,02

En cuanto a esta variable GMD (cuadro No. 59) como era de esperar se observó un efecto en la interacción tratamiento por estación lo cual indica que hay un cambio de ranking. El tratamiento testigo fue el que obtuvo una media menor en la mayoría de las estaciones excepto en verano donde el mismo fue superior a los tratamientos fertilizados. En cuanto al tratamiento CNM se presenció que fue el tratamiento más estable a lo largo del año en las distintas estaciones, estando siempre por encima del testigo, y en excepciones por encima de los fertilizados presentando una GMD promedio durante el año de 0,55 kg por animal por día lo que representa un 45% más que el testigo. Los tratamientos fertilizados tanto 120N como 60N aumentaron dicha variable en un 26 y 29% promedio respectivamente frente al testigo. Las producciones en invierno si bien no presentaron diferencias significativas con el testigo se observó aumentos de entre 7 y 17 veces más de GMD.

Cuadro No. 59. Medias de kg GMD expresados en kg PV por animal a interacción de tratamiento por estación en el promedio de los años

Tratamiento	Estación	Medias
60N	Primavera	0,95 a
CNM	Primavera	0,92 a
120N	Primavera	0,76 ab
CNM	Verano	0,71 abc
CN	Verano	0,64 abcd
CN	Primavera	0,64 abcd
120N	Otoño	0,47 bcde
60N	Verano	0,46 bcde
CNM	Otoño	0,42 bcdef
120N	Verano	0,35 bcdef
120N	Invierno	0,34 bcdef
60N	Otoño	0,29 cdef
60N	Invierno	0,27 def
CN	Otoño	0,23 def
CNM	Invierno	0,14 ef
CN	Invierno	0,02 f

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

## 4.3. RESUMEN DE RESULTADOS

### 4.3.1. Caracterización de la producción primaria

Cuadro No. 60. Medias de PMS expresados en kg.ha.año

Años	2015	2016	2017	2018
PMS kg.ha.año	8949 a	6191 b	9171 a	7872 a

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En cuanto al efecto del tratamiento, año y su interacción sobre la variable PMS, se observó (cuadro No. 60) que el año 2016 presentó una media significativamente menor al resto de los años.

Cuadro No. 61. Medias de PMS expresados en kg.ha.año por la interacción de los distintos tratamientos

Tratamiento	CN	CNm	60N	120N
PMS kg.ha.año	6266 b	8244 a	8755 a	8937 a

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 62. Medias de tratamientos por años de PMS expresados en kg.ha.año

Tratamiento	CN	CNm	60N	120N
2015	6876 b	9004 ab	11532 a	10764 a
2016	5200 b	5744 ab	6876 ab	7260 a
2017	8068 a	9576 a	9504 a	9528 a
2018	6480 b	9732 a	7820 ab	8864 a

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En promedio del periodo en evaluación se incrementó la PMS para los tratamientos nitrogenados sin diferencias significativas con el tratamiento con leguminosas (cuadro No. 61). Al analizar por año (cuadro No. 62) se observó que para CNm dicho incremento se dio en el último año en estudio diferenciándose al tratamiento testigo.

#### 4.3.2. Caracterización de producción secundaria

Cuadro No. 63. Medias de kg GMD expresados en kg PV por animal a interacción de tratamiento por estación en el promedio de los años

Tratamiento	Estación	Medias
60N	Primavera	0,95 a
CNM	Primavera	0,92 a
120N	Primavera	0,76 ab
CNM	Verano	0,71 abc
CN	Verano	0,64 abcd
CN	Primavera	0,64 abcd
120N	Otoño	0,47 bcde
60N	Verano	0,46 bcde
CNM	Otoño	0,42 bcdef
120N	Verano	0,35 bcdef
120N	Invierno	0,34 bcdef
60N	Otoño	0,29 cdef
60N	Invierno	0,27 def
CN	Otoño	0,23 def
CNM	Invierno	0,14 ef
CN	Invierno	0,02 f

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 64. Medias de kg GMD expresados en kg PV por animal a interacción de tratamiento

Tratamiento	CN	CNm	60N	120N
GMDkg.anim.dia	0.38 b	0.55 a	0.49 ab	0.48 ab

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Para la variable GMD (cuadro No. 63) cabe destacar que el tratamiento CNm fue superior al testigo en todas las estaciones. En verano el testigo supera a los tratamientos fertilizados. En invierno si bien no hubieron diferencias significativas se puede observar que al fertilizar o introducir leguminosas al CN aumenta 0,300 kg y 0,140 kg por animal por día respectivamente.

Cuadro No. 65. Medias de carga expresados en kg de PV por ha

Tratamiento	CN	CNm	60N	120N
2015	1736 c	1624 c	2864 a	2540 b
2016	2092 c	2320 b	3124 a	3124 a
2017	2356 b	2448 b	3896 a	3828 a
2018	2092 c	2520 b	3124 a	3124 a

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

Cuadro No. 66. Medias de OF expresada en kg MS cada 100 kg de PV animal en la interacción año por tratamiento

Tratamiento	CN	CNm	60N	120N
2015	10.5 a	10.8 a	7 b	8.2 ab
2016	c	b	a	a
2017	9.5 a	9.7 a	6.5 b	6.6 b
2018	c	b	a	a

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ). EE: error estándar.

En lo que refiere a la variable carga (cuadro No. 65) los tratamientos nitrogenados incrementaron la carga al primer año con más de 50 % frente al testigo. En cuanto a CNm se observó una menor respuesta observándose al último año aumentos de 20%. Para la variable OF se observó (cuadro No. 66) menores valores en los tratamientos nitrogenados lo que en parte permitió incrementar la carga en kg de PV por ha.

## 5. DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados observados para el efecto año en la variable PN las diferencias entre años pudo deberse a que al inicio del 2016 hubo un déficit hídrico de 60mm (figura No. 6), luego del mismo en el mes de abril se cuadruplicó las precipitaciones comparado al promedio histórico generando un exceso hídrico de 650 mm,. A su vez, en los últimos 4 meses del año se volvió a un déficit hídrico. En lo que refiere a los distintos tratamientos el fertilizado con 120N concuerda con los resultados presentados por Rodríguez Palma (1998) el cual afirma que en campos de basalto con fertilizaciones en otoño invierno con 100 kg/ha/año de N aumenta un 44% la producción del campo natural. En cambio, para el tratamiento CNm los resultados observados fueron menores a los esperados tanto para Berretta (1998a) el cual afirma que el rendimiento de las pasturas mejoradas en algunos casos fue entre 50 al 100 veces superior al campo natural. A su vez también fue inferior para Carámbula (1992, 2008), el cual observó que los mejoramientos en cobertura por leguminosas logran triplicar la producción del campo natural.

Para el año 2015 se observó que los tratamientos nitrogenados presentaron TC y una PN 60% superior al resto de los tratamientos esto está acompañado de que la MSD fue significativamente mayor al resto de los tratamientos debido a un consumo superior y también de mayor altura remanente ofreciendo una mejor IAF y accesibilidad de forraje, esto fueron similares a los presentados en los experimentos de Rodríguez Palma (1998) donde el tratamiento fertilizado supera al campo natural por un 44%. Estos resultados eran de esperar según Boggiano et al. (2005), Álvarez et al. (2013) los cuales afirman que al fertilizar y ajustar la OF disminuyendo a medida que se aumenta la dosis de nitrógeno aseguran una mayor producción. En cuanto a CNm al encontrarse en segundo año de mal implantado en el 2014 según Gallinal et al. (2016) y primer año de una siembra al voleo no se consiguió los niveles de producción para igualar a los fertilizados, aunque si fue mayor a los de CN.

En cuanto a las estaciones se esperaba que primavera sea la estación con mayor PN debido a la localización del experimento, sin embargo, en 2015, las producciones de verano y otoño superaron a las de primavera. Dicha disminución de la producción primaveral pudo haber estado influenciada por los menores disponibles y menores remanentes, mayor desaparecido, lo que hace que luego de un pastoreo a igual tiempo de descanso se llegue más tarde al IAF crítico en el cual se obtengan mayores TC debido a que se capta con mayor efectividad la radiación, al ser más baja TC también fue baja la PN.

El año 2016 presentó una primavera con déficit hídrico. En gran parte del año se observó interacción tratamiento por estación para la variable PN, estas fueron superiores en los tratamientos fertilizados en todas las estaciones exceptuando invierno. En

primavera y verano se registraron mayores TC, esto puede ser debido a que al agregar nitrógeno mineral o siembra de leguminosas en mejoramientos se favorece la producción y distribución de forraje, debido a cambios estructurales en la composición botánica (Bemhaja, 1994a). Exceptuando un caso en verano donde hay un cambio de ranking con el tratamiento 120 N el cual en dicha estación dentro de los tratamientos es menor que CN esto si bien no se estudió en dicho experimento composición botánica pudo haber estado influenciado a que cuando se fertiliza en otoño invierno los campos alteran la estacionalidad estimulando el rebrote y crecimiento de especies invernales además de que pospone el fin del período vegetativo de las estivales.

Para el año 2017 en particular ocurre que los tratamientos, comienzan a estabilizarse y las producciones se ven incrementada notoriamente con las fertilizaciones y los mejoramientos, en cuanto al clima comenzó con un verano luego de una primavera con déficit hídrico por lo que pudo haber repercutido en los resultados. Se puede observar una tendencia común en primavera en las variables MSDi, MSR, AD y AR que se encuentra con los mayores registros seguido del resto de las estaciones sin diferencias notoriamente marcadas, esto lleva a que las mayores OF se den en primavera e invierno, por último, otoño y verano.

En cuanto al efecto de las estaciones como era de esperar primavera fue la que presentó mayor PN, seguido de invierno, otoño y verano este orden por lo general no ocurre, debido a las TC promedio por estación en la mayoría de los años. Esto se puede explicar debido a las OF manejadas en dichos períodos las cuales no son las recomendadas debido a que estas fueron manejadas entre 4 y 6 para verano otoño. Según Moojen, citado por Maraschin (1998) la variación en la presión de pastoreo condiciona las diferentes cantidades de materia seca o residuo por área. Las ofertas de forraje en torno al 12,0 % corresponden a la mejor estimativa de potencial de producción de producto animal de la pastura.

Para el año 2018 se observó que la mayor PN y TC se dio en los tratamientos fertilizados y mejoramiento con leguminosas, acompañado de las estaciones primavera y verano, los tratamientos fertilizados en invierno obtuvieron en promedio una producción más de 12 veces superior, mientras que el mejorado fue 6 veces superior al CN. Esto es debido a la historia previa a lo largo de este experimento, en el último año en estudio era de esperar que la PN sea superior en los tratamientos fertilizados y en el mejoramiento, según (Bemhaja et al., 1994b) se eleva el N del suelo haciendo que haya un cambio estructural en la composición botánica de las comunidades, provocando una mayor TC y una mayor PN, a su vez mejora la distribución de forraje en las estaciones.

Los resultados obtenidos de GMD de los tratamientos CN y CNm en las diferentes estaciones a lo largo del experimento no llegaron a los mencionados por Scholl et al., citados por Correa y Alvim Silva (1994) los cuales afirman que se pueden

obtener ganancias de pesos hasta 5 veces mayores que el tratamiento testigo, debido al aumento en producción de forraje a lo largo del año con la introducción de leguminosas.

En cuanto a la producción secundaria reflejada en la variable GMD se observó aumentos de 45% con la introducción de leguminosas y de entre 26 a 29% en los tratamientos fertilizados. La variable GMD depende de la cantidad y calidad de forraje además de otros factores los cuales no se estudió, Por lo que se puede presumir que si a ofertas constantes en los tratamientos la diferencia en GMD está relacionada con la calidad de la dieta por lo tanto se puede presumir que los resultados demostraron que las intervenciones sobre campo natural aumentaron la calidad de la pastura lo que coincidió con Zamalvide (1994) el cual afirma que dicho aumento se da por mayor contenido de N, P y por un afinamiento de las pasturas. También Bemhaja et al. (1994b) encontraron que tanto la introducción de leguminosas como el agregado de N mejoran la calidad de la pastura.

En cuanto a la GMD registradas en invierno si bien no se observaron diferencias significativas de los tratamientos frente al testigo se puede observar que al fertilizar se aumenta en promedio 0,300 kg por animal por día. Por otra parte, se observó que al introducir de leguminosas al campo natural aumenta 7 veces las GMD con una media de 0,140 kg por animal por día esto concordó con Ayala y Carámbula (1996) los cuales afirman que en el campo natural mejorado registraron ganancias de hasta 0,123 kg por animal por día.

## 5.1. CONSIDERACIONES FINALES

La alteración al campo natural mediante el agregado de fertilizante nitrogenado o agregado de leguminosas conjunto con fertilización fosfatada, alteran la estacionalidad de las pasturas, aumentan la producción neta de materia seca, permite aumentos en la carga, también, se puede presumir que aumentan la calidad de la pastura, a su vez, aumentan la producción secundaria expresada en GMD.

En cuanto a la variable PN en el promedio de los años en estudio, el tratamiento con mayor respuesta fue 120N con un incremento de 43%, seguido por el tratamiento 60N donde se aumentó 40%, por ultimo con una respuesta de 30% el tratamiento CNm.

Los efectos del agregado de nitrógeno en PN son instantáneos, con un aumento de más de 40% en el año 2015, mientras que los del mejoramiento con leguminosas presentaron mayores respuestas en los últimos años del experimento donde se obtuvo una respuesta en la variable PN por encima del 60% lo cual superó a los efectos de los tratamientos fertilizados, donde en 2018 presentaron producciones de entre 40 y 55%

superiores al CN. Al igual que PN en los tratamientos fertilizados la variable carga se vio incrementada instantáneamente con un aumento en el primer año de 46% y 65% con 120N y 60N respectivamente, mientras que para el tratamiento CNm dicho incremento se observó más acentuado en el último año de estudio donde se obtuvo un incremento de 20%.

La producción invernal se vio incrementada en la mayoría de los años, este efecto se incrementó al final del experimento donde CNm superó por 6 veces al CN y los tratamientos fertilizados superaron por más de 9 veces.

En GMD se obtuvieron ganancias individuales que superaron un 45% al CN con la introducción de leguminosas y la fertilización fosfatada, en cambio los tratamientos con agregado de fertilizante nitrogenado presentaron aumentos de entre 26% y 29% en 120N y 60N respectivamente.

## **6. CONCLUSIONES**

Se observó que al alterar el CN se incrementa la producción primaria durante el período evaluado (2015 al 2018) para la variable PN se presentaron incrementos en CNm de 30% en el promedio del período donde el último año en estudio presentó una respuesta de 62% superando la producción de los tratamientos fertilizado, en cuanto a estos últimos mencionados se observaron incrementos de 40% anuales, obteniendo variación entre años. En cuanto a la velocidad de respuesta al fertilizar instantáneamente se observan respuestas, lo cual no ocurre con el tratamiento CNm el cual su valor máximo se dió el último año estudiado.

En cuanto a la producción secundaria, se observó incrementos en la GMD por animal, estos fueron más elevados en CNm obteniendo un valor de GMD que superó al testigo por 45 %, en cambio en los tratamientos nitrogenados se observó respuestas de 29% en 60N y de 26 en 120N. A su vez si se observa los incrementos en la carga donde los tratamientos nitrogenados permitieron incrementos de más de 50%, en cambio para CNm solo se observó un incremento de un 8% en promedio del período, aunque en el último año presentó un 21% más de carga se puede presumir que dicho valor se incrementa a lo largo del tiempo debido a la menor velocidad de respuesta que presenta dicho tratamiento.

En cuanto a la estacionalidad de la pastura al alterar el CN se incrementó la producción invernal más aún en los tratamientos fertilizados donde se obtuvieron en el año 2016 hasta 15 veces más de PN. Para el mejoramiento con leguminosas en ese año se observó aumento de más de 6 veces de PN. Algo similar ocurre con la GMD donde se aumenta 7 veces para el tratamiento CNm y aproximadamente 15 veces para los tratamientos fertilizados.

No se obtuvieron grandes diferencias entre los tratamientos nitrogenados, incluso en variables como GMD y carga el tratamiento 60N superó al 120N lo cual permite concluir que en dichas condiciones no se justifica aplicar el doble de fertilizante.

## 7. RESUMEN

El experimento se realizó en UdelarR. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental "Mario A. Cassinoni"), que se encuentra ubicada sobre el km 363 de la ruta General Artigas, departamento de Paysandú, Uruguay ( $32^{\circ} 20' 9''$  latitud Sur y  $58^{\circ}$  longitud Oeste, 61 ms. n. m.) en el potrero 18. El período de evaluación fue desde 2015 hasta 2018. El objetivo general del presente trabajo es evaluar la respuesta de una pastura natural al agregado de nitrógeno e incorporación de leguminosas en términos de productividad expresado en MS y productividad secundaria. El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones en las cuales se evaluaron un testigo sin intervención, dos niveles de N, 60 y 120 kg/ha de N, y un mejoramiento con leguminosas de *Lotus tenuis* cv Matrero y *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116, siendo los tres tratamientos fertilizados con 40 kg/ha de P2O5 anualmente. Las variables analizadas fueron producción primaria y secundaria expresadas GMD y carga en kg de PV por ha. Se observó que al alterar el campo natural mediante la fertilización nitrogenada o el agregado de leguminosas se incrementa la PMS, hasta un 40%, a su vez permite aumentos en la carga de alrededor un 50% en los tratamientos fertilizados, para el CNm se presentaron aumentos en el último año de 20%. En cuanto a la GMD se observó incrementos en CNm de 45% mientras que para los fertilizados de hasta 29%. En cuanto a la estacionalidad ambos tratamientos permitieron disminuir el déficit de forraje invernal incrementando en el año 2018 hasta 15 veces más en 120N. Se puede concluir que los mejoramientos de CN ya sean con fertilizantes nitrogenados o mejoramientos con leguminosas conjunto con fertilizaciones fosfatadas permiten aumentar la productividad.

Palabras clave: Campo natural; Mejoramientos; Leguminosas; Fertilización; Gramíneas; Producción neta de materia seca; Ganancia media diaria; Carga.

## 8. SUMMARY

The experiment took place in the UdelaR. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental "Mario A.Cassinoni"), which is located at the km 363 of the General Artigas route, Paysandú department, Uruguay ( $32^{\circ} 20' 9''$  South latitude and  $58^{\circ}$  West longitude, 61 ms. Nm) in the 18th. paddock. The evaluation period was between the years of 2015 to 2018. The general objective of this investigation is to evaluate the response of a natural pasture to the addition of nitrogen and the incorporation of legumes in terms of productivity expressed in dry matter (DM) and secondary productivity. The experimental design was in complete random blocks, with four repetitions each. There was a control block without intervention, two blocks with levels of N, 60 and 120 kg / ha of N, and an improvement block with legumes of *Lotus tenuis* cv Matrero and *Trifolium pratense* cv. Estanzuela, the last three treatments being fertilized with 40 kg/ha of P2O5 annually. The variables analyzed were primary and secondary production expressed average daily gain and animal load in kg of live weight (LW) per ha. It was observed that when altering the natural field by means of nitrogen fertilization or the addition of legumes, the net production (NP) is increased up to 40%, also, it allows animal load increases of around 50% in the fertilized treatments and for the improved natural field (NFi) there were increases in the last year of 20%. Expressed in average daily gain, increases in NFi of 45% were observed while for fertilized ones of up to 29%. In terms of seasonality, both treatments made it possible to reduce the deficit of winter forage, increasing in 2018 up to 15 times more in 120N.

Keywords: Natural field; Improvements; Legumes; Fertilization; Grasses; Net dry matter production; Average daily gain; Animal load.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

1. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
2. Álvarez, M.; Álzaga, G.; Nopitch, 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. Amarante, O.; López, J.; Terra, J. 1995. Efecto de las características de la pastura natural durante gestación avanzada sobre el estado corporal al parto en vacas Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 57 p.
4. 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).
5. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1996. Mejoramientos extensivos en la región Este: manejo y utilización. In: Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 177-182 (Serie Técnica no. 80).
6. \_\_\_\_\_.; Bermúdez, R. 2012a. Fertilización fosfatada en pasturas. In: Mesones, B. ed. 21 años de investigación: recopilación 1991-2011 pasturas, producción animal. Montevideo, INIA. 1 disco compacto, pp. 49-59.
7. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Carámbula, M. 2012b. Manejo y utilización de mejoramientos extensivos. In: Mesones, B. ed. 21 años de investigación: recopilación 1991-2011 pasturas, producción animal. Montevideo, INIA. 1 disco compacto, pp. 70-89.
8. Azanza, A.; Panizza, R.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 91 p.

9. Bemhaja, M. 1994a. Fertilización nitrogenada en sistemas ganaderos. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 49-56 (Serie Técnica no. 51).
10. \_\_\_\_\_.; Berretta, E. J.; Brito, G. 1994b. Respuesta a la fertilización nitrogenada de campo natural en Basalto profundo. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campos (14<sup>a</sup>, 1994, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 119-122 (Serie Técnica no. 94).
11. \_\_\_\_\_. 1998a. Caracterización de mejoramiento de campo bajo diferentes cargas con novillos durante tres años. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 83-90 (Serie Técnica no. 102).
12. \_\_\_\_\_. 1998b. Mejoramiento de campo: manejo de leguminosas. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 53-61 (Serie Técnica no. 102).
13. Bermúdez, R 2012. Implantación de mejoramientos. In: Mesones, B. ed. 21 años de investigación: recopilación 1991-2011 pasturas, producción animal. Montevideo, INIA. 1 disco compacto, pp. 17-24.
14. Berretta, E.; Levratto, J. C. 1990a. Estudio de la dinámica de una vegetación mejorada con fertilización e introducción de especies. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2<sup>o</sup>, 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 197-203.
15. \_\_\_\_\_.; Formoso, D.; Carbalal, C. M.; Fernández, J.; Gabachutto, I. R. 1990b. Producción y calidad de diferentes especies forrajeras nativas en condiciones de campo. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2<sup>o</sup>, 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 49-62.
16. \_\_\_\_\_. 1996. Campo natural: valor nutritivo y manejo. In: Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 113-127 (Serie Técnica no. 80).
17. \_\_\_\_\_. 1998a. Efecto del pastoreo y de la introducción de especies en la evolución de la composición botánica de pasturas naturales. In: Seminario

de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 91-96 (Serie Técnica no. 102).

18. \_\_\_\_\_.; Levratto, J. C.; Risso, D.; Zamit, W. 1998b. Mejoramiento de campo natural de Basalto fertilizado con nitrógeno y fósforo. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 63-73 (Serie Técnica no. 102).
19. \_\_\_\_\_.; Risso, D.; Ayala, W.; Bermúdez, R. 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, INIA. pp. 61-73 (Serie Técnica no. 151).
20. Boggiano, P.; Zanoniani, R.; Millot, J. C. 2005. Respuestas del campo natural a manejos con niveles crecientes de intervención. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 105-123 (Serie Técnica no. 151).
21. Brum, S.; De Stefani, A. 1998. Efecto de la fertilización N-P sobre la productividad de un campo natural de la región basáltica. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 99-100.
22. Bueno, E.; Soares, A.; Mezzalira, J.; Tirelli, L.; Zotti, F.; Marceniuk, L.; Lorenzatto, H. 2004. Intensidades de pasteojo em campo nativo melhorado. 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<sup>a</sup>, 2004, Salto). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 322-323.
23. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
24. \_\_\_\_\_. 1992. Mejoramientos extensivos: fundamentos. In: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E. eds. Mejoramientos extensivos en la región Este: resultados experimentales 1991-1992. Montevideo, INIA. pp. 12-16 (Actividades de Difusión no. 75).

25. \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
26. \_\_\_\_\_. 1998. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 5-45.
27. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
28. \_\_\_\_\_. 2007. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
29. \_\_\_\_\_. 2008. Pasturas naturales mejoradas. 2<sup>a</sup>. ed. Montevideo, Hemisferio Sur. 530 p.
30. Correa, F.; Alvim Silva, L. 1994. Carga e ganho animal em campo nativo melhorado. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campos (14<sup>a</sup>., 1994, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 91-93 (Serie Técnica no. 94).
31. De Brum, E. 2004. Descripción de mejoramientos de campo con trébol blanco y lotus en el departamento de Artigas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 118-119.
32. Duhalde, M.; 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. pp. 113-119.
33. Durán, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 47-64.
34. Escudero, J.; Morón, A. 1978. Caracterización de la capacidad de fijación de fósforo de distintos suelos del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
35. Formoso, D.; Gaggero, C. 1990. Efecto del sistema de pastoreo y la relación ovino/vacuno sobre la producción de forraje y la vegetación del campo natural nativo. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2<sup>o</sup>., 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 326-334.

36. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal. 16 (2):119-142.
37. Gallinal, J.; García Pintos, R; García Pintos, F. 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. 107 p.
38. García Petillo, M. 2012. Conceptos básicos para el manejo y diseño de riego. In: Seminario Internacional Riego en Cultivos y Pasturas (2º., 2012, Salto, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Grupo Desarrollo de Riego. pp. 23-32.
39. Haydock, K.; Shaw, 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.
40. Izaguirre, P. 1995. Especies indígenas y subespontáneas del género *Trifolium* L. (Leguminosae) en el Uruguay. Montevideo, INIA. 22 p. (Serie Técnica no. 58).
41. Jia, X.; Dukes, M. D.; Jacobs, J. M. 2009. Bahiagrass crop coefficients from eddy correlation measurements in central Florida. Irrigation Science. 28(1):5-15.
42. Lubertiaga, J.; Robuschi, M. 2019. Respuesta a la intervención de un camponatural sobre la producción primaria y composición botánica. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.
43. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay. Esc. 1:1.000.000.
44. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: descripción de las unidades de suelos. Montevideo, Uruguay. t.3, 452 p.
45. Maraschin, G.; Almeida, E.; Harthmann, O. 1997. Pasture dynamics of Mottdwarf elephant grass as related to animal performance. In: International Grassland Congress (18<sup>th</sup>., 1997, Saskatchewan). Proceedings. Saskatchewan, Canada, s.e. pp. 25-26.

46. \_\_\_\_\_. 1998. Utilização, manejo e produtividade das pastagens nativas da regiõesul do Brasil. In: Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos de Corte (3º., 1998, Canoas, RS, Brasil). Ênfase, manejo e utilização sustentável de pastagens: anais. Canoas, s.e. pp. 29-39.
47. Mas, C. 1992. Mejoramientos extensivos: antecedentes. In: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E. eds. Mejoramientos extensivos en la región Este: resultados experimentales 1991-92. Montevideo, INIA. pp. 1-11 (Actividades de Difusión no. 75).
48. \_\_\_\_\_. 2012. Mejoramientos extensivo. In: Mesones, B. ed. 21 años de investigación: recopilación 1991-2011 pasturas, producción animal. Montevideo, INIA. 1 disco compacto, pp. 4-9.
49. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2015. Censo general agropecuario 2015. Montevideo. 142 p.
50. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, Uruguay, FUCREA. 199 p.
51. 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 set. 2020. Disponible en [http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/rec\\_nat/agu\\_a\\_disp\\_uruguay.pdf](http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/rec_nat/agu_a_disp_uruguay.pdf)
52. 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. 84 p. (Serie Técnica no. 113).
53. 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).
54. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8<sup>th</sup>., 1960, Reading, England). Proceedings. Oxford, Allden. pp. 606-611.

55. Nabinger, C. 1998. Princípios de manejo e produtividade de pastagens. In: Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos de Corte (3<sup>a</sup>, 1998, Canoas, RS, Brasil). Ênfase, manejo e utilização sustentável de pastagens: anais. Canoas, s.e. pp. 54-107.
56. \_\_\_\_\_.; Dall'agnol, M. E.; De Faccio Carvalho, P. 2007. Biodiversidade e produtivida de empastagens. In: Nabinger, C. ed. Manejo conservacionista de pastagens: um balance de 21 anos de pesquisa. Porto Alegre, Brasil, s.e. s.p.
57. Rebuffo, M. 1994. Fertilización nitrogenada en pasturas mezcla. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 27-32 (Serie Técnica no. 51).
58. 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).
59. Risso, D. F.; Morón, A. 1990. Evaluación de mejoramientos extensivos de pasturas naturales en suelos sobre Cristalino (1984-1990) (II). In: Seminario Nacional de Campo Natural (2<sup>o</sup>, 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 205-230.
60. \_\_\_\_\_. 1998. Mejoramientos extensivos en el Uruguay. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campos (14<sup>a</sup>, 1998, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 23-30 (Serie Técnica no. 94).
61. \_\_\_\_\_.; Berretta, E.; Zarza, A.; Cuadro, R. 2002. Productividad, composición y persistencia de dos mejoramientos de campo para engordar 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. 3-30 (Serie Técnica no. 129).
62. Rodríguez Palma, R. 1998. Fertilización nitrogenada de un pastizal de la Pampa deprimida: crecimiento y utilización del forraje bajo el pastoreo de vacunos. Tesis Magister Scientiae. Balcarce, Argentina. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 135 p.

63. \_\_\_\_\_.; Rodríguez, T.; Andión, J.; Vegnes, P. 2009. Respuesta en producción animal a la fertilización de campo natural. (en línea). In: Seminario Producción Animal: limpia, Verde y Ética (1°., 2009, Tacuarembó). Trabajos presentados. Agrociencia (Uruguay). 13 (3):87-99. Consultado 10 jun. 2020. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/index.php/directorio/article/view/243>
64. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2010. Fertilización de campo natural: productividad animal. In: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal (3°., 2010, Montevideo). Resúmenes. Agrociencia (Uruguay). 14 (3):134.
65. Rovira, J. 2008. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Reimp. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 321 p.
66. Saldanha, S. 2005. Manejo del pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de Basalto y suelos arenosos de Cretácico. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 75-84 (Serie Técnica no. 151).
67. Silveira, D.; Hernández, J.; Cadenazzi, M.; del Pino, A.; Zanoniani, R.; Boggiano, P. 2015. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la composición química de *Lotus tenuis* y *Trifolium repens*. (en línea). Agrociencia (Uruguay). 19(2):49-58. Consultado 5 oct. 2020. Disponible en [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2301-15482015000200007](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482015000200007)
68. Skipp, R. A.; Christensen, M. J. 1990. Selection for persistence in red clover: influence of root disease and stem nematode. New Zealand Journal of Agricultural Research. 33:319-333.
69. Zamalvide, J. 1994. Fertilización de pasturas. 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°., 1994, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 97-107 (Serie Técnica no. 94).
70. Zanoniani, R.; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género *Lotus* en el Uruguay. Cangüé. no. 25:5-11.
71. \_\_\_\_\_. 2009. Efecto de la oferta de forraje y la fertilización nitrogenada sobre la productividad otoño invernal de un campo natural del litoral. Tesis

Maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.