

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**RESPUESTA PRODUCTIVA DE UN CAMPO NATURAL SOMETIDO A
NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y MEJORAMIENTOS CON
LEGUMINOSAS**

por

Federico BELORA GAITÁN

Federico Manuel PUIG MONTEVERDE

Juan Andrés ZERBINO SÁNCHEZ

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2017

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Ing Agr. Nicolás Caram

Ing. Agr. Felipe Casalás

Fecha:

19 de diciembre de 2017

Autores:

Federico Belora

Federico Puig

Juan Andrés Zerbino

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República por permitir la realización de la carrera.

A la estación experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de Facultad de Agronomía por brindar todo lo necesario para la realización del trabajo.

Al Ing. Agr. Pablo Boggiano por su orientación y apoyo que fueron claves para realizar el trabajo.

Al personal de ganadería y laboratorio de EEMAC, por la colaboración y buena disposición en el trabajo práctico.

A nuestras familias por el constante apoyo brindado durante todos los años de estudio.

A nuestros amigos y compañeros por el apoyo y los buenos momentos compartidos.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVO GENERAL	1
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	2
2.2. <u>EFFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA</u>	2
2.2.1. <u>Introducción</u>	2
2.2.2. <u>Nitrógeno en el suelo (origen, cantidad y formas)</u>	3
2.2.3. <u>Nitrógeno en la planta (formas, absorción y función)</u>	3
2.2.4. <u>Efectos sobre la producción de materia seca</u>	4
2.2.5. <u>Efectos del nitrógeno sobre la variabilidad de la producción de forraje</u>	6
2.2.6. <u>Efectos sobre la estacionalidad de la producción</u>	7
2.2.7. <u>Efectos del momento en que se realiza la fertilización</u>	7
2.2.8. <u>Efectos sobre la composición botánica</u>	8
2.2.9. <u>Efectos sobre la calidad de las pasturas</u>	9
2.2.10. <u>Otros efectos del nitrógeno</u>	10
2.2.11. <u>Eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN)</u>	11
2.3. <u>EFFECTO DEL MEJORAMIENTO CON LEGUMINOSAS</u>	13
2.3.1. <u>Introducción de leguminosas</u>	13
2.3.2. <u>Producción de forraje</u>	14
2.3.3. <u>Estacionalidad</u>	15
2.3.4. <u>Composición botánica</u>	15
2.3.5. <u>Calidad del forraje</u>	16
2.3.6. <u>Producción animal</u>	17
2.4. <u>EFFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE</u>	18
2.4.1. <u>Producción de forraje</u>	18
2.4.2. <u>Composición botánica</u>	19
2.4.3. <u>Estacionalidad</u>	20
2.4.4. <u>Producción animal</u>	21

2.5. INTERACCIÓN ENTRE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y OFERTA DE FORRAJE	22
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	23
3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES	23
3.1.1. <u>Localización y período de evaluación</u>	23
3.1.2. <u>Información meteorológica</u>	23
3.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL	23
3.2.1. <u>Suelos</u>	23
3.2.2. <u>Vegetación</u>	24
3.3. ANTECEDENTE DEL POTRERO	24
3.4. ANIMALES EXPERIMENTALES	24
3.5. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	25
3.6. SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN	26
3.7. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	27
3.7.1. <u>Manejo experimental</u>	27
3.7.2. <u>Determinaciones en la pastura</u>	27
3.7.2.1. Estimación de la materia seca presente	27
3.7.2.2. Estimación de la producción de materia seca	28
3.7.2.3. Estimación de la tasa de crecimiento del forraje	28
3.7.2.4. Estimación de la materia seca disponible y remanente	28
3.7.2.5. Estimación de la altura de la materia seca disponible y remanente	28
3.7.2.6. Estimación de la materia seca desaparecida	28
3.7.2.7. Determinación de la composición botánica	28
3.8. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES	29
3.8.1. <u>Peso vivo</u>	29
3.8.2. <u>Carga total e instantánea</u>	29
3.8.3. <u>Ganancia animal</u>	30
3.8.4. <u>Ganancia por hectárea</u>	30
3.8.5. <u>Oferta de forraje</u>	30
3.9. HIPÓTESIS	30
3.9.1. <u>Hipótesis biológica</u>	30
3.10. MODELO ESTADÍSTICO	31
3.10.1. <u>Modelo estadístico para la pastura</u>	31
3.10.2. <u>Modelo estadístico para el animal</u>	31
3.10.3. <u>Hipótesis estadística</u>	32

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	33
4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.....	33
4.1.1. <u>Temperatura</u>	33
4.1.2. <u>Precipitaciones</u>	34
4.1.3. <u>Evolución del agua disponible en suelo</u>	35
4.2. PRODUCCIÓN PRIMARIA	36
4.2.1. <u>Resultados del experimento 1</u>	36
4.2.1.1. Resultados totales	36
4.2.1.2. Análisis del período estival.....	37
4.2.1.3. Análisis del período otoñal	38
4.2.2. <u>Análisis para el experimento 2</u>	40
4.2.2.1. Efecto del tratamiento para el período estival	40
4.2.2.2. Efecto del tratamiento para el período otoñal.....	41
4.3. PRODUCCIÓN SECUNDARIA.....	43
4.3.1. <u>Análisis del experimento 1</u>	43
4.3.1.1 Efecto del tratamiento para el período estival	43
4.3.1.2. Efecto del tratamiento para el período otoñal.....	43
4.3.1.3. Análisis del total del período de estudio.....	44
4.3.2. <u>Análisis para el experimento 2</u>	45
4.3.2.1 Efecto del tratamiento para el período estival	45
4.3.2.2. Efecto del tratamiento para el período otoñal.....	46
4.3.3. <u>Evolución de peso promedio por tratamiento</u>	46
4.3.3.1. Experimento 1	47
4.3.3.2. Experimento 2.....	48
4.4. COMPOSICIÓN BOTÁNICA	48
4.4.1. <u>Composición botánica estacional por tratamiento para el experimento 1</u>	49
4.4.1.1. Composición botánica estival	49
4.4.1.2. Composición botánica otoñal.....	50
4.4.2. <u>Composición botánica estacional por tratamiento para el experimento 2</u>	51
4.4.2.1. Composición botánica estival	51
4.5.2.2 Composición botánica otoñal.....	52
4.5. CONSIDERACIONES FINALES	54

5. <u>CONCLUSIONES</u>	56
6. <u>RESUMEN</u>	57
7. <u>SUMMARY</u>	59
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	61
9. <u>ANEXOS</u>	70

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Efecto del tratamiento sobre producción (prod.) y tasa de crecimiento (tc) para el total del experimento.....	36
2. Efecto del tratamiento sobre la materia seca disponible (MSD), altura del disponible (disponible), materia seca remanente (MSR), altura de remanente (remanente) y materia seca desaparecida (MSdes.) para el total del experimento.....	37
3. Efecto del tratamiento sobre la producción (prod.) y tasa de crecimiento (tc) para el período estival.....	37
4. Efecto del tratamiento sobre la materia seca disponible (MSD), altura del disponible (disponible), materia seca remanente (MSR), altura del remanente (remanente), materia seca desaparecida (MSdes.) para el período estival.....	38
5. Efecto del tratamiento sobre la producción (prod.) y la tasa de crecimiento (tc) para el período otoñal.....	39
6. Efecto del tratamiento sobre la materia seca disponible (MSD), altura del disponible (disponible), materia seca remanente (MSR), altura del remanente (remanente), materia seca desaparecida (MSdes.) para el período otoñal.....	40
7. Efecto de la historia de fertilización sobre la producción (prod.) y la tasa de crecimiento (tc) para el período estival.....	41
8. Efecto de la historia de fertilización sobre la materia seca disponible (MSD), altura del disponible (disponible), materia seca remanente (MSR), altura del remanente (remanente), materia seca desaparecida (MSdes.) para el período estival.....	41
9. Efecto de la historia de fertilización sobre la producción (prod.) y la tasa de crecimiento (tc) para el período otoñal.....	42

10. Efecto de la historia de sobre la materia seca disponible (MSD), altura del disponible (disponible), materia seca remanente (MSR), altura del remanente (remanente), materia seca desaparecida (MSdes.) para el período otoñal.....	43
11. Oferta de forraje (OF%), carga total (CT), carga total en UG (carga), ganancia media diaria (GMD), y ganancia total del período por hectárea (GT) por tratamiento del experimento 1 para el período estival.....	43
12. Oferta de forraje (OF%), carga total (CT), carga total en UG (carga), ganancia media diaria (GMD), y ganancia total del período por hectárea (GT) por tratamiento del experimento 1 para el período otoñal.....	44
13. Oferta de forraje (OF%), carga total (CT), carga total en UG (carga), ganancia media diaria (GMD), y ganancia total del período por hectárea (GT) contrastando los tratamientos nitrogenados del experimento 1 contra los del experimento 2, para el total del período.....	45
14. Oferta de forraje (OF%), carga total (CT), carga total en UG (carga), ganancia media diaria (GMD), y ganancia total del período por hectárea (GT) contrastando los tratamientos nitrogenados del experimento 1 contra los del experimento 2, para el período estival.....	46
15. Oferta de forraje (OF%), carga total (CT), carga total en UG (carga), ganancia media diaria (GMD), y ganancia total del período por hectárea (GT) por tratamiento del experimento 1 para el período otoñal.....	46
16. Composición botánica en porcentaje de la materia seca disponible en el período estival.....	49
17. Composición botánica en porcentaje de la materia seca remanente en el período estival.....	50
18. Composición botánica en porcentaje de la materia seca disponible en el período otoñal.....	50

19. Composición botánica en porcentaje de la materia seca remanente en el período otoñal.....	51
20. Composición botánica en porcentaje de la materia seca disponible en el período estival.....	51
21. Composición botánica en porcentaje de la materia seca remanente en el período estival.....	52
22. Composición botánica en porcentaje de la materia seca disponible en el período otoñal.....	52
23. Composición botánica en porcentaje de la materia seca remanente en el período otoñal.....	53
Figura No.	
1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos en el sitio experimental.....	26
2. Temperatura máxima, mínima y promedio para el período de estudio, y promedio para la serie histórica 2002-2014 para la EEMAC.....	33
3. Volumen de precipitaciones para el período de estudio comparado con los de la serie histórica 2002-2014.....	34
4. Evolución del agua almacenada en suelo (ALM), evapotranspiración real (ETR), momentos y volumen de excesos y déficits hídricos para el período de estudio.....	35
5. Evolución de peso animal promedio, para cada tratamiento a lo largo del período para el experimento 1.....	47
6. Evolución de peso animal promedio, para cada tratamiento a lo largo del período para el experimento 2.....	48
7. Relación entre la altura del tapiz y la materia seca presente para la estación estival.....	53

8. Relación entre la altura del tapiz y la materia seca presente para la estación otoñal.....	54
---	----

1. INTRODUCCIÓN

El campo natural presenta gran importancia, debido a que la historia agropecuaria uruguaya se ha caracterizado por la utilización de este recurso como base de alimentación para la ganadería, según el Censo general agropecuario se extiende sobre 10,5 millones de hectáreas y representa un 63% del área explotada (MGAP. DIEA, 2011). La producción de carne y lana en el país se obtiene en base a pastoreo todo el año, con carga continua y mixta de bovinos y ovinos, excepto en zonas de ganadería intensiva (Berretta, 1998a).

La ganadería uruguaya se encuentra en una etapa compleja, debido a incrementos en los costos de producción que no son seguidos por aumentos en la producción, sino que, existe un claro estancamiento productivo. Dada la relevancia y las características del campo natural, la variabilidad climática y la situación actual de la ganadería, donde existe una difícil competencia por los márgenes que resultan de otros usos del suelo, es de vital importancia generar conocimientos sobre diferentes medidas de manejo que logren aumentar la producción.

El aumento en la producción de carne y lana del Uruguay está relacionado principalmente con el aumento en la producción primaria del campo natural (Berretta y Levratto, 1990). Es clave lograr incrementar la producción, distribución y utilización de forraje y al mismo tiempo conservar la diversidad biológica del campo natural, vías para lograr estos objetivos pueden ser la fertilización nitrogenada y fosfatada, introducción de especies productivas y mejoras en el método e intensidad de pastoreo.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la respuesta estivo- otoñal del campo natural en la zona litoral del país, sometido a dos niveles de fertilización nitrogenada y a la introducción de leguminosas, los dos métodos sumados a la fertilización fosfatada.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar y comparar la producción de forraje del campo natural con las diferentes alternativas de mejoramiento.

Evaluar y comparar el desempeño individual de animales pastoreando el campo natural y las diferentes alternativas de mejoramiento.

Evaluar el efecto de los diferentes niveles de intervención sobre la composición botánica.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La investigación y los experimentos prácticos indican que muchos pastizales tienen potencial para una mayor producción de forraje (Cosper et al., 1967).

En los ensayos de Bottaro y Zavala (1973), donde se analiza la respuesta a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en cuatro tipos de suelo diferente, se reporta que el nutriente más limitante para la producción de forraje fue el nitrógeno. Lo mismo expuso Catells (1974), en un litosol y una pradera negra sobre basalto. Según Carámbula (2002) desde el punto de vista práctico, existen tres fuentes principales para aportar nitrógeno a las pasturas, el reciclaje por mineralización del suelo y descomposición de residuos tanto vegetales como animales, la aplicación de fertilizantes nitrogenados y la asociación con leguminosas. La mineralización en el suelo y el reciclaje a partir de deyecciones animales no alcanzan a completar la reposición del nitrógeno extraído por las plantas. Por lo tanto, estos procesos no son capaces de promover altas producciones de pasturas y se debe recurrir al uso de fertilizantes o siembra de leguminosas para cubrir las necesidades de nitrógeno de las pasturas.

2.2. EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA

2.2.1. Introducción

El nitrógeno es de vital importancia para la nutrición de las plantas y su suministro puede ser controlado por el hombre (Tisdale y Nelson, 1966). Al ser las gramíneas el componente predominante de pasturas en el país, este nutriente se presenta como uno de los elementos de mayor significancia (Ayala y Carámbula, 1994).

El campo natural es el principal recurso forrajero de las empresas ganaderas del país (MGAP. DIEA, 2016), el mismo se caracteriza por presentar baja frecuencia de especies invernales, particularmente las de tipo productivo tiernas y finas. La fertilización nitrogenada en otoño e invierno estimula el crecimiento de las especies invernales y promueve el rebrote temprano de las estivales (Berretta et al., 1998b). Generando mayor producción de forraje invernal y en consecuencia de ello, la producción anual (Rodríguez et al., 2008b).

La producción de especies nativas es reflejo del equilibrio establecido entre el tipo de suelo, su fertilidad natural, las especies presentes y las condiciones ambientales particulares para cada lugar. Dentro de este concepto, el uso de fertilizantes puede ser una alternativa para promover y mejorar la producción de las pasturas nativas (Boggiano et al., 2000).

La fertilización puede provocar variaciones en el equilibrio dinámico existente en las comunidades. Esas variaciones se pueden manifestar como aumentos en la

producción de forraje, variaciones en la distribución estacional, en la producción de forraje, en la composición botánica, en mejoras de la calidad de forraje, en aumentos de los períodos de crecimiento de la pastura, además de los aumentos de la producción animal (Bottaro y Zabala, 1973). El uso de fertilizante nitrogenado es un poderoso medio para incrementar la producción de forraje, pero desde el punto de vista económico y de conservación de la energía, se requiere utilizarlo con eficiencia. Una comprensión clara de los efectos del nitrógeno aplicado sobre el crecimiento y la composición del pasto, incluida la toma de conciencia de la magnitud de los diversos efectos a diferentes niveles de aplicación, deberían conducir a una mayor eficiencia (Wilman y Wright, 1983). La eficiencia agronómica de un fertilizante, va a depender del aporte que éste sea capaz de hacer al suelo, lo cual dependerá de las características propias del material, de las condiciones del suelo, del cultivo y del manejo de la fertilización (Caresani y Juanicotena, 2008).

2.2.2. Nitrógeno en el suelo (origen, cantidad y formas)

El porcentaje de nitrógeno total en el horizonte superficial de los suelos del país, en general está en el rango de 0,1 a 0,3 % del nitrógeno total, siendo la textura un elemento gravitante. Entre el 98 y el 99 % del nitrógeno total que se encuentra en el suelo está en forma orgánica. El nitrógeno disponible para las plantas se encuentra en forma inorgánica como NH_4^+ y NO_3^- (Morón, 1994).

La biomasa microbiana es la fuerza directriz que se encuentra detrás de las transformaciones de la materia orgánica y del ciclaje de nutrientes en el suelo (Smith, citado por Morón, 1994). Carámbula (2002) afirma que la gran población de microorganismos presentes en los suelos convierte el nitrógeno inorgánico en amonio (NH_4^+), proceso que se conoce como mineralización. Mediante un proceso de oxidación por parte de bacterias específicas, llamado nitrificación, el amonio pasa al estado de nitrato (NO_3^-).

La cantidad que anualmente se mineraliza y pasa a formas disponibles para las pasturas se estima muy baja, oscilando entre 30 y 60 kg de nitrógeno por hectárea para suelos de baja y alta fertilidad respectivamente (Zamalvide, 1998).

2.2.3. Nitrógeno en la planta (formas, absorción y función)

Se puede afirmar que el nitrógeno es el nutriente más limitante para el crecimiento de las plantas (Morón, 1994), se encuentra dentro de las plantas tanto en formas orgánicas como inorgánicas. Estas últimas en realidad de escasa magnitud, estando la mayoría como NO_3^- , única forma inorgánica capaz de ser almacenada. Este nutriente juega un rol esencial en el crecimiento del vegetal, ya que es constituyente de

moléculas como: clorofila; aminoácidos esenciales; proteínas; enzimas; nucleoproteínas; hormonas; trifosfato de adenosina (ATP). Además, el nitrógeno es esencial en muchos procesos metabólicos, como, por ejemplo, la utilización de los carbohidratos (Perdomo y Barbazán, 1999).

Los contenidos de nitrógeno en la mayoría de los tejidos vegetales, expresados en relación a su peso seco total generalmente oscilan entre 1 y 5%. La concentración de nitrógeno en los tejidos de las plantas tiende a declinar a medida que los mismos maduran, debido principalmente al incremento en proporción de las paredes celulares y su correspondencia con el decremento del citoplasma, donde se encuentran las proteínas enzimáticas, los ácidos nucleicos y la clorofila (Whitehead, 1995). Dentro de las familias, Perdomo y Barbazán (1999) explican que leguminosas tienen concentraciones mayores que las gramíneas.

Las plantas superiores, excepto las que dependen de la fijación simbiótica, absorben la mayoría del nitrógeno como iones NO_3^- o NH_4^+ mediante las raíces. El NO_3^- es usualmente la mayor forma absorbida debido a que el NH_4^+ es convertido en nitrato por bacterias nitrificantes en el suelo, sin embargo, el proceso de nitrificación ocurre lentamente en suelos ácidos y con bajas temperaturas. Bajo estas condiciones gran parte del nitrógeno es consumido bajo la forma de amonio. La urea y los aminoácidos también pueden ser absorbidos por las raíces, pero debido a que estos compuestos son convertidos rápidamente a amonio por parte de los microorganismos del suelo, el consumo de las moléculas intactas es normalmente bajo. En adición a la absorción por medio de la raíz, las plantas absorben nitrógeno a través de las hojas, principalmente amoníaco gaseoso y dióxido de nitrógeno, en la mayoría de las situaciones, esta forma de absorción ocupa una pequeña proporción (menor al 5%) del nitrógeno consumido (Whitehead, 1995). Como en la mayoría de los suelos las condiciones permiten la acción de las bacterias nitrificantes, normalmente la mayoría de los cultivos absorben la mayor parte de su nitrógeno como NO_3^- . El proceso de absorción de NO_3^- es activo, con gasto de energía, requiriendo la presencia de enzimas especiales (Perdomo y Barbazán, 1999).

2.2.4. Efectos sobre la producción de materia seca

Existen varios autores que testifican respuesta de la fertilización nitrogenada sobre la producción de las pasturas naturales. Bottaro y Zavala (1973) exponen que la producción de forraje de las pasturas naturales respondió al agregado de nitrógeno en cuatro diferentes tipos de suelo. Castells (1974), Burgos de Anda (1974) también reportan aumentos en la producción de forraje del campo natural en las estaciones de invierno, primavera y verano, por efectos de la fertilización nitrogenada. Berreta et al. (1998b), en un experimento de tres años de duración, obtienen aumentos de la

producción de forraje en las cuatro estaciones debido al efecto de la fertilización nitrógeno fosfatada.

Ayala y Carámbula (1994) obtuvieron un aumento en la producción de materia seca anual de 65 a 71,5% con un agregado de 320 kg de nitrógeno por ha. Datos similares encontraron Behmaja (1994), donde la producción total anual de forraje fue 83% superior al testigo con el agregado de 120 kg de nitrógeno/ha en basalto profundo. En la Pampa Deprimida, Buenos Aires, Fernández Grecco (2001) obtuvo tasas de crecimiento de 29, 56, 68, 81, 83, y 83 con la aplicación de 0, 50, 100, 150, 200 y 250 kg/ha de nitrógeno respectivamente, las dosis de 150, 200 y 250 triplicaron la acumulación de forraje del testigo. Pirez (2012) constata que la tasa de crecimiento del forraje invernal en un tratamiento fertilizado con 100 kg/ha de nitrógeno fue de 20,5 kg MS/ha/día, un 74 % superior a la del testigo, que fue de 11,8.

Otros autores obtuvieron grandes respuestas, pero no tan elevadas como las anteriores, Johnston et al. (1969), observaron un 153% de rendimiento relativo en parcelas de campo natural tratadas con nitrógeno con respecto al testigo sin fertilizar. Errandonea y Kuchman (2008) obtuvieron tasas de crecimiento diarias de la pastura de 28,4 para un tratamiento con suministro de 100 kg/ha de nitrógeno y de 18,6 para el testigo sin fertilizar, para el período de junio a julio, un 53% superior para el testigo sin fertilizar. Mazzanti y Lemaire (1994) reportaron una producción neta de forraje 42% superior de un tratamiento fertilizado con 80 kg/ha de nitrógeno en comparación con un tratamiento con 40 kg/ha de nitrógeno. Brum y De Stefani (1998) observaron un incremento anual de 35% del tratamiento fertilizado con N-P sobre el testigo sin fertilizar.

Resultados inferiores testificaron Larratea y Souto (2013), que con dosis de 114 kg de nitrógeno/ha la producción total de forraje fue 17% mayor que con una dosis de 60 kg de nitrógeno/ha. Rodríguez et al. (2008b) donde la respuesta a la fertilización nitrogenada fue 30% de acumulación de forraje, promedio de 6 años, con una dosis de 100 kg de nitrógeno/ha (el segundo año la respuesta fue baja debido a problemas hídricos). Kokoura et al. (2005), exponen resultados donde la fertilización incrementó el volumen de biomasa en 20% en promedio de tres años comparado con el testigo sin fertilizar y duplicó el volumen de biomasa en el primer año.

Zanoniani (2009) encontró que la producción otoño invernal del campo natural aumentó con la aplicación de nitrógeno, lográndose incrementos en la dotación de hasta 1,4 UG/ha de animales en mantenimiento con la utilización de 150 kg de nitrógeno/ha, con una oferta constante de 9% PV.

En un trabajo sobre *Pennisetum clandestinum*, Fávero et al. (2008) encontraron que la producción de materia seca no difiere entre los tratamientos de 50 y 100 kg/ha de nitrógeno, sin embargo, el tratamiento de 200 kg/ha de nitrógeno fue superior estadísticamente a los anteriores.

Sin embargo, en el trabajo de Caresani y Juanicotena (2008), la aplicación de 100 kg de nitrógeno/ha no generó un aumento en la tasa de crecimiento de las pasturas, en verano y en otoño la tasa de crecimiento del forraje fue menor en el tratamiento con nitrógeno que en el testigo, según los autores este resultado es causa de un déficit hídrico. Gallinal et al. (2016) tampoco encontraron diferencias significativas en la producción de forraje en los períodos de verano y otoño entre los tratamientos con la aplicación de 60 y 120 kg/ha de nitrógeno y el testigo sin fertilizar. Y en los períodos de primavera y principios de verano, André et al. (2016) no testificaron efectos de la fertilización con 60 y 120 kg/ha de nitrógeno, sobre la producción de forraje.

2.2.5. Efectos del nitrógeno sobre la variabilidad de la producción de forraje

La respuesta al nitrógeno resulta afectada ampliamente por las dos variables climáticas más importantes: la temperatura y la humedad, esto se debe a que la absorción del nitrógeno está relacionada en forma directa con la actividad de las plantas y las limitaciones impuestas al crecimiento o al desarrollo, ya sea por bajas temperaturas como por deficiencias de agua (Carámbula, 2002). Lorenz y Rogler (1973) exponen que la producción de materia seca en campos fertilizados con nitrógeno y fósforo varió considerablemente de un año a otro, principalmente en respuesta al volumen de precipitaciones, los rendimientos fueron extremadamente bajos en años en los que las precipitaciones fueron bajas y altos rendimientos en años donde las precipitaciones fueron altas. Corns y Schraa (1962) encontraron variabilidad en la respuesta al agregado de nitrógeno en los años 1960 y 1961, explicado por las diferencias de temperatura, en 1960 (año de bajas temperaturas) la producción de forraje se incrementó en un 35% y en 1961 (año de altas temperaturas) en un 42%.

Carámbula (2002) explica que con niveles altos de humedad se desperdicia el nutriente y disminuye el crecimiento de las pasturas debido a las pérdidas de nitrógeno por lavado y también por la falta de oxígeno que retarda el crecimiento y la actividad de las raíces.

Ayala y Carámbula (1994) indican que la respuesta al nitrógeno es variable según las fluctuaciones en la disponibilidad del nutriente y la eficiencia en el uso del mismo, por lo tanto, se debe apuntar a minimizar esta variabilidad mediante el fraccionamiento en la aplicación del fertilizante nitrogenado.

La magnitud de la respuesta al nitrógeno varía con la especie que ha recibido la fertilización, las especies anuales pueden responder mejor al nitrógeno que las perennes, dentro de cada grupo el comportamiento puede ser diferente (Carámbula, 2002).

2.2.6. Efectos sobre la estacionalidad de la producción

El rebrote más temprano de las especies invernales en otoño y estivales en primavera y el alargamiento del ciclo vegetativo de las especies estivales en otoño, debidos al empleo de fertilizantes nitrogenados, tendería a reducir el período de escaso crecimiento invernal (Berreta et al., 1998b). Reduciendo la estacionalidad de los campos.

Álvarez et al. (2013) obtuvieron respuesta al agregado de nitrógeno en las estaciones de invierno y primavera, sin embargo, en verano y otoño no existieron diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos.

Según Bottaro y Zavala (1973), el efecto del fertilizante es más importante en aquellas estaciones donde las condiciones de crecimiento son más favorables, por lo tanto, la estacionalidad se ve más marcada. Burgos de Anda (1974) explica que en condiciones de fertilización la estacionalidad de la producción se hace más marcada. Rodríguez et al. (2008b) también constatan que la fertilización nitrogenada no modificó marcadamente la estacionalidad, existió una leve superioridad en participación invernal y primaveral recién a partir del cuarto año del experimento.

2.2.7. Efectos del momento en que se realiza la fertilización

En las gramíneas, el nitrógeno aplicado en la época otoño invernal es valioso para incrementar el crecimiento primaveral al favorecer la ocurrencia de un mejor macollaje en invierno, lo que asegura incrementos en la capacidad productiva de dicha estación y además, favorece el desarrollo y crecimiento de los sistemas radicales, lo que será fundamental para enfrentar déficits hídricos en verano (Carámbula, 2002). En los pastizales naturales de la Pampa Deprimida, Buenos Aires, Argentina, Fernández Grecco (2001) obtuvo un incremento en la tasa de crecimiento primaveral debido a la fertilización nitrogenada invernal, la aplicación de 150 kg/ha de nitrógeno triplicó la producción del tratamiento testigo.

El empleo de fertilizantes inorgánicos nitrogenados hacia comienzos del otoño puede estimular el rebrote y crecimiento de las especies invernales y alargar el período vegetativo de las estivales, antes del descenso de la temperatura. Por otra parte, la fertilización a fines de invierno seguiría estimulando las invernales y ayudaría al rebrote más temprano de las estivales (Berreta et al., 1998b).

Goldfarb et al. (2008) obtuvieron incrementos en la producción de materia seca en primavera y principios de verano con fertilización de principios de primavera con 100

Kg/ha de urea, la pastura donde se realizó el experimento estaba compuesta mayoritariamente por especies estivales.

2.2.8. Efectos sobre la composición botánica

Al aplicar fertilizantes sobre las pasturas naturales se está produciendo un cambio en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Esto puede llegar a modificar la distribución de las especies, pues una mejor disponibilidad de nutrientes puede favorecer un mejor desarrollo de las especies que antes, por razones de baja fertilidad, se veían imposibilitadas de competir con éxito con aquellas especies mejor adaptadas a niveles bajos de fertilidad (Bottaro y Zabala, 1973).

Varios autores coinciden sobre el efecto de la fertilización nitrogenada, en la mayoría de los trabajos existen reducciones en las gramíneas estivales mayoritariamente las postradas y aumentos en la cantidad de gramíneas invernales cespitosas, en algunos casos también existieron aumentos de cardos.

Berreta et al. (1998b) en un experimento sobre basalto, explican que en el campo fertilizado con nitrógeno y fósforo presenta mayor recubrimiento de especies invernales que el campo natural, en cuanto al tipo productivo, las especies finas y tiernas- finas incrementan su proporción con la fertilización, estos son los casos de *Stipa setigera* (flechilla), *Poa lanígera*, *Adesmia bicolor* (babosita), *Paspalum dilatatum* (pasto miel), los pastos tiernos no presentan una tendencia clara y las especies ordinarias disminuyen su frecuencia, las malezas enanas como los macachines, aumentan su participación y las de campo sucio no aumentan con la fertilización. Brum y De Stefani (1998) también consideran que la fertilización con nitrógeno-fosfatada determina un incremento en las especies de mayor calidad (finas, tiernas-finas, tiernas y tiernas-ordinarias), con la consiguiente disminución de gramíneas de baja calidad (ordinarias-tiernas, ordinarias, ordinarias- duras y duras), asimismo, se verificó una disminución de hierbas enanas. Behmaja et al. (2008) encontraron que con el agregado anual de nitrógeno-fosfatado generó un incremento de 21 a 33% en la contribución de gramíneas invernales en campo natural de basalto y una disminución de las gramíneas estivales de 51 a 41%, sin embargo, en un tratamiento donde se discontinuó la fertilización, gran parte del incremento de las invernales fue sustituido por otras especies.

Larratea y Soutto (2013) indican que la fertilización otoño- invernal con altas dosis de nitrógeno promovió las especies invernales, mejorando el valor pastoral del campo, ya que aumenta la contribución de especies de mayor tipo productivo y por lo tanto la cantidad y calidad del forraje consumido por los animales. Jaurena et al. (2014) reportaron incrementos de gramíneas invernales en 3 años de evaluación y una reducción de la cobertura en 2012/2013 y 2013/2014 de un 47% y 48% respectivamente

de las especies *Paspalum notatum* y *Botriochloa laguroides* con la aplicación de 200 kg/ha de nitrógeno y 80 kg/ha de fósforo.

Zanoniani (2009) obtuvo que en el período otoño invernal la contribución de las gramíneas invernales aumenta con el agregado de nitrógeno, hasta llegar a una dosis de alrededor de 180 kg/ha de nitrógeno, luego de la cual redujo marcadamente la respuesta obtenida. Esto indica que pueden lograrse contribuciones de las gramíneas invernales que superan en más de tres veces al aporte de las gramíneas estivales, en el mismo trabajo se concluye que con el agregado de 150 kg/ha de nitrógeno existe una reducción de la riqueza de especies y un aumento de especies anuales exóticas (*Lolium multiflorum* y *Cardus nutans*). Cardozo et al. (2008) reportaron efectos similares después de 3 años de fertilización, existieron incrementos en la proporción de especies anuales invernales con la aplicación de altas dosis de nitrógeno y bajas ofertas de forraje, las especies que mayormente proliferaron fueron el *Lolium multiflorum* Lam., *Cardus acanthoides* y *Cirsium vulgare*.

Rodríguez et al. (2008b) luego de un experimento de 6 años, obtuvieron que en un tratamiento con agregado de 100 kg de nitrógeno/ha ocurrieron cambios en la participación de especies con respecto al testigo, las gramíneas invernales perennes y anuales se incrementaron en un 25%, las gramíneas estivales perennes y anuales se redujeron en un 29%, las malezas de campo sucio en un 45% y el grupo integrado por malezas menores, enanas y leguminosas decrecieron en un 38%. Sin embargo, André et al. (2016), no obtuvieron diferencias significativas en la proporción de gramíneas estivales, gramíneas invernales, ciperáceas, juncáceas, *Cirsium vulgare* (cardo), *Cardus spp.* y leguminosas.

2.2.9. Efectos sobre la calidad de las pasturas

El nitrógeno no solo limita la producción de forraje de materia seca de las pasturas en forma directa, sino que también tiene influencia sobre el contenido de proteínas. El contenido de proteínas de una pastura afecta el valor nutritivo de la misma y también el consumo voluntario del animal (Carámbula, 2002).

Berreta et al. (1998b), en un experimento de 3 años, exponen que el contenido de nitrógeno del crecimiento del forraje es siempre superior en los tratamientos fertilizados, en el invierno de 1996 el campo natural produce aproximadamente 38 kg/ha de proteína cruda (PC), mientras que los tratamientos fertilizados produjeron 95 kg/ha, en cuanto al contenido de P en planta, los tratamientos fertilizados presentan una mayor proporción que el testigo sin fertilizar. Brum y De Stefani (1998) también obtuvieron incrementos en el contenido de proteína cruda y fósforo en invierno con la fertilización con N-P, en primavera no existió diferencia. Y Goldfarb et al. (2008) reportaron aumentos el contenido de proteínas con la aplicación a inicios de primavera de 100

kg/ha de urea, en pasturas con predominio de especies C₄ con ciclo primavero-estivo-otoñal.

Sin embargo, Fávero et al. (2008), en un experimento con *Pennisetum clandestinum* no encontraron diferencias significativas en el contenido de proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), para tratamientos de 50, 100 y 200 kg/ha de nitrógeno. Larratea y Soutto (2013) tampoco encuentran diferencia en el contenido de PB, FDN y FDA entre los tratamientos con 60 y 144 kg/ha de nitrógeno. Gallinal et al. (2016), al igual que los anteriores autores, no observaron diferencias en la calidad de la pastura debido a la fertilización nitrogenada, la PC, FDN, FDA, contenido de lignina y digestibilidad in vitro presentan valores estadísticamente iguales en los tratamientos fertilizados y el tratamiento sin fertilizar.

2.2.10. Otros efectos del nitrógeno

El aumento de la producción no existe solamente en la biomasa aérea, Behmaja et al. (2008) obtuvieron una producción de biomasa total de 7100 kg/ha (71% raíz) en un tratamiento con nitrógeno y fósforo contra 4900 kg/ha (67% raíz) en un tratamiento testigo. Sin embargo, Whitehead (2000) explica que el fertilizante genera un gran aumento del crecimiento del forraje, pero existe menor efecto en el contenido de raíces. Boggiano et al. (2008), en un trabajo con *Paspalum notatum* en otoño-invierno encontraron que la fertilización con nitrógeno redujo el peso seco de las raíces, estolones y redujo la densidad de macollos, por otra parte incrementó el peso de macollos y la materia seca de parte aérea. Esto provocó una reducción en la producción estival y pérdida de la estabilidad del campo natural.

Otro de los beneficios de la fertilización nitrogenada es el efecto sobre la captura de carbono a partir del aumento en la producción de biomasa. Según Céspedes Flores et al. (2008), existen aumentos significativos en la captura de carbono por *Hemarrhia altissima* Poir con la aplicación de 100 kg de N/ha y la eficiencia en kg de C capturado por kg de N aplicado son 3,9; 3,33; 3,3 y 3,32 para aplicaciones de 100, 150, 200 y 250 kg de N/ha respectivamente.

Las características morfológicas tienen grandes consecuencias en la capacidad de producción de forraje de cada especie, pero particularmente en las acciones a realizar para controlar la producción de forraje a través del uso de la fertilización nitrogenada (Cruz y Boval, 1999). El nitrógeno presenta efectos sobre características morfológicas que son deseables para la producción animal, la tasa de elongación foliar (TEF) y la tasa de senescencia foliar (TSF) se ven afectadas por la aplicación del nitrógeno, Caresani y Juanicotena (2008) obtuvieron un aumento del 12,3% de la TEF y 15,3% de la TSF del promedio de las especies *Bromus auleticus* y *Stipa setigera*, con la aplicación de 100 kg de N/ha. Wilman y Wright (1983) obtuvieron aumentos de 0,15 a 0,18 hojas muertas por

tallo con el suministro de 300 kg/ha de N, también reportaron incrementos en la TEF de 0,64 a 1,34 cm/día con la aplicación de 500 kg/ha de N, los mismos autores encontraron incrementos del 86% del área, 59% del peso, 52 % del largo y 23% del ancho de lámina con la aplicación de 500 kg/ha de N. Otros autores también reportaron incrementos de la TEF con la fertilización nitrogenada (Colabelli et al. 1998, Errandonea y Kuchman 2008, Pirez 2012).

Según Ferreira et al. (2008b) el nitrógeno también incrementa la participación de material verde (debido a una mayor proporción de hojas en el canopeo) y un incremento de la altura de la pastura. Errandonea y Kuchman (2008) obtuvieron un incremento del 6% de hojas verdes por macollo con un suministro de 100 kg/ha de N. Y Pirez (2012) también notó incremento en el número de hojas verdes por macollo. Fávero et al. (2008) en un trabajo con *Pennisetum clandestinum*, reportan que con una aplicación de 200 kg/ha de N, la altura del forraje es mayor que en tratamientos con 50 y 100 kg/ha de N. También Ramalho et al. (2006) constatan una mayor altura de la pastura con fertilización nitrogenada, en este estudio se utilizaron diferentes biotipos de *Paspalum*. Brum y De Stefani (1998) obtuvieron aumentos en la altura del forraje con la fertilización nitrogenada y fosfatada en todas las estaciones, excepto en verano. Sin embargo, otros autores no reportan aumento de la altura del tapiz con el agregado de 100 kg de N/ha (Caresani y Juanicotena 2008, Pirez 2012).

Wilman y Wright (1983) reportaron aumentos en el macollaje debido a la fertilización en una pradera de raigrás perenne, con una dosis de 200 kg/ha de N y cortes cada 4 o 5 semanas, se incrementó el número de tallos en 6,6/m² por kg de N aplicado. Colabelli et al. (1998) exponen que el macollaje es fuertemente estimulado por el aumento de la nutrición con nitrógeno.

Mazzanti y Lemaire (1994) explican que el efecto del fertilizante nitrogenado sobre la tasa de consumo de forraje, es proporcionalmente más importante que sobre la tasa de crecimiento de festuca, este efecto es atribuido al aumento en la densidad de población de la pastura, el tratamiento con 80 kg/ha de nitrógeno incrementó la tasa de consumo en un promedio de 57% en comparación con el tratamiento donde se aplicó 40 kg/ha.

2.2.11. Eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN)

Burgos de Anda (1974) expone eficiencias de uso de nitrógeno de 5,81; 5,15; 7,21 y 16,1 para las estaciones de otoño, invierno, primavera y verano respectivamente, con dosis de nitrógeno de 0 a 160 kg/ha, en dos tipos de suelos diferentes.

Zanoniani (2009) obtuvo eficiencias en el uso de nitrógeno otoño invernales similares a las encontradas en pasturas sembradas (16 kg de MS/ kg de N agregado).

Datos similares obtuvieron Álvarez et al. (2013), donde se reportó una eficiencia de 15 kg de MS/kg de nitrógeno.

Resultados variables obtuvieron Rodríguez et al. (2008b), donde la eficiencia del uso del nitrógeno (kg MS producidos entre 0 y 100 kg de N/ha aplicados) fue, 14,4 en año 1; 5,4 en año 2, 21,4 en año 3, 21,8 en año 4, 23,2 en año 5 y 47,1 en año 6, 22,22 en promedio de los 6 años. Berreta et al. (1998b) obtuvieron una EUN anual de 17,6 en promedio de 3 años, con la aplicación de 92 y 44 kg/ha de N y P respectivamente.

Álvarez et al. (2013) muestran una eficiencia de uso del N de 46 kg de MS/kg de N para el promedio del año.

2.2.12. Efectos del nitrógeno sobre la producción animal

En un experimento de 5 años Rodríguez et al. (2008a) concluyeron que con la aplicación de 100 kg de N/ha, se logró aumentar la carga en 86 % en año 1, 53% en año 2, 81 % en año 3, 55 % en año 4, 53 % en año 5, sin afectar la performance individual, logrando incrementos en la productividad secundaria del sistema. Resultados similares obtuvieron Errandonea y Kuchman (2008), donde en un tratamiento con 100 kg/ha de N, con una carga 52% y 54% superior a la del testigo para los períodos de mayo a junio y de junio a julio respectivamente, las ganancias diarias logradas fueron iguales en el primer período y en el segundo período 10% superiores en el tratamiento nitrogenado sobre el testigo.

Brum y De Stefani (1998) constatan una ganancia individual anual de 0,374 kg/día en el tratamiento fertilizado con NP y una ganancia de 0,246 kg/día en el testigo sin fertilizar, la producción de carne fue de 153,1 y 101,3 kg/ha para el tratamiento fertilizado y el testigo respectivamente. Moraes et al. (2008) obtuvieron una ganancia diaria de terneras de 0,36 en un campo natural fertilizado con NPK, contra 0,26 del tratamiento testigo, en el período de junio a marzo. La producción de carne fue 258 kg/ha y 189 kg/ha en los tratamientos de campo natural fertilizado y campo natural respectivamente. Pirez (2012) reporta que la aplicación de nitrógeno generó incrementos en las ganancias diarias de los animales para período invernal, en el tratamiento con suministro de 100 kg/ha de N los animales ganaron 551 g/día, mientras que en el testigo sin fertilizar la ganancia fue de 350 g/día, cabe aclarar que los dos tratamientos presentaban la misma carga.

Caresani y Juanicotena (2008) no testificaron diferencias significativas en la producción de carne, ni en la ganancia diaria de animales pastoreando un campo natural en verano-otoño fertilizado con 100 kg/ha de N. Ferreira et al. (2008a) tampoco obtuvieron diferencias significativas en la ganancia diaria de novillos con una fertilización con NP, sin embargo, existe una tendencia hacia mejores ganancias en el

tratamiento fertilizado frente al testigo. Larratea y Soutto (2013) no encontraron diferencias estadísticas en la ganancia diaria de animales, entre los tratamientos con 60 y 114 kg/ha de N, para el período invierno- primavera. Igual que los anteriores, Gallinal et al. (2016), no obtuvieron incrementos significativos en la ganancia diaria con la aplicación de 60 y 120 kg/ha de N para el período estivo- otoño. En primavera y principios de verano, André et al. (2016) tampoco obtuvieron efectos de la fertilización sobre la ganancia diaria de animales.

2.3. EFECTO DEL MEJORAMIENTO CON LEGUMINOSAS

2.3.1. Introducción de leguminosas

Con el manejo tradicional de engorde a campo, se obtienen bajas ganancias de peso a lo largo del año, con pérdidas en épocas críticas, lo que determina un prolongado período de engorde (Pigurina, 1998). El prolongado período de engorde determina una avanzada edad de faena, un lento retorno del capital y algunas características que podrían afectar la comercialización (homogeneidad de las carcasas, color de la carne y grasa, rechazo por cortes oscuros, etc., Pigurina, 1998). La siembra de leguminosas en cobertura o con labranza reducida, de alta producción y persistencia acompañada de fertilización fosfatada, es una tecnología de bajo riesgo y gran impacto en los sistemas de producción de basalto (Behmaja, 1998). El establecimiento y manejo de estas leguminosas permite lograr aumentos significativos en la producción y calidad de forraje producido, en especial durante el invierno (Castro, Behmaja y Berretta, Behmaja, citados por Behmaja, 1998).

El rendimiento de estas pasturas mejoradas es, según tipos de suelos y vegetaciones, superior a la de las pasturas sin introducción de leguminosas entre 50 y 100%, siendo el rendimiento invernal hasta tres y cuatro veces superior, este tipo de mejora de las pasturas naturales permite la introducción de nitrógeno al ecosistema con un costo reducido (Berretta y Levratto 1990, Berretta 1998a). Según Carámbula (2002), mientras las leguminosas tengan buena adaptación, seguirán siendo por mucho tiempo la fuente más económica de este nutriente. Ledger y Giller (1995) reportan que el contenido de nitrógeno fijado por la asociación del rhizobium con la leguminosa en praderas templadas presenta gran variabilidad, en condiciones favorables el trébol blanco o la alfalfa fijan 400 kg de N/ha/año, y en algunas ocasiones más de 650 kg/ha/año.

El suministro de otros nutrientes es clave para la fijación de nitrógeno por las leguminosas. Whitehead (2000), explica que, en pastoreos ligeros de pasturas naturales o seminaturales, no suministrar fertilizantes fosforados o potásicos, equivale a menudo a una fijación de nitrógeno de 25 kg/ha/año. Por lo tanto, a pesar del notable impacto en el sistema de la siembra de leguminosas, es importante no dejar de lado la refertilización

anual con fósforo, decisión justificada por dos factores según Ayala y Carámbula (1995), los bajos niveles naturales fósforo en el suelo (2 ppm) y el importante stand de leguminosas presentes capaces de responder al incremento de este nutriente.

La introducción de especies de leguminosas, la fertilización con fósforo y el manejo del pastoreo dirigido a favorecer las especies sembradas, promueven un cambio cualitativo de la vegetación. Se obtiene un campo con predominio de especies invernales donde se destacan especies perennes, nativas, finas invernales, además de las especies introducidas. Por otra parte, hay un aumento considerable en la producción de forraje, particularmente durante el ciclo invernal (Behmaja y Berretta, 1991).

2.3.2. Producción de forraje

Las leguminosas en general se desarrollan bien el primer año de siembra y su aporte al rendimiento puede oscilar entre un 10 a un 30 % (Pallarés y Pizzio, 1998). Behmaja (1998) trabajando sobre basalto medio y profundo registró 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.

La producción anual promedio de forraje de 1979 a 1986 (previo al mejoramiento con trébol blanco y *Lotus corniculatus* sobre unidad Queguay chico en la estación Glencoe de INIA Tacuarembó) a sido de 5670 \pm 990 kg de MS/ha; luego de la renovación, ésta fue de 5100 kg de MS/ha en 1987, 5480 kg MS/ha en 1988 y 6650 kg de MS/ha en 1989 (Berretta y Levratto, 1990).

Risso et al. (2002) obtuvieron para mejoramientos de trébol blanco y de *Lotus corniculatus*, y lotus cv. Rincón, producciones de 7658 y 7179 Kg de MS/ha/año respectivamente. Ambos, valores que más que duplican a los de los campos naturales de la zona, los cuales producen en el entorno de 3100 kg MS/ha/año.

Peñagaricano (1995) registra para un mejoramiento con lotus Rincón de segundo año, una producción de materia seca anual de 11418 kg/ha promedio de dos suelos considerados. Los cuales triplican la producción del campo natural (Cristalino CONEAT 100) que fue de 3500 kg de materia seca como valor promedio de 6 años.

2.3.3. Estacionalidad

Ayala y Carámbula (1995) hablando sobre la región Este, señalan que se caracteriza por una limitada oferta forrajera con una marcada estacionalidad y variabilidad entre años, el verano, por el contrario, es determinante de los rendimientos anuales (40-45% del total), siendo las especies estivales (C4) predominantes responsables del principal aporte.

Sobre ganancia de peso de vacunos, las mayores diferencias entre campo natural y campo natural mejorado se encontraron desde agosto a diciembre (período primaveral), donde los primeros ganaron 50 kg y los segundos 103 kg. En el período otoño-invernal no hubo diferencia entre lotes y en el período estival se encontró una diferencia de 16 kg más de ganancia por novillo a favor del campo mejorado (Pallarés y Pizzio, 1998). Evidentemente las mayores diferencias respecto a una situación sobre campo natural resultan del comportamiento en el período invernal. Mientras que sobre campo natural se registraron importantes pérdidas de peso, mayores de 20 kg/animal, sobre mejoramientos es posible lograr ganancias moderadas y/o próximas a mantenimiento, para luego alcanzar altas tasas de ganancia diaria durante el período primaveral (Ayala y Carámbula, 1995).

2.3.4. Composición botánica

La introducción de especies de leguminosas, la fertilización a la siembra, las refertilizaciones anuales con fósforo, y el manejo del pastoreo llevan a la vegetación, en un proceso biótico lento, a un nuevo punto de equilibrio donde el rendimiento y la calidad son superiores a la que existían en el estado de partida (Berretta, 1998a). A medida que las condiciones de crecimiento son alteradas por aumento de la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, aparecen cambios botánicos graduales hacia incrementos en la participación de especies C3 en respuesta al aumento de fertilidad. Ese aumento en la fertilidad responde a la transferencia del nitrógeno de las leguminosas a las gramíneas asociadas, a través de la materia orgánica del suelo, como consecuencia de exudados de raíces, muerte y descomposición de parte aérea, raíces y nódulos (Carámbula, 1992).

Berretta (1998a) observó que uno de los cambios más importantes que se observan a nivel de la vegetación es el incremento de las especies de ciclo invernal (C3), también, comenta que en el segundo invierno de un mejoramiento con trébol blanco y *Lotus corniculatus*, una contribución específica de las invernales de 78,5%. En algunos campos, especies nativas invernales, como *Poa lanígera*, *Stipa setigera*, *Piptochaetium stipoides* y babosita (*Adesmia bicolor*) incrementan su frecuencia, haciendo que la vegetación del mejoramiento sea más invernal que la del campo que le dio origen

(Berretta y Levratto, 1990). Behmaja y Berretta (1991) reportan una respuesta significativa en la inclusión de fósforo y leguminosas, cambiando el balance de especies invierno- estivales a favor de las primeras.

Risso et al. (2002) observan para distintos años una clara disminución de las especies estivales cuando el campo fue mejorado tanto con trébol blanco y *Lotus corniculatus*, como con lotus Rincón. Es de destacar que cuando el mejoramiento fue a partir de *Lotus corniculatus*, este representó un 7 y 12% de las especies estivales en el período invernal y primaveral respectivamente.

Agrupando las especies por los tipos productivos, se observó un marcado predominio de los pastos finos. Este grupo incluye al trébol blanco, lotus, raigrás, *Poa lanígera*, flechilla y con menor frecuencia, *Adesmia bicolor*, trébol carretilla (*Medicago polymorpha* var. *Vulgaris*) y pasto miel (*Paspalum dilatatum*). Esta proporción de pastos finos, exceptuando los sembrados, contrasta con lo que ocurre en los campos no mejorados, donde su participación no supera el 10% (Berretta y Levratto, 1990). Risso et al. (2002) plasman una composición del campo natural con una frecuencia de especies finas del 1%, tiernos 26%, los pastos ordinarios y hierbas enanas un 65%. Mientras que en los mejoramientos se registra un 31% de especies finas, un 15% de pastos tiernos, 6% de pastos duros y 3% de malezas.

Por último, cabe agregar que, la fertilización nitrogenada tendería a disminuir el porcentaje de leguminosas del tapiz, mientras que la fertilización P-K favorecería la producción de las mismas (Bottaro y Zabala, 1973).

2.3.5. Calidad del forraje

En general, el valor nutritivo de las pasturas, medido en términos de contenido de proteína cruda (PC), digestibilidad de la materia orgánica (DMO) u otra forma indirecta de medir energía (NDT, FDA, EM, EN, etc.) y contenido de minerales, están relacionados con la época de crecimiento de las pasturas. Por supuesto que además dependen en gran medida del tipo de suelo, composición botánica, manejo anterior y de las condiciones climáticas. La calidad de la dieta del animal dependerá además de la selectividad y comportamiento en pastoreo (Pigurina, 1998).

El campo natural compuesto por distintas especies de diferente valor nutritivo, presenta en líneas generales, alto contenido de fibra detergente ácida ó FDA (representada por diferentes componentes de la pared celular). Como regla general a mayor contenido de FDA en la dieta, menor calidad de la misma. Esta menor calidad afectará el consumo del rumiante, así como también distintos parámetros ruminales (llenado del rumen, tasa de pasaje del alimento ingerido, entre otros, Scaglia, 1995). Al mismo tiempo, la capacidad del rumiante de digerir la fibra va a depender de la

disponibilidad de proteína (más específicamente nitrógeno) que tengan los microorganismos del rumen, quienes son, en definitiva, los que deben cumplir esa tarea, los valores de proteína cruda del campo natural se encuentran en el límite de lo requerido para un correcto funcionamiento del rumen (Scaglia, 1995).

El nivel de PC del forraje de ambos mejoramientos (t. blanco y l. rincón) es sensiblemente superior al de la vegetación matorral típica de estos suelos (8,6%), cuyos valores fueron 13,23 y 12,35% respectivamente (Risso et al., 2002). Estas mejoras en los niveles promedio de proteína cruda, en función de la selección por parte de los animales, permiten llevar a cabo tanto el engorde como el crecimiento de manera adecuada por parte de los mismos.

Peñagaricano (1995) obtiene para mejoramientos con rincón, datos de digestibilidad promedio a lo largo del año entre 53,3% y 54,8%, superando la digestibilidad del campo natural que oscila entre 39% para estados de madurez y 55% para el estado vegetativo. El contenido de proteína del forraje producido es 11,8%, variando entre 8,4 y 16,5%. El porcentaje de proteína de los mejoramientos es superior al del campo natural cuyo contenido proteico oscila entre 6,2% en invierno y 11,7% en primavera.

2.3.6. Producción animal

Coberturas de trébol blanco cv. Zapicán y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, así como lotus Rincón permiten obtener entre 200 y más de 400 kg/ha/año de aumento de peso vivo con distintos manejos y categorías animales (Risso, 1998). Bajo mejoramientos con las mismas especies, pastoreado por novillos hereford de 1 año y medio y capones de 2 a 4 dientes, Ayala y Carámbula (1995) considerando el período de evaluación (marzo a enero), los animales (novillos) registraron ganancias individuales de 713 g/día y 700 g/día para las cargas de 1,07 y 1,22 UG/ha respectivamente, datos más relevantes si se los compara con los 280 g/día que obtuvieron sobre campo natural. Mientras que los capones, según la misma publicación, promedialmente se obtuvo incrementos de 21 kg/animal en el período marzo-noviembre, valor más que significativo si se lo compara con los 14,9 kg/animal/año logrados en condiciones de campo natural, no se registraron diferencias significativas en el peso de vellón por animal entre las dos cargas manejadas. Los niveles totales de producción con el agregado de animales volantes se situaron en 453 kg/ha/año de carne equivalente para la carga baja (1,07UG/ha) y 551 kg/ha/año para la carga alta (1,22 UG/ha), con diferencias significativas entre ellas al 10% (Ayala y Carámbula, 1995).

Pallarés y Pizzio (1998), registran con una carga de 0,8 novillos/ha/año, campo natural mejorado con leguminosas (trébol carretilla, lotus y trébol blanco) y fertilización fosfatada dio una ganancia de 201 kg por novillo en un año.

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

2.4. EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE

2.4.1. Producción de forraje

La carga animal y el método de pastoreo aparecen como herramientas para aumentar la producción del campo natural, siendo necesario para esto un ajuste del número de animales para mantener la estructura de la pastura dentro de determinado rango, que permita obtener la máxima productividad animal con el mayor retorno económico. Cada tipo de campo tiene una producción potencial que va a determinar la capacidad de carga. Cuando el campo se maneja con carga adecuada y períodos de alivio es posible mantener una vegetación vigorosa y productiva (Errandonea y Kuchman, 2008). Determinar la dotación adecuada a cada tipo de campo es la decisión de manejo más importante (Holechek et al., Heady y Child, citados por Berretta, 1996). Cada vegetación tiene una producción potencial que va a determinar la capacidad de carga de la misma (Berretta, 1998a).

Si la dotación excede la capacidad de carga, generalmente se produce un cambio en la composición de una comunidad vegetal a otra que es menos productiva o de menor valor para la alimentación de los animales, generalmente asociada a cambios en los tipos vegetativos (Berretta, 1998a).

La carga animal es uno de los factores determinantes directos de la producción animal de un campo, siendo el de mayor incidencia en la sostenibilidad de una pastura natural (Pizzio y Pallarés, 1994). Por lo tanto, una de las principales razones por la que los pastos nativos se consideran pocos productivos por técnicos y productores se debe principalmente a la mala gestión de la oferta de forraje (Soares et al., 2005).

Ajustar la carga animal en función de la disponibilidad significa controlar el nivel de forraje que cada animal debe encontrar diariamente para su disponibilidad. Esta cantidad debe ser traducida en términos de materia seca y debe estar relacionado con el tamaño del animal, lo que determina su ingesta. La capacidad de ingesta de un bovino es de alrededor de 2 a 2,5% de su peso vivo dependiendo de las cualidades de la pastura (Nabinger et al., 2007).

Según Zanoniani et al. (2008a) un manejo de pastoreo de 2% de asignación de forraje determina un alto consumo de la pastura, por lo tanto, un escaso forraje remanente y una mayor pérdida de plantas que limita su rebrote y acentúa su

enmalezamiento. En otro experimento Zanoniani et al. (2008b) encontraron que la producción de forraje se maximiza con una asignación de forraje 6,8% del peso vivo produciéndose 5200 kg de materia seca por hectárea.

En una evaluación de tres cargas (0.83, 1.13, 1.48 UG/ha) durante 9 años, Pizzio y Pallarés (1994) obtuvieron como resultado que la carga alta afecta sustancialmente la disponibilidad de materia seca, llegando a niveles realmente críticos a partir del quinto año de pastoreo y hacer crisis en el octavo año por las condiciones climáticas. En contraposición la carga más baja presentó un exceso de acumulación de materia seca, mientras que. Por último, la carga media se mantuvo estable a lo largo de los 8 años de experimento.

Zanoniani (2009) también obtuvo, debido a bajas ofertas de forraje, un aumento en la intensidad del pastoreo, lo que determinó menores remanentes limitando el crecimiento en los siguientes pastoreos, reduciendo la cantidad de forraje disponible posterior. Esto se debe a que la intensidad de pastoreo afecta la absorción de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) en condiciones de campo natural, a modo de ejemplo se toma la absorción con respecto a 3 asignaciones de forraje 4, 9 y 14% del peso vivo. A mayor intensidad de pastoreo (4% OF) el índice de área foliar remanente es menor y la pastura se recupera más lento, no alcanzando los valores de intercepción que se logran con menores intensidades de pastoreo (9% y 14% OF). Visto de otra manera, si se considera que a los 20 días de descanso los tratamientos con menor intensidad (OF 9 y 14% PV) llegan a valores de absorción muy cercanos al máximo, en el tratamiento de 4% OF esto no se logra. Esto indica que a mayor intensidad de pastoreo menos radiación es capturada por la pastura, más radiación se pierde y no va a aportar para la fotosíntesis, limitando la producción de forraje (Boggiano y Zanoniani, 2013).

2.4.2. Composición botánica

Los cambios en el suministro de forraje durante los años producen cambios en la vegetación que tienen como consecuencias performances animales diferentes si se compara con la asignación de forraje fijo. Este impacto resulta ser particularmente importante en el periodo de mayor restricción de forraje, cuando la evolución de una menor oferta en la primavera (8%) hacia una mayor oferta en el resto del año (12%) incluso puede producir aumentos de peso positivos, abriendo un nuevo horizonte de posibilidades de producción animal a pasturas naturales (Soarez et al., 2005).

La aplicación de cargas diferentes durante varios años puede dar como resultado tapices bien diferenciados. Con el aumento de la carga se puede observar el incremento de las especies rastreras del género *Paspalum* y por otro lado la disminución de las especies erectas como *Coelorhachis selloana*. En otro trabajo se observó que la

especie que más disminuyó con el aumento de la carga fue *Andropogon lateralis* (Pizzio y Pallarés, 1994).

En una mayor intensidad de pastoreo se ven zonas sin vegetación, lo que lleva a la aparición de especies de valor forrajero bajo o nulo. La especie *Baccharis trímera*, *Briza minor*, *Briza poaemorpha*, *Coelorhachis selloana*, *Danthonia secundiflora*, *Eragrostis bahiensis*, *Eryngium horridum*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum vaginatum*, *Piptochaetum montevidensis*, *Saccharum trinii*, *Schizachyrium microstachyum*, *Setaria vaginata*, *Stipa setigera* y *Vulpia australis* caracterizan la comunidad de plantas de 12 y 16% de oferta. Especies de interés forrajero C3 y C4 son observadas a mayores ofertas de forraje (De Souza et al., 2006).

En otro experimento realizado por Thurow et al. (2006) donde trabajaron con distintas asignaciones encontraron que especies cespitosas como *Erianthus angustifolius* y *Andropogon lateralis* que predominaban en los inicios del experimento son menos consumidas a medida que aumentó la oferta. Estas especies son menos adaptadas al pastoreo y por esta razón disminuyen su ocurrencia a mayores intensidades de pastoreo y también reducen el tamaño de las matas. El porcentaje de suelo desnudo también se vio incrementado con el aumento de la intensidad de pastoreo y disminución de las matas, aunque las variables no están directamente relacionadas. En conclusión, la oferta de forraje es la herramienta que permite condicionar a la pastura natural en la estructura deseada a través de su efecto en la composición florística y en la altura media de los componentes de la vegetación.

2.4.3. Estacionalidad

Aumentos en la oferta de forraje determinan remanentes más altos con menor remoción del área foliar y de los pseudotallos, condición que favorece principalmente a los tipos cespitosos, mayoría de las gramíneas invernales (Zanoniani, 2009).

Sevrini y Zanoniani (2011) en estudios sobre *Bromus auleticus* encontraron que las ofertas de forraje (OF) menores durante el verano reducen más la competencia de las estivales que están en período de crecimiento, mientras que *Bromus auleticus* es menos perjudicado por presentar semi-latencia estival. Así en otoño las parcelas de menor oferta de forraje presentan un tapiz estival menos competitivo para el crecimiento inicial de las invernales (Rosengurtt, 1979).

Soares et al. (2005) estudiaron el efecto de la oferta en las distintas estaciones. En primavera hubo diferencias significativas para la tasa de crecimiento entre las distintas ofertas de forraje, siendo que el tratamiento con 16% OF fue el que presentó la menor tasa de crecimiento de materia seca, no hubo diferencias entre los tratamientos de 8 y 12% de OF. Siendo el valor medio para tasa de crecimiento de 10,3 kg ha⁻¹ de MS día⁻¹. En verano no se encontró diferencias en la tasa de crecimiento con

respecto a la primavera, pero en invierno sí. En el verano la tasa más alta se verificó en la menor oferta y en el invierno lo inverso, siendo que en el otoño hubo un comportamiento intermedio entre el verano y el invierno. La mayor producción de materia seca invernal en la mayor oferta, con relación a la menor oferta puede estar asociada a la mayor participación de especies invernales junto a las matas y la posible protección que el estrato superior podía estar causando sobre las gramíneas estoloníferas de verano. En las menores ofertas de forraje, la tasa de crecimiento parece ser más sensible a condiciones climáticas, acumulando más en primavera y verano y menos en otoño e invierno.

2.4.4. Producción animal

Según Nabinger et al. (2007) la capacidad de consumo puede variar dependiendo de cómo se presenta la disponibilidad de la pastura al animal. Por lo tanto, pastos muy bajos pueden limitar el consumo, ya que el tamaño de cada bocado es pequeño en relación a pasturas con mayor altura, donde el peso del bocado es mayor. En pastos muy bajos, incluso si el animal tiene un área grande a disposición, a pesar de que utilice todo el día como tiempo de pastoreo, no es posible recolectar una cantidad capaz de cumplir con sus capacidades de consumo. Por lo tanto, su rendimiento se ve afectado, a pesar que la calidad de la cosecha es alta. En la medida que aumenta la disponibilidad de forraje por unidad de superficie y por animal, aumenta el rendimiento del individuo, ya que el animal puede llenar la boca con cada bocado y también puede seleccionar que comer en términos de parte de plantas y especies.

Resultados de experimentos realizados por Pizzio y Pallarés (1994) dan como resultado que el aumento de la carga se relaciona negativamente con el aumento de la ganancia individual y presenta una alta variabilidad entre años. Con lo anterior queda demostrado que el aumento de la carga hace más inestable al sistema y la ganancia de peso queda estrechamente relacionada a las condiciones climáticas. En la producción por hectárea generalmente se relaciona positivamente con la carga, pero cuando se mantiene una alta carga por muchos años puede ocurrir que la mayor carga no se relacione con la mayor producción por hectárea.

La producción de carne por hectárea disminuye con la disminución de la intensidad de pastoreo, mientras que la ganancia individual siguió un comportamiento inverso (Zanoniani et al., 2008a).

Según Setelich, citado por Soares et al. (2005), el máximo de ganancia diaria se obtuvo ofreciendo 12,4% de peso vivo, la cual fue de 679 g/d en primavera y 481 g/d en verano-otoño, esto se corresponde con una masa de forraje superior o igual a 1200-1400 kg de forraje por hectárea. La máxima ganancia de peso vivo por hectárea fue obtenida

en primavera, el máximo valor fue de 117 kg por hectárea con un nivel de oferta de 12,2% y una masa de forraje de 1350 kg de forraje por hectárea.

Según Correa, citado por Soares et al. (2005), en el periodo verano-otoño la máxima ganancia de peso vivo fue de 95,3 kg por hectárea con una oferta de 9,3% y una masa de forraje de 1000 kg de materia seca por hectárea.

En relación a la ganancia diaria, cabe destacar que no hay interacción entre la oferta de forraje y la estación del año ($P > 0,05$). Comparando las medias de las estaciones se verifica una diferencia ($p < 0,05$) a favor de la primavera, en la misma, la ganancia media fue 0,735 kg por animal por día mientras que en verano, otoño e invierno fue de 0,535, 0,086, y de -0,046 kg por animal por día respectivamente (Soares et al., 2005).

2.5. INTERACCIÓN ENTRE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y OFERTA DE FORRAJE

La producción de forraje se incrementa como consecuencia de la aplicación del fertilizante nitrogenado en condiciones de alta intensidad de pastoreo (baja oferta de forraje), pero se reduce con baja intensidad de pastoreo (alta oferta de forraje). El agregado de N determina un rebrote más rápido, alcanzándose rápidamente el IAF óptimo que, en los tratamientos de alta OF con IAF remanentes mayores, produce condiciones de sombreado que determinan una reducción en la acumulación de materia seca verde (Zanoniani et al., 2011). Según Carámbula (2002) la respuesta al nitrógeno puede ser extremadamente variable, se debe realizar en sistemas intensivos que implican movimientos controlados de ganado y una alta eficiencia, mediante fertilizaciones fraccionadas y reciclaje activo, lo cual conducirá al máximo aprovechamiento del nitrógeno.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1. Localización y período de evaluación

El experimento se realiza en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, ubicada en el km. 363 de la ruta General Artigas, departamento de Paysandú, Uruguay (32° 20'9" latitud Sur y 58° longitud Oeste, 61 ms. N. m.) en el potrero 18. El periodo de evaluación fue verano, el cual está comprendido desde el 1/12/2015 al 28/2/2016, mientras que el otoño va desde 1/3/2016 al 6/6/2016.

3.1.2. Información meteorológica

Se utiliza información meteorológica de la estación automática de la EEMAC para realizar la caracterización climática del período experimental. Se toma la serie histórica 2002-2014 de la misma estación para enmarcar dicha caracterización. A partir de las precipitaciones y evapotranspiración se realiza un balance hídrico de Thornthwaite-Mather para el cual se tomó en cuenta una capacidad de almacenaje de agua del suelo de 80mm.¹

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL

3.2.1. Suelos

La Unidad de suelos que abarca al experimento es San Manuel, que, según la clasificación de suelos del Uruguay, presenta como suelos dominantes brunosoles eútricos típicos y litosoles y solonetz como asociados según la carta de reconocimiento de suelos del Uruguay escala 1:1000000 (Altamirano et al., 1976). Desarrollados sobre la formación Fray Bentos (Bossi et al., 1975). El relieve es de pendientes moderadas y lomadas suaves (Durán, 1985).

¹ Boggiano, P. 2017. Com. personal.

3.2.2. Vegetación

La vegetación dominante está formada por un estrato alto dominado por especies arbóreas de monte de parque, característico de zonas cercanas al Río Uruguay, apareciendo *Acacia caven* Molina (espinillo) como dominante y *Prosopis affinis* Spreng (ñandubay) como especie asociada. En el estrato medio aparecen los renuevos pos-tala de las especies mencionadas anteriormente y otras especies arbustivas, subarbustivas y subarborescadas como *Baccharis coridifolia*, *B. punctulata* DC., *B. trimera*, *Eupatorium bunifolium* Hook ex Am. y *Eryngium horridum* Malme entre otras. Conjuntamente con estas especies aparece un tapiz herbáceo como estrato bajo, conformado por una vegetación dominada por gramíneas, de variable valor pastoril, donde se destacan por su frecuencia y participación *Botriochloa laguroides* DC., *Paspalum dilatatum* Poir, *Paspalum notatum* Fl., *Setaria geniculata* (Lam) Beauv y *Paspalum plicatulum* Michx. Como estivales y *Bromus auleticus* Trinus, *Piptochaetium stipoides* Trinus Et Rupr., *Stipa megapotámica* Spreng ex Trim, *S. setigera* Prest como invernales. Como leguminosas asociadas se destacan *Desmodium incanum* DC., *Adesmia bicolor* Poir. ex DC., y *Trifolium poymorphum* Poir.

3.3. ANTECEDENTE DEL POTRERO

Según Zanoniani (2009), el área del experimento cuenta en su mayoría, con una historia de más de 20 años de cría de ganado vacuno, correspondiendo a un “campo virgen” según sugiere la presencia de especies que así lo caracterizan como gran frecuencia de *Bromus auleticus* Trinus, *Dorstenia brasiliensis* Lamarck (Rosengurt, 1979) y *Geranium albicans* St. Hil. Existe un área menor del experimento que viene con una historia de distintos manejos de carga y fertilización con nitrógeno y fósforo en el período 2001-2004 (Zanoniani, 2009), quedando sin fertilizar y bajo pastoreo homogéneo hasta 2012, cuando se vuelve a un esquema de fertilización evaluando diferentes dosis de nitrógeno.

3.4. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se trabaja con novillos de 2 a 3 años de la raza Holando con un peso promedio al inicio del experimento de 302 ± 48 kg. PV. Los animales fueron asignados al azar dentro de los distintos tratamientos. Se les realiza tratamiento sanitario cada 40 días.

3.5. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se consideran dos experimentos en función de la historia de fertilización de las áreas.

Para el experimento 1 se comparan distintos niveles de intervención sobre el campo natural, siendo los tratamientos: 1) campo natural sin intervención (CN), 2) introducción de especies leguminosas + 100 kg/ha de 7 (40/40)-0+4% S (CNM), 3) fertilización nitrogenada con 60 kg/ha/año de N y 100 kg/ha de 7 (40/40)-0+4% S (60N) y 4) fertilización nitrogenada con 120 kg/ha/año de N y 100 kg/ha de 7 (40/40)-0+4% S (120N).

En el experimento 2, únicamente se evalúan tratamientos de niveles de fertilización nitrogenada, recibiendo iguales dosis de fertilizantes que los tratamientos 3 y 4 del experimento 1, pero con mayor historia de fertilizaciones NP sucesivas. Estos tratamientos se ubicaran en el bloque 5 (5-60N y 5-120N).

El diseño del experimento es en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los mismos son asignados según posición topográfica y tipo de suelo. Los bloques 1, 2, 3 y 4 se dividen en cuatro parcelas adjudicándole al azar un tratamiento a cada parcela. El tamaño promedio de parcela para CN, CNM, 60N y 120N fue de 0,72, 0,71, 0,26 y 0,26 ha respectivamente, totalizando un área de 7,86 ha.

Por otro lado, el experimento 2, identificado como bloque 5, se divide en cuatro parcelas de similar tamaño (0,54 ha) quedando conformado por dos tratamientos con dos repeticiones, llegando a 2,22 ha.

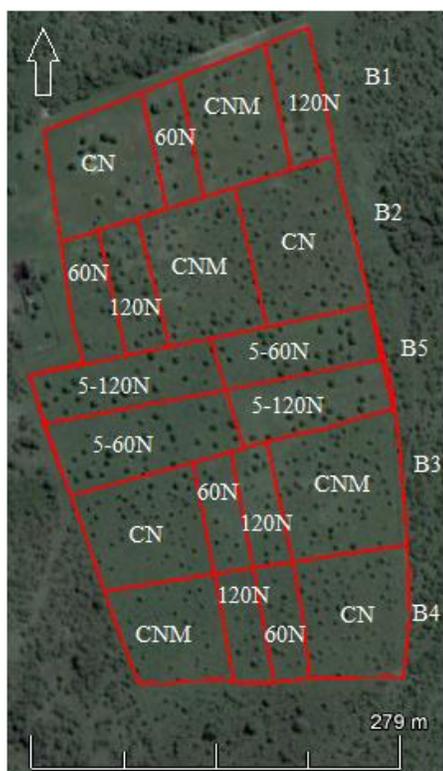


Figura No. 1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos en el sitio experimental.

3.6. SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN

Las especies introducidas son *Lotus tenuis* cv. Matrero y *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116, a una densidad de 6 kg/ha de cada leguminosa, con una fertilización a la siembra de 40 kg/ha de P_2O_5 , correspondiendo a 100 kg/ha de 7-(40/40)-0 + 4% S. La siembra al voleo se realiza el 3 de setiembre de 2014.

Según Gallinal et al. (2016) a la hora de la siembra de estas especies se logra una pobre implantación, debido a la densidad presentada del tapiz, al volumen de restos secos acumulados y a la época de siembra que determina condiciones de mayor competencia y riesgos de sequía. El manejo del pastoreo posterior a la siembra aumenta la competencia del tapiz por manejo de oferta de forraje altas.

La fertilización nitrogenada se realiza con una fuente amoniacal bajo forma de urea granulada, en dos aplicaciones de media dosis, una en otoño y otra en invierno. La primera aplicación se lleva a cabo en la primavera 2014 (3 de setiembre) con 30 kg/ha de N y 60 kg/ha de N para los tratamientos 60N y 120N respectivamente. Estos tratamientos también recibieron 100 kg/ha de 7-(40/40)-0 + 4% S.

3.7. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.7.1. Manejo experimental

Se utiliza el método de pastoreo con carga animal variable (Mott y Lucas, 1952) para ajustar la oferta de forraje (OF) según la estación del año. Los ciclos de pastoreo abarcan 56 días para el experimento 1, constituidos por 14 días de ocupación de la parcela y 42 días de descanso, y de 28 días para el experimento 2, consistiendo en 14 días de pastoreo y 14 de descanso. El objetivo de oferta de forraje se fija a priori y fue de 10% del PV para el verano y 8% del PV para el otoño.

Se utiliza el método de “put-and-take” para el ajuste de la OF utilizando animales fijos (tésters) y animales “volantes” para lograr las OF objetivo en cada período de ocupación de la parcela. Este método de ajuste se realiza para que las comparaciones entre tratamiento sean válidas, ya que así se logran intensidades de pastoreo uniformes (Blaser et al., Lucas, Mott, Mott y Lucas, citados por Maraschin, 1993).

3.7.2. Determinaciones en la pastura

3.7.2.1. Estimación de la materia seca presente

La estimación de la materia seca presente se realiza a través del método de doble muestreo por escala visual (Haydock y Shaw, 1975) previo al pastoreo con el objetivo de obtener la materia seca presente, o pos pastoreo para obtener el remanente. Se cortan tres repeticiones de cada punto de la escala, completando 15 muestras para en cada período de muestreo. Las muestras se pesan en fresco y se secan en estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante (48 a 72 horas).

Se muestrea el área utilizando marcos de 0,5 x 0,5 m registrando en cada uno el valor de escala, altura de la pastura en cm y en combinación con el método botanal (Tothill et al., 1992) la contribución porcentual de las diferentes fracciones a la materia seca presente. El número de muestras fue de 40 en las parcelas de menor superficie y 60 en las de mayor tamaño. La distribución de las muestras en el espacio es mediante muestreo sistemático recorriendo el área, procurando realizar un muestreo homogéneo y representativo.

La altura de la pastura se determina considerando la altura de la hoja verde más alta que contactaba con la regla, no considerando la hoja bandera de las macollas florales, ni cañas.

3.7.2.2. Estimación de la producción de materia seca

La producción total de materia seca (MS) corresponde a la suma del forraje producido en cada ciclo de pastoreo. Dichas producciones se obtienen sumando lo producido en los períodos de descanso. Se realiza la diferencia entre los kg/ha de MS presente al inicio del pastoreo y los kg/ha de MS presentes al final del pastoreo anterior, más lo producido durante el periodo de pastoreo, valor que se estima con la tasa de crecimiento que viene teniendo la pastura hasta antes del comienzo del pastoreo.

3.7.2.3. Estimación de la tasa de crecimiento del forraje

La tasa de crecimiento (TC) se calcula como la producción de MS acumulada en un ciclo de pastoreo, dividido los días del ciclo de pastoreo.

3.7.2.4. Estimación de la materia seca disponible y remanente

La MS disponible se estima como la suma de la MS presente al inicio de cada período de pastoreo más la producción de MS durante el período de pastoreo. Por otro lado, la MS remanente se estima como la MS presente al final de cada pastoreo.

3.7.2.5. Estimación de la altura de la materia seca disponible y remanente

Para calcular la altura de la MS disponible se promedian las cinco alturas registradas en cada una de las mediciones con marcos de 0,5 x 0,5 (40 mediciones en 60N y 120N, 60 mediciones de CN y CNM). Las alturas del remanente se calculan de la misma manera, diferenciándose el momento, el cual es al final del pastoreo.

3.7.2.6. Estimación de la materia seca desaparecida

La MS desaparecida en kg/ha se calcula como la diferencia entre la MS disponible a inicio de pastoreo y la MS remanente a fin de pastoreo.

3.7.2.7. Determinación de la composición botánica

El método botanal (Tothill et al., 1992) permite la estimación de la contribución porcentual al forraje presente de especies y/o grupos de especies previamente establecidos. Para asociar la composición de la pastura y la MS presente a una escala que permita la asociación con los resultados de desempeño animal, se propone la descripción a nivel de fracciones dominantes que se agrupan por características de ciclo de producción, tipo productivo, tipo vegetativo y hábito de vida. Para este trabajo se definieron grupos y fracciones con mayores frecuencias en el experimento: 1-*Bromus auleticus*, 2-*Stipa setigera*, 3-gramíneas perennes invernales (especies del género *Stipa*, *Bromus*, *Briza*, *Calamagrostis*, etc), 4-*Bouteloua megapotámica*, 5-*Paspalum notatum*, 6-*Paspalum dilatatum*, 7-gramíneas perennes estivales tiernas-finas, 8-hierbas, 9-restos secos, 10-gramíneas perennes estivales ordinarias-duras, 11-*Dichondra microcalyx*, 12-*Sporobolus indicus-Paspalum quadrifarium*, 13-leguminosas, 14-*Coelorhachis selloana* y 15-gramíneas anuales invernales. Para calcular la contribución de MS de cada grupo de especies se utiliza el ranking propuesto por Tothill (1978). A efectos del análisis estadístico y visualización de los resultados, ciertas fracciones se incluyen dentro de grupos de especies más amplios. En este sentido, debido a sus ciclos y a sus tipos productivos, *Coelorhachis selloana*, *Paspalum notatum* y *P. dilatatum* se incluyen dentro de gramíneas perennes estivales tierno-fino. Hierbas enanas, hierbas menores y cardos anuales conforman el grupo hierbas, debido a que su mayor o menor frecuencia de aparición denota efectos de los tratamientos.

Simultáneamente se realizaron estimaciones de suelo descubierto y cobertura de malezas de campo sucio. En este caso además de los grupos mencionados, se pauta el porcentaje de cobertura de suelo desnudo y de malezas de campo sucio, que sin contribuir a la MS disponible ayudan a explicar el comportamiento animal en pastoreo.

3.8. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES

3.8.1. Peso vivo

Para determinar el PV, se realizan pesadas de los animales cada 40-45 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.

3.8.2. Carga total e instantánea

Para la estimación de la carga total se calculan los kg de PV totales y se dividen por la superficie total de cada tratamiento, mientras que, para la carga instantánea, los kg

de PV se dividen sobre la superficie de la parcela al momento en que pastorearon. Se calculan para cada período y luego se ponderan para el total del período.

3.8.3. Ganancia animal

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

3.8.4. Ganancia por hectárea

Para el cálculo de la ganancia de PV por hectárea se procede a extrapolar la ganancia media de los animales téster, al número total de animales presentes en cada tratamiento para los períodos de verano y otoño, debido a que el peso inicial de los animales fue estadísticamente diferente. Para el período total se procede a sumar las ganancias obtenidas para cada estación.

3.8.5. Oferta de forraje

La oferta de forraje se define como la disponibilidad diaria 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 determinaron los kg de PV requeridos para el logro de dichas OF.

3.9. HIPÓTESIS

3.9.1. Hipótesis biológica

* La fertilización nitrogenada y la introducción de leguminosas, junto a la fertilización fosfatada, permitirán un incremento en la tasa de crecimiento y por ende en la producción de forraje.

* El aumento en la producción de forraje permitirá un aumento en la carga animal.

* La fertilización nitrogenada y la siembra de leguminosas en la pastura, junto a la fertilización fosfatada, promoverán a las especies de tipo productivo de mayor valor forrajero, aumentando la ganancia animal.

* El efecto historia de fertilización nitrogenada permitirá obtener ganancias individuales superiores al de menor historia.

3.10. MODELO ESTADÍSTICO

3.10.1. Modelo estadístico para la pastura

El modelo experimental corresponde a un diseño en bloques completos al azar (DBCA), quedando representado por:

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

Siendo:

- Y = corresponde a la variable de interés.
- μ = es la media general.
- τ_i = es el efecto de la i-ésimo tratamiento.
- β_j = es el efecto del j-ésimo bloque.
- ε_{ij} = es el error experimental.

Se realiza el análisis de la varianza entre tratamientos y en caso de existir diferencias, se realiza el análisis comparativo de medias utilizando Tukey con una probabilidad del 5%, en casos donde el p-valor se encontraba entre 0,05 y 0,1 se realizaba con una probabilidad del 10%.

3.10.2. Modelo estadístico para el animal

El modelo corresponde a un diseño completamente al azar (DCA).

$$Y_i = \mu^* + \tau_i + \beta_1 PI + \varepsilon_i$$

Siendo:

- Y = corresponde a la variable de interés.
- μ^* = es el intercepto.
- τ_i = es el efecto del i-ésimo tratamiento.
- β_1 = es el coeficiente de regresión de la covarianza PI.

- $PI=$ es el peso animal al inicio del experimento (covariable).
- $\varepsilon_i=$ es el error experimental.

3.10.3. Hipótesis estadística

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

* $H_a: \text{al menos un } \mu_i \text{ es } \neq$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

4.1.1. Temperatura

A continuación, se presenta la evolución de las temperaturas máxima, mínima y promedio desde diciembre 2015 a mayo de 2016. A su vez se adjunta la temperatura promedio de la serie histórica 2002-2014 para la EEMAC.

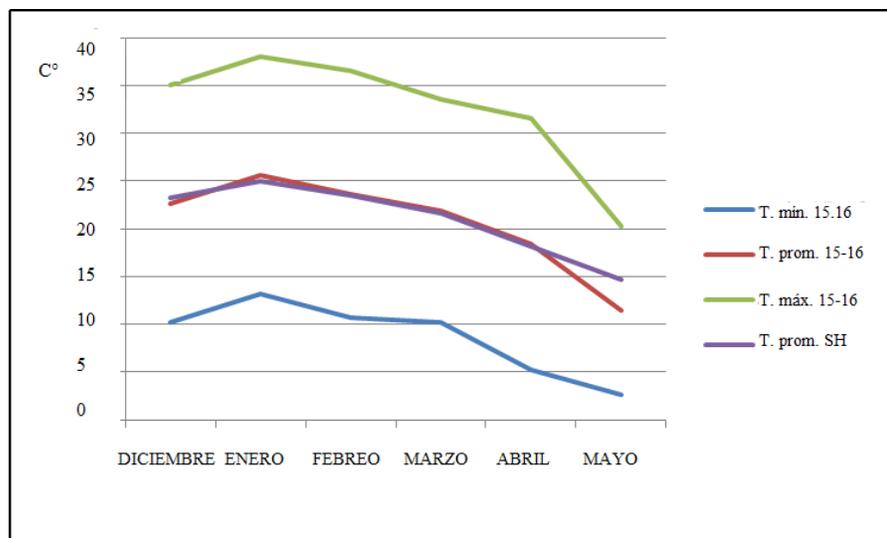


Figura No. 2. Temperatura máxima, mínima y promedio para el período de estudio, y promedio para la serie histórica (SH) 2002-2014 para la EEMAC.

Como se aprecia en la figura 2, las temperaturas promedio del experimento se solapan casi perfectamente a las de la serie histórica, donde a partir de fines de abril se comienzan a diferenciar paulatinamente. Llegando a mayo con una diferencia aproximada de 3°C, donde el período de estudio tuvo menos temperaturas promedio.

4.1.2. Precipitaciones

En la siguiente figura se presentan los datos de precipitaciones tanto para el período de estudio como para la serie histórica 2002-2014.

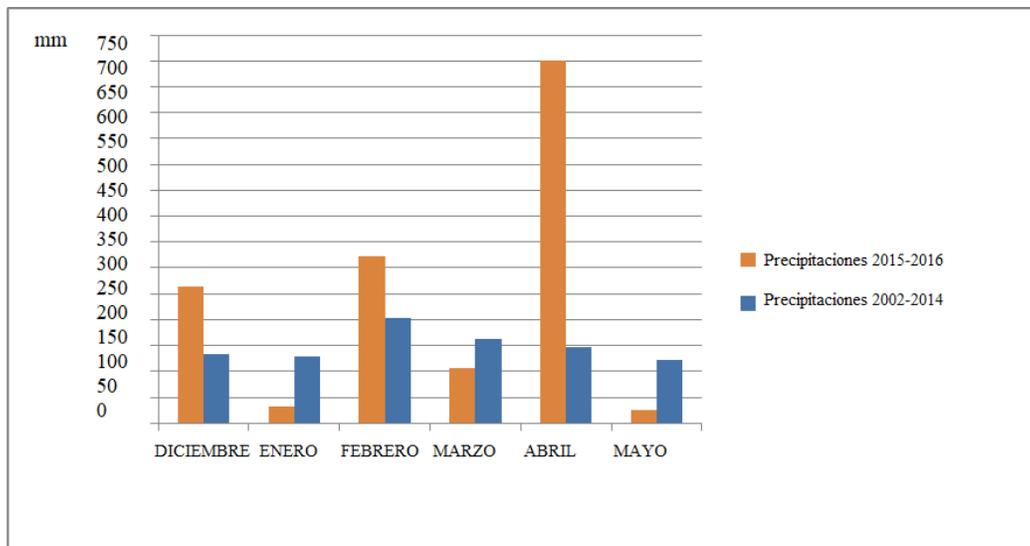


Figura No. 3. Volumen de precipitaciones para el período de estudio comparado con los de la serie histórica 2002-2014.

Como se ve en la figura 3, a diferencia de lo que sucede con el régimen térmico, el volumen de lluvias fue bastante diferente al promedio histórico. Existiendo meses que superan abrumadoramente al promedio, otros son algo inferiores y en otros llovió notoriamente menos. El período de estudio comienza lloviendo prácticamente el doble que el promedio en el mes de diciembre; mientras que en enero llovieron casi 100 mm menos que el promedio; lo opuesto sucede en febrero, donde llueve 121 mm más que la serie histórica; marzo fue el mes con las menores diferencias con respecto a la media, donde llovieron 56mm menos en el período de estudio; abril de 2016 fue un mes donde llovió más de la mitad del promedio anual de lluvias, donde el volumen de agua fue 4,8 veces superiores al promedio para dicho mes; por último en mayo sucede algo similar a enero, donde llueven casi 100 mm menos que la serie histórica.

4.1.3. Evolución del agua disponible en suelo

Seguidamente se presenta la información de agua disponible en suelo (ALM), evapotranspiración real (ETR), y los momentos donde sucedieron excesos y déficits de agua.

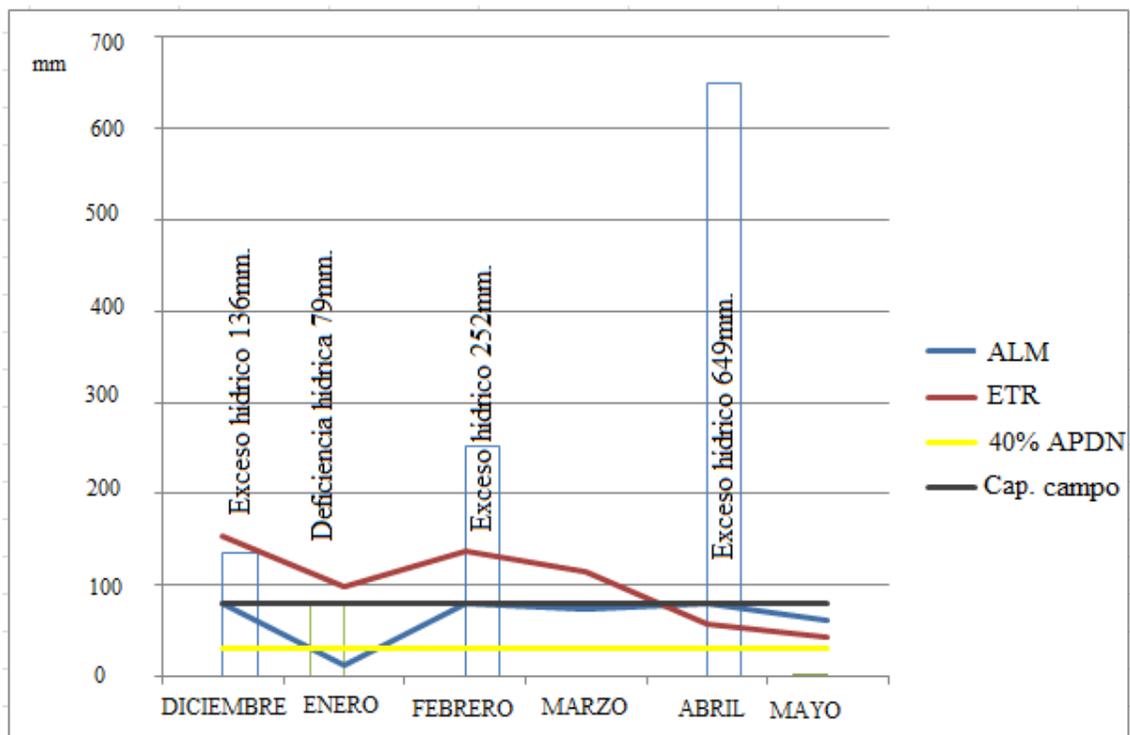


Figura No. 4. Evolución del agua almacenada en suelo (ALM), evapotranspiración real (ETR), momentos y volumen de excesos y déficits hídricos para el período de estudio.

A partir de la figura 4 se observa que el período de estudio comienza con el suelo a capacidad de campo, existiendo un exceso hídrico de 136 mm. En enero debido a las pocas precipitaciones ocurridas y a la alta ETR, desencadena un déficit hídrico de 79 mm llevando al nivel de almacenaje por debajo del 40% de agua potencialmente disponible neta (APDN), valor en cual el agua no se encuentra fácilmente disponible para las plantas (García Petillo, citado por Gallinal et al., 2016). Es de destacar que este es el único mes del período estudiado, en el agua disponible en suelo desciende por debajo de este 40%. A partir de febrero comienza a llover en grandes volúmenes, elevando el agua disponible a valores nuevamente de capacidad de campo hasta mayo,

donde por las bajas lluvias, baja levemente dicho nivel. Se destaca el exceso del mes de abril, el cual fue de 649 mm.

4.2. PRODUCCIÓN PRIMARIA

4.2.1. Resultados del experimento 1

4.2.1.1. Resultados totales

A continuación, se presenta la incidencia de los tratamientos sobre la producción total y tasa de crecimiento.

Cuadro No. 1. Efecto del tratamiento sobre producción (prod.) y tasa de crecimiento (tc) para el total del experimento.

trat.	prod. (kg/ha)	tc (kg/día)
CNM	3114 A	17,2 A
CN	2749 A	15,0 A
60N	3493 A	19,2 A
120N	3348 A	18,5 A

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

No existen diferencias significativas para producción ni para tasa de crecimiento. Información consonante con lo presentado por Caresani y Juanicotena (2012), Gallinal et al. (2016). Sin embargo, varios autores observaron aumentos en la producción de forraje adjudicados a la fertilización nitrogenada, Bottaro y Zavala (1973) exponen respuestas al agregado de nitrógeno sobre la producción de forraje en cuatro tipos de suelos diferentes.

Cuadro No. 2. Efecto del tratamiento sobre la materia seca disponible (MSD), altura del disponible (disponible), materia seca remanente (MSR), altura de remanente (remanente) y materia seca desaparecida (MSdes.) para el total del experimento.

trat.	MSD (kg/ha)	disponible (cm)	MSR (kg/ha)	remanente (cm)	MSdes. (kg/ha)
CNM	3053 A	14,6 A	2065 A	11,0 A	987 A
CN	3077 A	15,3 A	2314 A	12,6 A	763 A
60N	3154 A	15,4 A	2080 A	11,2 A	1073 A
120N	3294 A	15,8 A	2146 A	11,3 A	1148 A

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Como se puede observar no hubo diferencias significativas para ninguna de las variables estudiadas.

Más adelante se realiza un análisis detallado por estación sobre las diferentes variables.

4.2.1.2. Análisis del periodo estival

A continuación, se presenta la producción estival de materia seca (prod.) y la tasa de crecimiento (tc) para los distintos tratamientos (trat.).

Cuadro No. 3. Efecto del tratamiento sobre la producción (prod.) y tasa de crecimiento (tc) para el período estival.

trat.	prod. (kg/ha)	tc (kg/ha/día)
CNM	1742 A	19,0 A
CN	1611 A	17,7 A
60N	1941 A	21,5 A
120N	1670 A	18,6 A

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Como se puede observar no hubo diferencias significativas en la producción ni en la tasa de crecimiento. Los mismos resultados fueron reportados por Caresani y Jaunicotena (2008), donde la fertilización con 100 kg de N no generó diferencias significativas en la producción de forraje ni en la tasa de crecimiento.

Este resultado puede deberse al déficit hídrico en el mes de enero, debido a que el almacenaje de agua se encontraba por debajo del 40% del APDN. Carámbula (2002) menciona que la respuesta al nitrógeno además de ser extremadamente inestable, se ve afectada por las dos variables climáticas más importantes, la temperatura y la humedad. De igual manera Lorentz y Rogler (1973) exponen que la producción de materia seca en campos fertilizados con nitrógeno y fósforo varían considerablemente debido al volumen de precipitaciones. Esto acompañado con el aumento de la temperatura del suelo podrían estar favoreciendo los procesos de mineralización de la materia orgánica y por lo tanto el nitrógeno no fue limitante para el tratamiento de CN.

Se infiere que no hubo efecto residual de la fertilización de la primavera anterior, esto podría deberse a un mayor consumo de nutrientes de especies gramíneas invernales. Según Carámbula (2002) la magnitud de la respuesta del nitrógeno varía según la especie que recibió la fertilización, las anuales pueden responder mejor al nitrógeno que las perennes por su ciclo más corto.

El comportamiento del campo natural mejorado puede corresponder con el manejo realizado durante el inicio del mes de enero, el mismo consistió en la aplicación de la rotativa para el control de malezas. Este manejo tuvo un efecto similar al de alta intensidad de pastoreo y acompañado de las bajas precipitaciones resintió la población de las leguminosas.

A continuación, se presenta la materia seca disponible (MSD), altura del disponible, materia seca remanente (MSR), altura de remanente y materia seca desaparecida (MSdes.) para los distintos tratamientos en el período estival.

Cuadro No. 4. Efecto del tratamiento sobre la materia seca disponible (MSD), altura del disponible (disponible), materia seca remanente (MSR), altura del remanente (remanente), materia seca desaparecida (MSdes.) para el período estival.

trat.	OF%	MSD (kg/ha)	disponible (cm)	MSR (kg/ha)	remanente (cm)	MSdes. (kg/ha)
CNM	13,0 A	2999 A	14,1 A	2110A	10,9 AB	890 A
CN	11,3 A	3055 A	15,1 A	2219 A	12,2 A	836 A
60N	7,3 B	2757 A	13,2 A	1689 B	9,1 B	1067 A
120N	7,7 B	2771 A	13,5 A	1842 AB	9,7 B	929 A

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Como se puede observar en el cuadro 4 para materia seca disponible y para la altura del disponible no hubo diferencias significativas. Sin embargo, se encontraron diferencias para MSR y para altura del remanente, siendo superiores el campo natural y campo natural mejorado con respecto al 60 y 120 N. En primera instancia la explicación

a esta diferencia podría estar dada por poseer distintas asignaciones (12,1 contra 7,5% en promedio respectivamente).

Otra posibilidad que explique las diferencias significativas es que los tratamientos fertilizados con nitrógeno tienen un cambio en su estructura, presentando mayor porcentaje de hojas en relación a los tratamientos no fertilizados (Ferreira et al., 2008a).

4.2.1.3. Análisis del periodo otoñal

En el siguiente cuadro se presentan datos de producción y tasa de crecimiento para los distintos tratamientos en el periodo otoñal.

Cuadro No. 5. Efecto del tratamiento sobre la producción (prod.) y la tasa de crecimiento (tc) para el período otoñal.

trat.	prod. (kg/ha)	tc (kg/ha/día)
CNM	1372 AB	15,3 AB
CN	1137 B	12,3 B
60N	1820 A	19,8 A
120N	1752 A	19,2 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

De los resultados se observa que hubo diferencias en la tasa de crecimiento, como en la producción en el periodo otoñal. Siendo superiores los fertilizados con nitrógeno frente al campo natural. Las diferencias podrían reflejar el efecto de la fertilización otoñal y mayor número de especies invernales en esos tratamientos. Resultados similares encontró Zanoniani (2009) donde aumentó la dotación hasta 1,4 unidades ganaderas por hectárea de animales en mantenimiento con una oferta constante de 9%. Sin embargo, Caresani y Junicotena (2008), Álvarez et al. (2013) no obtuvieron respuesta a la fertilización nitrogenada en otoño. Gallinal et al. (2016) tampoco encontraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo la principal hipótesis el déficit hídrico que se presentó a partir del 15 de marzo que deprimió el efecto del nitrógeno.

Con respecto al campo natural mejorado, el mismo no fue superior al campo natural pero tampoco fue inferior a los tratamientos fertilizados con nitrógeno. La hipótesis de este comportamiento podría estar dada por la aparición de las leguminosas en la estación otoñal a partir de semillas y no rebrotan a partir de estructuras vegetativas por el manejo antes mencionado del mes de enero.

A continuación, se presenta la materia seca disponible, altura del disponible, materia seca remanente, altura del remanente y materia seca desaparecida para el periodo otoñal.

Cuadro No. 6. Efecto del tratamiento sobre la materia seca disponible (MSD), altura del disponible (disponible), materia seca remanente (MSR), altura del remanente (remanente), materia seca desaparecida (MSdes.) para el período otoñal.

trat.	OF%	MSD (kg/ha)	disponible (cm)	MSR (kg/ha)	remanente (cm)	MSdes. (kg/ha)
CNM	7,5 A	2875 A	15,3 A	2022 A	11,2 A	1085 A
CN	9,0 A	2903 A	15,7 A	2410 A	13 A	690 A
60N	7,8 A	2599 A	14,5 A	2062 A	11,7 A	886 A
120N	8,7 A	2627 A	14,1 A	1897 A	11,2 A	1079 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

La materia seca disponible, altura del disponible, materia seca remanente, altura del remanente y materia seca desaparecida no varían para los distintos tratamientos. Las diferencias significativas vistas en las variables producción y tasa de crecimiento, se debe a la suma de diferencias entre materia seca disponible y remanente en los distintos ciclos de pastoreo. Por otra parte, la materia seca disponible y la materia seca remanente es un promedio de los distintos ciclos de pastoreo, por lo tanto no hay diferencias en ninguna variable.

4.2.2. Análisis para el experimento 2

4.2.2.1. Efecto del tratamiento para el período estival

A continuación, se presenta en el período estival el contraste entre los tratamientos de 60N y 120N del experimento 1 y el experimento 2, para la tasa de crecimiento y la producción.

Cuadro No. 7. Efecto de la historia de fertilización sobre la producción (prod.) y la tasa de crecimiento (tc.) para el período estival.

trat.	prod. (kg/ha)	tc(kg/ha/dia)
experimento 1	1709 A	18,9 A
experimento 2	2044 A	22,5 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Se aprecia que no hubo diferencias significativas en ambas variables. Se puede explicar por una alta oferta de forraje, como lo reportado por Zanoniani et al. (2011), la producción de forraje se incrementó con el agregado de nitrógeno y alta intensidad de pastoreo (baja oferta de forraje), pero se redujo con baja intensidad de pastoreo (alta oferta de forraje). Esto se debe al incremento en la capacidad de rebrote determinando IAF óptimos en menor tiempo y dejando remanentes mayores, lo que determina menores tasas de crecimiento en los sucesivos pastoreos por el efecto del sombreado.

A continuación, se describe cómo incidió la historia de la fertilización en el período estival para las variables materia seca disponible, altura del disponible, materia seca remanente, altura del remanente y materia seca desaparecida.

Cuadro No. 8. Efecto de la historia de fertilización sobre la materia seca disponible (MSD), altura del disponible (disponible), materia seca remanente (MSR), altura del remanente (remanente), materia seca desaparecida (MSdes.) para el período estival.

trat.	OF%	MSD (kg/ha)	disponible (cm)	MSR (kg/ha)	remanente (cm)	MSdes. (kg/ha)
exp. 1	7,6 A	3076 A	14,9 A	1967 A	10 A	1109 A
exp. 2	7,3 A	2140 B	10,2 B	1362 B	8,1 B	778 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Hay diferencias significativas para las variables MSD, altura de disponible, MSR y altura de remanente para el período estival. Pero no hubo en MSdes.

El forraje disponible fue mayor para el experimento 1 debido a que presentan diferencias en el largo del ciclo de pastoreo, siendo el experimento anteriormente

mencionado el cual tiene más días de descanso, eso determina mayor número de días para la acumulación de materia seca explicando dichas diferencias.

Las ofertas manejadas no presentan diferencias significativas para ambos experimentos, de esta manera se puede explicar el resultado obtenido para la materia seca remanente, que presenta diferencias significativas. Al entrar a pastorear con distinta materia seca disponible y la misma oferta, la diferencia en la materia seca desaparecida se explica por los distintos valores en la materia seca remanente.

4.2.2.2. Efecto del tratamiento para el período otoñal

A continuación, se presenta para el experimento otoñal el contraste entre el experimento 1 y el experimento 2 para la producción y la tasa de crecimiento.

Cuadro No. 9. Efecto de la historia de fertilización sobre la producción (prod.) y la tasa de crecimiento (tc) para el período otoñal.

trat.	prod. (kg/ha)	tc (kg/ha/día)
experimento 1	1712 B	18,6 B
experimento 2	1936 A	21,3 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Como se observa en el cuadro anterior hubo diferencias significativas en producción como en tasa de crecimiento, las mismas pueden explicarse a que los experimentos presentan asignaciones de forraje significativamente diferentes (8,8% vs. 7,3%). Concuera con lo publicado por Zanoniani et al. (2011), la respuesta obtenida de producción de forraje invernal muestra interacción entre agregado de nitrógeno y oferta de forraje, ya que la misma se maximiza con altas ofertas y bajas dosis de fertilizante o con bajas ofertas y altas dosis de fertilizante. La tasa de crecimiento presenta el mismo comportamiento que la producción.

Cuadro No. 10. Efecto de la historia de sobre la materia seca disponible (MSD), altura del disponible (disponible), materia seca remanente (MSR), altura del remanente (remanente), materia seca desaparecida (MSdes.) para el período otoñal.

trat.	OF%	MSD (kg/ha)	disponible (cm)	MSR (kg/ha)	remanente (cm)	MSdes. (kg/ha)
exp.1	8,8 A	3372 A	16,2 A	2259 A	12,5 A	1114 A
exp.2	7,3 B	2140 B	10,3 B	1420 B	8,5 B	720 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Las diferencias en las variables con resultados estadísticamente diferentes están atadas a las diferencias encontradas en la producción de materia seca vistas anteriormente. Esto se relaciona que con una disminución en la oferta de forraje las variables se van a ver disminuidas en cada ciclo de pastoreo.

4.3. PRODUCCIÓN SECUNDARIA

4.3.1. Análisis del experimento 1

4.3.1.1 Efecto del tratamiento para el período estival

A continuación, se presentan los datos de las ofertas de forraje manejadas, carga total del período, carga en unidades ganaderas, ganancia media diaria y ganancia total del período por hectárea para cada tratamiento durante el verano.

Cuadro No. 11. Oferta de forraje (OF%), carga total (CT), carga total en UG (carga), ganancia media diaria (GMD), y ganancia total del período por hectárea (GT) por tratamiento del experimento 1 para el período estival.

trat.	OF%	CT (kg/ha)	carga (UG/ha)	GMD (kg/ha)	GT kg/ha
CN	13,0 A	420	1,1	0,78 A	79,9
CNM	11,3 A	491	1,3	0,79 A	104,9
60N	7,3 B	867	2,3	0,65 A	126,4
120N	7,7 B	726	1,9	0,60 A	119,8

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

La producción de materia seca y la tasa de crecimiento de los distintos tratamientos no fueron significativamente diferentes. Se observan en el cuadro 11 diferencias significativas en la oferta de forraje, esto implica que se haya asignado una mayor cantidad de forraje a los animales que pastorean los potreros sin agregado de nitrógeno, A pesar de presentar distintas asignaciones y distintas alturas de remanente en relación al campo natural (siendo campo natural mejorado igual a todos) no hubo limitante física para la ingesta animal que limite su performance, ya que la materia seca desaparecida es la misma para todos los tratamientos. Presentando igual performance individual, pero con distinta carga, sería lógico pensar en encontrar diferencias en la ganancia total.

4.3.1.2. Efecto del tratamiento para el período otoñal

De la misma manera como se presentó anteriormente para el verano, seguidamente se exhiben los datos para el periodo otoñal.

Cuadro No. 12. Oferta de forraje (OF%), carga total (CT), carga total en UG (carga), ganancia media diaria (GMD), y ganancia total del período por hectárea (GT) por tratamiento del experimento 1 para el período otoñal.

trat.	OF%	CT (kg/ha)	carga (UG/ha)	GMD (kg/ha)	GT kg/ha
CN	7,5 A	706	1,9	0,42 B	73,0
CNM	9,0 A	592	1,6	0,78 A	120,4
60N	7,8 A	726	1,9	0,59 AB	100,0
120N	8,7 A	669	1,8	0,79 A	149,1

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

A partir del cuadro se ve como la oferta forrajera de los tratamientos no se diferencia una de otra, lo cual fue uno de los objetivos a lo hora de realizar el trabajo de campo. A pesar de esto, se destaca la variable GMD, presentándose diferencias estadísticas entre los tratamientos. Se destaca el CN con la menor ganancia diaria, esto esta explicado, como se exployó más arriba, tanto por la menor producción de materia seca. En el otro extremo se destacan las GD del CNM y el 120N, las cuales fueron las máximas. Igualmente, explicado por la mayor producción de MS en el caso de 120N. Como valor intermedio aparece el de 60N, el cual no se diferencia de los que están por encima o por debajo.

Particularmente hablando del CNM, la GMD se relaciona con una registrada por Risso et al. (2002), quienes obtuvieron valores promedio anuales del entorno 0,595 y 0,671 kg por día. Por otro lado, en lo referido a los tratamientos nitrogenados, se

constatan similitudes con lo registrado por Moraes et al. (2008), obtuvieron una ganancia diaria con terneras en un campo fertilizado con N, P, K, de 0,36 contra 0,26 kg/día/animal en el tratamiento de campo natural en el periodo de junio a marzo. De igual manera Rodríguez et al. (2008a) obtienen información en este mismo sentido.

4.3.1.3. Análisis del total del periodo de estudio

A continuación, se presentan los datos de producción secundaria del periodo de estudio.

Cuadro No. 13. Oferta de forraje (OF%), carga total (CT), carga total en UG (carga), ganancia media diaria (GMD), y ganancia total del período por hectárea (GT) por tratamiento del experimento 1 para el total del período.

trat.	OF%	CT (kg/ha)	carga (UG/ha)	GMD (kg/ha)	GT kg/ha
CN	10,3	563	1,5	0,60	153
CNM	10,2	541,5	1,4	0,79	225
60N	7,6	796,5	2,1	0,62	226
120N	8,2	697,5	1,8	0,70	269

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Los mismos son mostrados sin análisis estadístico, ya que su única función es que quede el registro de los mismos en el trabajo. Las conclusiones quedan a juicio del lector.

4.3.2. Análisis para el experimento 2

4.3.2.1 Efecto del tratamiento para el período estival

Continuando con el análisis de resultados, se presentan los datos de las ofertas de forraje manejadas, carga total del período, carga en unidades ganaderas, ganancia media diaria y ganancia total del período por hectárea para cada tratamiento durante el verano, comparando los tratamientos con agregado de nitrógeno en función de la historia de fertilización.

Cuadro No. 14. Oferta de forraje (OF%), carga total (CT), carga total en UG (carga), ganancia media diaria (GMD), y ganancia total del período por hectárea (GT) contrastando los tratamientos nitrogenados del experimento 1 contra los del experimento 2, para el período estival.

trat.	OF%	CT (kg/ha)	carga (UG/ha)	GMD (kg/ha)	GT kg/ha
experimento 1	7,6 A	797	2,1	0,61 A	123,0
experimento 2	7,3 A	1085	2,9	0,57 A	155,4

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

No hay diferencias significativas en la asignación de forraje, por lo tanto, es de esperable que no las haya tampoco en la ganancia diaria. Se ve que la historia de fertilización en verano, en la variable GMD, tiene efecto neutro.

4.3.2.2. Efecto del tratamiento para el período otoñal

De la misma manera que en el apartado anterior, se detallan los resultados del otoño.

Cuadro No. 15. Oferta de forraje (OF%), carga total (CT), carga total en UG (carga), ganancia media diaria (GMD), y ganancia total del período por hectárea (GT) contrastando los tratamientos nitrogenados del experimento 1 contra los del experimento 2, para el período otoñal.

trat.	OF%	CT (kg/ha)	carga (UG/ha)	GMD (kg/ha)	GT kg/ha
experimento 1	8,8 A	698	1,8	0,68 A	124,6
experimento 2	7,3 B	981	2,6	0,36 B	95,5

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Siendo significativas las diferencias respecto a la oferta, no es de extrañar que las ganancias también lo sean. Ya que, al aumentar la oferta, aumenta la selección por parte de los animales por contar con mayor cantidad de forraje para pastorear, determinando una calidad mayor de forraje cosechado por animal, repercutiendo en la performance animal, siempre y cuando el animal no cuente con una restricción física de la pastura (altura).

4.3.3. Evolución de peso promedio por tratamiento

A continuación, se presenta la evolución de peso promedio animal perteneciente a cada tratamiento, a lo largo del periodo de evaluación, en cada experimento.

4.3.3.1. Experimento 1

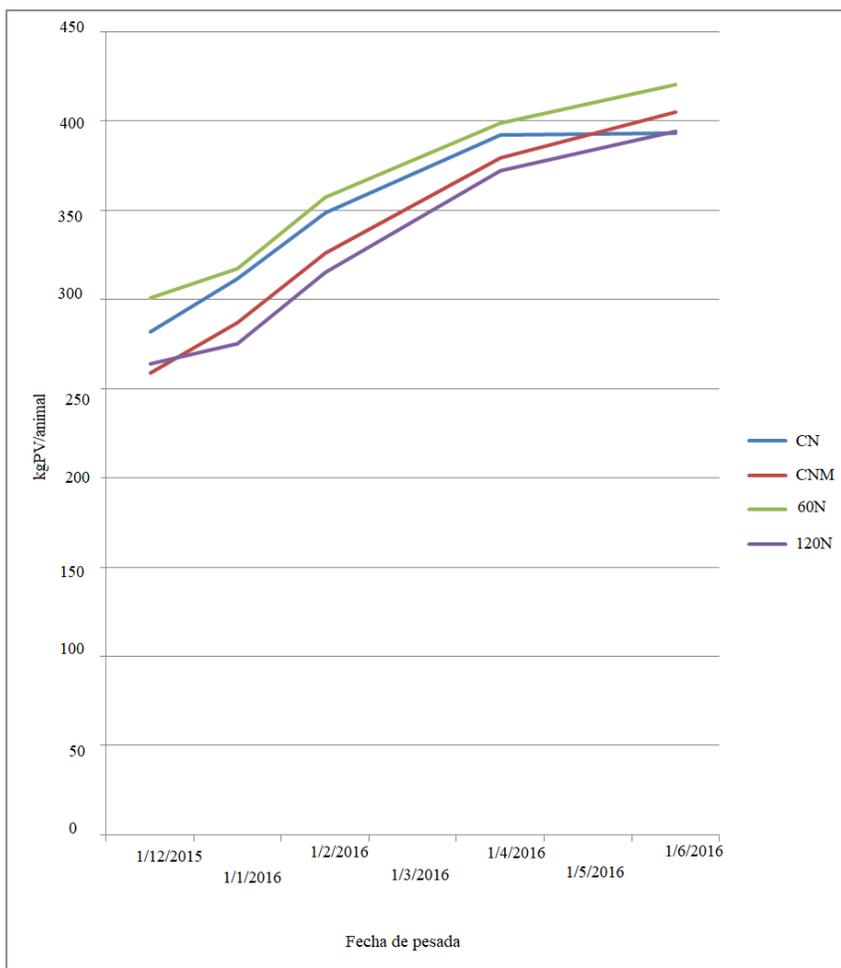


Figura No.5. Evolución de peso animal promedio, para cada tratamiento a lo largo del período para el experimento 1.

Como se observa en el gráfico anterior, las curvas poseen un comportamiento relativamente estable. Como se ve en apartados anteriores, los animales aumentaron de peso durante el verano sin diferencias significativas en la GMD, por lo tanto, es esperable que las pendientes de las curvas no difieran en gran medida hasta marzo-abril.

Por otra parte, a partir de abril-mayo, el peso vivo de los animales del tratamiento de CN se mantiene incambiado, lo cual se refleja lo presentado anteriormente donde se ven GMD significativamente menores que los tratamientos de 120N y CNM. Variable que como se explica en párrafos anteriores, se ve afectada por la menor producción de MS otoñal del tratamiento de campo natural al no posee efecto de una fertilización nitrogenada otoñal o efecto por introducción de leguminosas como los demás tratamientos.

4.3.3.2. Experimento 2

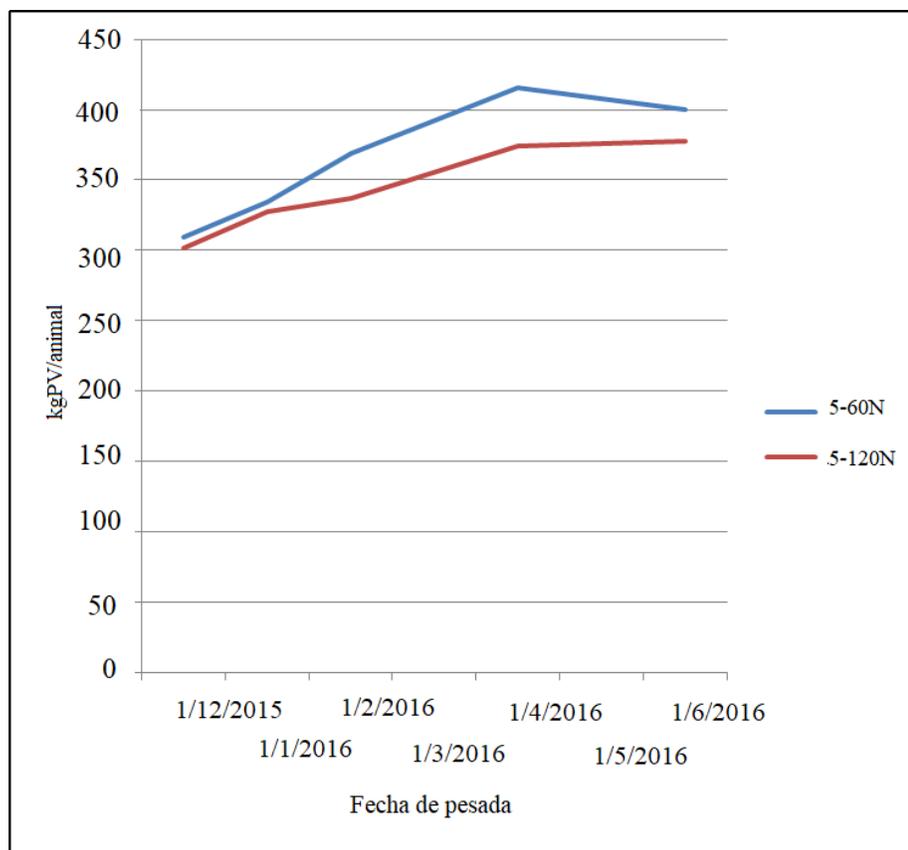


Figura No. 6. Evolución de peso animal promedio, para cada tratamiento a lo largo del período para el experimento 2.

4.4. COMPOSICIÓN BOTÁNICA

Es de importancia conocer los efectos sobre la composición botánica que pueden ser adjudicados tanto a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno como a la introducción de leguminosas, junto a la fertilización fosfatada.

A continuación, se presentan datos de la composición botánica para cada tratamiento en cada estación. Las distintas especies relevadas fueron agrupadas en tipo productivos, obteniéndose gramíneas perennes invernales; gramíneas perennes estivales tierno-finos; hierbas, restos secos, gramíneas perennes estivales ordinarias-duras; leguminosas, y gramíneas anuales invernales.

4.4.1. Composición botánica estacional por tratamiento para el experimento 1

4.4.1.1. Composición botánica estival

Cuadro No. 16. Composición botánica en porcentaje de la materia seca disponible en el período estival.

trat.	GPI (%)	GPETF (%)	hierbas (%)	RS (%)	GPEOD (%)	leg. (%)	GAI (%)
CNM	22,4 A	49,1 A	0,6 A	5,3 A	11,5 A	10,9 A	0,00 A
CN	13,7 A	62,1 A	0,2 A	11,3 A	11,4 A	1,2 B	0,00 A
60N	24,7 A	46,0 A	0,7 A	12,8 A	14,2 A	1,4 B	0,00 A
120N	20,9 A	56,8 A	1,6 A	8,2 A	11,7 A	0,8 B	0,00 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Como se observa en el cuadro anterior no existen diferencias significativas entre tratamientos para la mayoría de las variables analizadas. Solamente se registraron diferencias en la variable proporción de leguminosas.

El campo natural mejorado presenta mayor proporción de leguminosas, resultado lógico debido a la introducción de las mismas en el tratamiento.

Si bien Berreta et al. (1998b), Brum y De Stefani (1998), Behmaja et al. (2008), Larratea y Soutto (2013), Jaurena et al. (2014), constatan un incremento en la proporción de gramíneas invernales con la fertilización nitrogenada, en el presente trabajo no se notó el efecto.

Cuadro No. 17. Composición botánica en porcentaje de la materia seca remanente en el período estival.

trat.	GPI (%)	GPETF (%)	hierbas (%)	RS (%)	GPEOD (%)	leg. (%)	GAI (%)
CNM	24,7 A	43,3 A	0,7 A	8,8 AB	16,7 A	5,8 A	0,0 A
CN	19,7 A	58,2 A	1,2 A	5,6 B	13,4 A	1,8 A	0,0 A
60N	25,2 A	48,9 A	1,1 A	12,9 AB	8,8 A	3,0 A	0,0 A
120N	29,4 A	37,5 A	0,8 A	19,4 A	11,6 A	1,3 A	0,0 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Existieron diferencias significativas únicamente en el porcentaje de restos secos del tratamiento de 120N y el testigo, cuestión que va en la línea con lo dicho por Zanoniani et al. (2011), quienes puntualizan que la aplicación de fertilizante nitrogenado, con pastoreos con alta oferta de forraje, determinan reducción en la acumulación de materia seca verde debido a que se alcanza rápidamente el IAF óptimo. A su vez aumenta la senescencia foliar según Caresani y Juanicotena (2008).

4.4.1.2. Composición botánica otoñal

Cuadro No. 18. Composición botánica en porcentaje de la materia seca disponible en el periodo otoñal.

trat.	GPI (%)	GPETF (%)	hierbas (%)	RS (%)	GPEOD (%)	leg. (%)	GAI (%)
CNM	29,2 A	45,0 A	2,2 A	2,1 A	18,0 A	2,6 A	0,9 A
CN	14,1 A	54,3 A	1,6 A	4,1 A	25,0 A	0,3 B	0,6 A
60N	38,8 A	46,9 A	1,4 A	0,2 A	11,1 A	0,7 B	1,0 A
120N	32,1 A	49,1 A	1,9 A	0,1 A	15,7 A	0,3 B	0,7 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Se observan diferencias significativas en el porcentaje de leguminosas, lo cual es bastante claro ya que en el tratamiento de campo natural mejorado fueron sembradas.

Cuadro No. 19. Composición botánica en porcentaje de la materia seca remanente en el periodo otoñal.

trat.	GPI (%)	GPETF (%)	hierbas (%)	RS (%)	GPEOD (%)	leg. (%)	GAI (%)
CNM	20,5 A	56,4 A	1,8 A	6,2 A	11,9 A	2,3 A	0,8 A
CN	20,9 A	58,6 A	1,2 A	3,8 A	13,5 A	0,6 A	1,3 A
60N	22,9 A	60,5 A	0,6 A	3,6 A	7,6 A	1,8 A	2,9 A
120N	26,7 A	54,3 A	1,1 A	2,8 A	14,6 A	0,3 A	0,9 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

No existieron diferencias significativas en ninguna de las variables.

4.4.2. Composición botánica estacional por tratamiento para el experimento 2

A continuación, se presenta la misma información que en el apartado anterior, pero en este caso el experimento 1 abarca el promedio de los datos obtenidos en el experimento 1, para los tratamientos 60N y 120N, mientras que experimento 2 muestra los resultados obtenidos de la misma manera, pero del experimento 2.

4.4.2.1. Composición botánica estival

Cuadro No. 20. Composición botánica en porcentaje de la materia seca disponible en el periodo estival.

	GPI (%)	GPETF (%)	hierbas (%)	RS (%)	GPEOD (%)	leg. (%)	GAI (%)	cardos (%)
experimento 1	22,7 A	51,6 A	1,1 A	11,0 A	12,3 A	1,3 A	0,1 A	0,0 A
experimento 2	23,9 A	49,0 A	1,4 A	12,0 A	6,5 A	3,9 A	3,1 A	0,0 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

En este período no existieron diferencias significativas en la composición botánica. El diferente manejo del pastoreo no modificó la composición botánica.

Cuadro No. 21. Composición botánica en porcentaje de la materia seca remanente en el periodo estival.

	GPI (%)	GPETF (%)	hierbas (%)	RS (%)	GPEOD (%)	leg. (%)	GAI (%)	CARDOS (%)
experimento 1	27,0 A	43,0 A	0,9 A	16,5 A	11,1 A	2,4 A	0,0 A	0,0 A
experimento 2	25,3 A	49,0 A	1,1 A	13,8 A	7,1 A	3,3 A	0,5 A	0,0 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Al igual que en el disponible, composición botánica del remanente, no se vieron diferencias significativas debidas al diferente manejo de los experimentos

4.5.2.2 Composición botánica otoñal

Cuadro No. 22. Composición botánica en porcentaje de la materia seca disponible en el periodo otoñal.

trat.	GPI (%)	GPETF (%)	hierbas (%)	RS (%)	GPEOD (%)	leg. (%)	GAI (%)	cardos (%)
experimento 1	34,0 A	47,2 A	1,7 A	0,0 A	15,7 A	0,4 A	0,9 A	0,0 A
experimento 2	29,4 A	59,3 A	1,4 A	2,5 A	5,9 A	1,1 A	0,5 A	0,0 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

En este período tampoco existieron diferencias significativas en la composición botánica entre los diferentes experimentos.

Cuadro No. 23. Composición botánica en porcentaje de la materia seca remanente en el periodo otoñal.

trat.	GPI (%)	GPETF (%)	hierbas (%)	RS (%)	GPEOD (%)	leg (%)	GAI (%)	cardos (%)
experimento 1	25,8 A	57,3 A	0,7 A	2,8 A	10,4 A	0,9 A	2,0 A	0,0 A
experimento 2	21,2 A	61,9 A	2,2 A	2,3 A	8,0 A	1,4 A	3,1 A	0,0 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

No existieron diferencias significativas en la composición botánica de los disponibles y remanentes en diferentes experimentos, en ninguno de los períodos estudiados.

A continuación se presentan las relaciones encontradas entre altura del tapiz y la materia seca presente por hectárea para las estaciones de verano y otoño respectivamente.

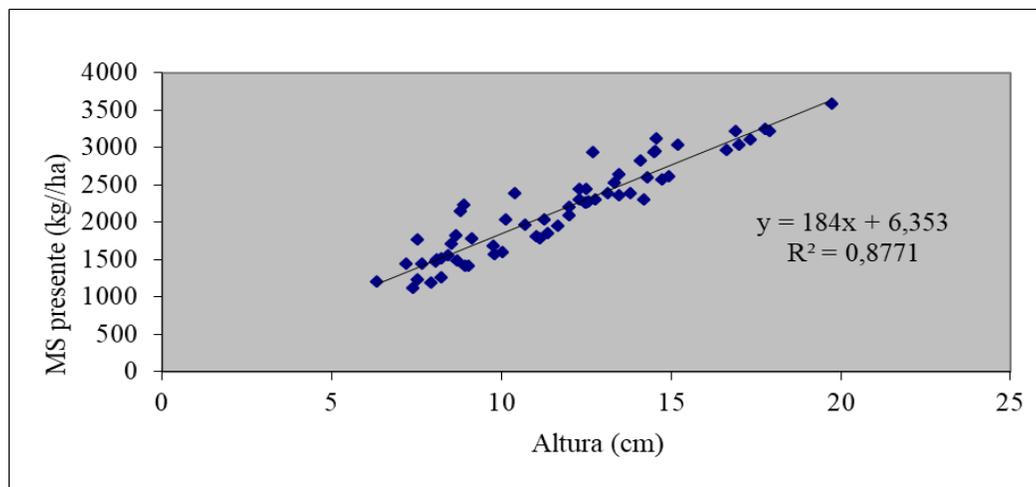


Figura No. 7. Relación entre la altura del tapiz y la materia seca presente para la estación estival.

En la figura anterior se presenta la ecuación de la recta obtenida para altura del tapiz y materia seca presente, la ecuación arroja una relación de 184 kg de MS por cada

cm de altura promedio de la estación estival. La misma presenta un coeficiente de determinación alto, de 0,88.

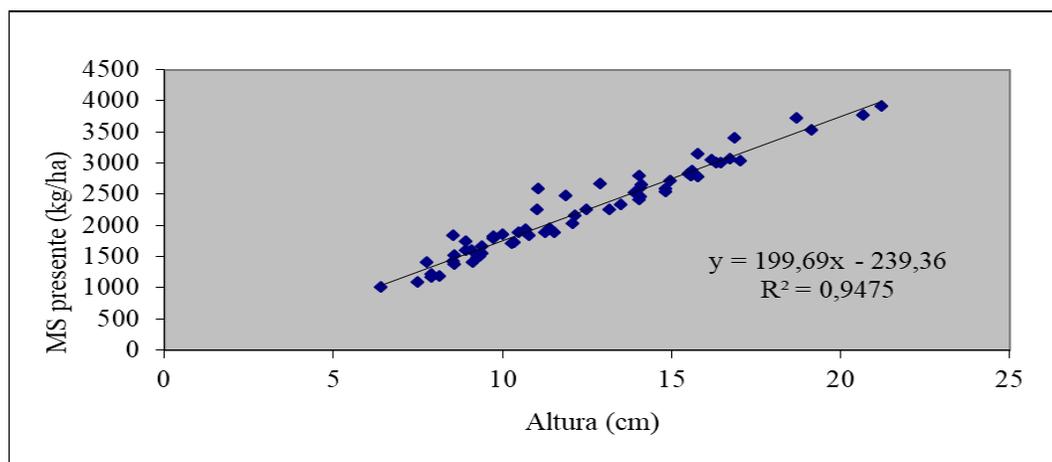


Figura No. 8. Relación entre la altura del tapiz y la materia seca presente para la estación otoñal.

En la figura anterior se puede ver una relación entre la altura del tapiz y el forraje presente de 199,7 kg MS por cada cm de tapiz, con un coeficiente de determinación muy alto, de 0,95.

4.5. CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo permitió evaluar la producción primaria y secundaria del campo natural sometido a diferentes niveles de fertilización nitrogenada y mejoramiento con leguminosas.

Para el período estudiado, la producción de forraje, al igual que las otras variables de la pastura, no mostraron respuestas frente a los diferentes tratamientos analizados. Dentro de las estaciones, en verano no existieron diferencias, pero en el período otoñal si se observaron diferencias debidas al agregado de N+P, sin embargo, no existió efecto de la siembra de leguminosas.

El suministro de nitrógeno no generó incrementos en la producción de forraje en el período estival, esto puede ser explicado por la alta mineralización del nitrógeno en verano y la reducción en la anterior primavera del nitrógeno suministrado por un gran

consumo, principalmente por parte de especies invernales anuales, como el raigrás, el mismo estaba presente en gran proporción, en fase reproductiva al inicio del trabajo práctico.

La nula diferencia del campo natural mejorado comparado con el testigo, se sospecha que fue debido a factores externos al experimento 1, la pobre implantación de las leguminosas reportada por Gallinal et al. (2016) y la pasada de rotativas a principios del mes de enero, junto al déficit hídrico en el mismo mes, que disminuyeron la población de leguminosas.

En cuanto al efecto residual de la fertilización, donde se comparan tratamientos con historia de fertilización contra otros recientemente fertilizados, en el período estival no se encontraron diferencias entre los mismo, en otoño se vio diferencias en producción de MS a favor de los tratamientos con historia de fertilización. Esto se atribuyó a que los tratamientos con mayor historia de fertilización presentaron menores ofertas y mayor frecuencia de pastoreo que los recientemente fertilizados.

Al evaluar la producción secundaria en el período estival, no hubo diferencias en el desempeño animal para los distintos tratamientos, debido a que no existieron diferencias en la producción de materia seca, el tratamiento con leguminosas sufrió pérdidas de las mismas en el periodo estival, por situaciones descritas anteriormente y los tratamientos nitrogenados presentaron una menor oferta que los otros tratamientos. En el período otoñal si existieron diferencias en la ganancia diaria de los animales, los tratamientos de 120N y CNM presentaron una mayor ganancia diaria de animales que el campo natural, Estos desempeños se deben a la mayor producción y calidad del forraje de los tratamientos nitrogenados y a una mejor calidad del tratamiento con leguminosas.

Al comparar el desempeño animal entre los tratamientos con diferente historia de fertilización, en el período estival no existieron diferencias significativas, en el período otoñal hubo diferencias a favor de los tratamientos recientemente fertilizados, adjudicándose la diferencia, en gran medida, a la menor carga de estos tratamientos comparándolos con los de mayor historia de fertilización.

Al analizar la composición botánica, no se ven diferencias significativas en la proporción de especies o grupos de especies en los diferentes tratamientos, en ninguna de las estaciones estudiadas. Solamente existen diferencias en proporción de leguminosas a favor campo natural mejorado, en el forraje disponible del período otoñal, ya que fueron sembradas. También se encontró una mayor proporción de restos secos en el tratamiento de 120N comparándolo con el CN en forraje remanente del período estival, debido al efecto del N sobre la tasa de senescencia foliar.

5. CONCLUSIONES

Tanto la fertilización nitrogenada como la introducción de leguminosas no permitieron incrementar la producción de materia seca y por ende aumentar el desempeño animal en el período estival. Por otro lado, en el otoño, se observa una mayor producción de materia seca de los tratamientos nitrogenados comparándolos con la producción del campo natural, el tratamiento con introducción de leguminosas no se diferencia de los otros.

La composición botánica no se ve afectada por la fertilización nitrogenada, tampoco fue afectada con la introducción de leguminosas en el período estivo-otoñal.

No se constatan efectos residuales de las fertilizaciones nitrogenadas en el período evaluado.

6. RESUMEN

El experimento se realiza en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, ubicada en el km. 363 de la ruta General Artigas, departamento de Paysandú, Uruguay (32° 20'9" latitud Sur y 58° longitud Oeste, 61 ms. N. m.) en el potrero 18. El periodo de evaluación fue verano, el cual está comprendido desde el 1/12/2015 al 28/2/2016 y otoño que va desde 1/3/2016 al 6/6/2016. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta productiva de un campo natural, sometido a distintos niveles de fertilización nitrogenada y mejoramientos con leguminosas, bajo el manejo de pastoreo rotativo con asignaciones de 10% y 8% de forraje cada 100 kg de peso vivo para verano y otoño respectivamente en la producción de forraje, producción de kg de carne y evolución de la composición botánica. El diseño del experimento es en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, evaluando dos niveles de nitrógeno, 60 y 120 kg/ha de N y el mejoramiento con *Lotus tenuis* cv. Matrero y *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116 a una densidad de 6 kg/ha, con una fertilización a la siembra de 40 kg P₂O₅/ha. Las variables medidas fueron producción de forraje, tasa de crecimiento, forraje disponible, altura del forraje disponible, forraje remanente, altura del forraje remanente, forraje desaparecido, evolución de la composición botánica, carga instantánea y total, ganancia por animal, y oferta de forraje. Los resultados obtenidos muestran que solo hubo diferencias en la producción de forraje otoñal en los tratamientos con agregado de nitrógeno respecto al testigo, siendo el tratamiento con leguminosas igual al testigo y los tratamientos con nitrógeno. El no encontrar diferencias en verano, se explica por las bajas precipitaciones ocurridas en el mes de enero, lo cual lleva a que el agua almacenada en el suelo se encuentre por debajo del 40% de agua potencialmente disponible para las plantas lo cual limita su absorción enmascarando el efecto de los tratamientos nitrogenados y para el tratamiento con leguminosas las aplicaciones de la rotativa para el control de malezas junto a las bajas precipitaciones resintieron la población de leguminosas. Para el otoño las diferencias para los tratamientos nitrogenados pueden reflejar el efecto de la fertilización otoñal y el mayor número de especies invernales en estos tratamientos. Con respecto al campo natural mejorado que no se diferencie del testigo se puede deber al manejo antes mencionado, lo cual limita el rebrote en el otoño, siendo el mismo de semilla y no de órganos vegetativos, retrasando su aparición. En el efecto de la historia de fertilización en verano produce lo mismo el experimento con mayor historia de fertilización que el de menor, no presentando diferencias en la oferta de forraje. En otoño produce más el de mayor tiempo bajo fertilizaciones que el reciente, explicándose por la diferente oferta de forraje manejada, y no por la historia de fertilización. En la producción secundaria en verano no se encontró diferencia en la ganancia media diaria entre los tratamientos, aunque la asignación de forraje si fue distinta, siendo mayor en campo natural y campo natural mejorado en comparación con 60N y 120N. En el otoño la ganancia media diaria

si fue significativa, pero en este caso no hubo diferencias en las asignaciones de forraje, el campo natural mejorado y 120N fueron superiores al campo natural y el 60N fue igual a todos los tratamientos. Las diferencias en relación al campo natural pasan por una mayor producción de forraje y en el caso particular de campo natural mejorado se diferencia en la cantidad de leguminosas, lo cual ayuda al desempeño animal. En la producción secundaria con relación a la historia de fertilización solo se vio afectada la ganancia media diaria en el periodo otoñal, siendo menor, la de mayor historia de fertilización que la de menor, su explicación consiste en distintos disponibles y distintos remanentes, pero lo raro es que el desaparecido es el mismo, la explicación encontrada es que el animal al presentar limitante física para su ingesta camina más aumentando el pisoteo y por ende son iguales los desaparecidos. Por último, se pasa a la composición botánica, en la cual no se encuentran diferencias, ni en remanentes ni disponibles, tanto en verano como en otoño, ni tampoco en la historia de fertilización. La única diferencia que existió fue para leguminosas en el tratamiento mejorado con la misma en el disponible del periodo otoñal.

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

7. SUMMARY

The experiment is carried out at the Mario A. Cassinoni Experimental Station (EEMAC) of the Faculty of Agronomy, located at km. 363 of the General Artigas route, department of Paysandú, Uruguay (32 ° 20'9 "south latitude and 58 ° longitude West, 61 ms N. m.) at 18 paddock. The evaluation period was summer, which is from 12/1/2015 to 2/28/2016 and fall from 3/1/2016 to 6/6/2016. The objective of the present work was to evaluate the productive response of a natural rangelands, under different levels of nitrogen fertilization and improvements with legumes, under the management of multipaddock grazing under variable offers of 10% and 8% of forage per 100 kg of live weight for summer and autumn respectively, on vegetation and livestock performance, and evolution of the botanical composition. The experiment was designed in a complete randomized block with four replicates, evaluating two levels of nitrogen, 60 and 120 kg/ha of N and the improvement with *Lotus tenuis* cv. Matrero and *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116 at a density of 6 kg/ha, with a fertilization at the planting of 40 kg P₂O₅/ha. The variables measured were forage production, growth rate, available forage, available forage height, remaining forage, remnant forage height, forage disappeared, evolution of botanical composition, instantaneous and total load, gain per animal, and forage supply. The results show that there were only differences in the production of autumnal forage in the treatments with nitrogen addition compared to the control, being the treatment with legumes equal to the control and the treatments with nitrogen. Not finding differences in summer is explained by the low rainfall that occurred in January, which means that the water stored in the soil is below 40% of water potentially available to the plants, which limits its absorption masking the effect of nitrogen treatments and for the treatment with legumes the application of the mower for the control of weeds together with the low rainfall affected the legume population. For autumn the differences for nitrogen treatments may reflect the effect of autumnal fertilization and the greater number of winter species in these treatments. With respect to the improved natural field that does not differ from the control, it may be due to the aforementioned management, which limits the regrowth in autumn, being the same of seed and not of vegetative organs, delaying its appearance. In the effect of the history of fertilization in summer, the experiment with the longest fertilization history does the same as the one with the lowest history one, with no differences in the supply of forage. In autumn it produces more the old fertilization than the recent one, explained by the different supply of fodder handled, and not by the history of fertilization. In the secondary production in summer no difference in the average daily gain between treatments was found, although the forage allocation was different, being higher in natural field and improved natural field compared to 60N and 120N. In the autumn the average daily gain was significant, but in this case there were no differences in forage allocations, the improved natural field and 120N were higher than the natural field, and 60N was equal to all treatments. The

differences in relation to the natural field go through a greater production of fodder and in the particular case of improved natural field it differs in the amount of legumes, which helps the animal performance. In the secondary production in relation to the fertilization history, only the average daily gain in the autumn period was affected, being smaller, the one with a greater history of fertilization than the one of smaller, its explanation consists of different available and different remnants, Rare is that the disappeared is the same, the explanation found is that the animal to present physical limitation for its intake walks more increasing the trampling and therefore are equal the missing. Finally the botanical composition in which it has not differences, neither in remnants nor available, both in summer and autumn, or in the history of fertilization. The only difference that existed was for legume in the improved treatment with the same in the available one of the autumnal period.

Keywords: Natural pasture; Nitrogen; Legumes; Summer; Autumn.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
2. Álvarez, M. C.; Álzaga, G.; Nopitsch, A. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada y la oferta de forraje sobre los componentes de producción de forraje del campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 138 p.
3. André, M.; Pedoja, M. B.; Ramírez, C. 2016. Respuesta productiva de un campo natural sometido a niveles crecientes de intervención. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 122 p.
4. Ayala, W.; Carámbula, M. 1994. Nitrógeno en campo natural. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Serie Técnica no. 51).
5. _____.; _____. 1995. Evaluación productiva de mejoramientos extensivos sobre suelos de Lomadas en la Región Este. In: Ayala, W.; Carámbula, M.; Scaglia, G. eds. Mejoramientos extensivos; manejo y utilización. Montevideo, INIA. pp. 26-35 (Actividades de Difusión no. 75).
6. Behmaja, M.; Berretta, E. J. 1991. Respuesta a la siembra de leguminosas en Basalto profundo. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 108-113 (Serie Técnica no. 13).
7. _____. 1994. Fertilización nitrogenada en sistemas ganaderos. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 49-56 (Serie Técnica no. 51).
8. _____. 1998. 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).
9. _____.; Berretta, E.; Zerbino, S.; Cadenazzi, M. 2008. Contribución de las raíces de comunidades de campo natural bajo diferentes niveles de NP con pastoreo controlado en Basalto. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur. Bioma Campos (22^a, 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. s.p.

10. Berretta, E. J.; Levratto, J. C. 1990. Estudio de la dinámica de una vegetación mejorada con fertilización e introducción de especies. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 197-203.
11. _____. 1996. Campo natural; valor nutritivo y manejo. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 113-124 (Serie Técnica no. 80).
12. _____. 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).
13. _____.; Risso, D. F.; Levratto, J. C.; Zamit, W. S. 1998b. Mejoramiento de campo natural de Basalto fertilizado con nitrógeno y fósforo. In: Seminario de Actualización de las Tecnologías para Basalto (1998, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 63-74 (Serie Técnica no.102).
14. Boggiano, P.; Maraschin, G.; Nabinger, C.; Riboldi, J.; Cadenazzi, M. 2000. Efeito da adubação nitrogenada e oferta de forragem na carga animal, produção e utilização da matéria seca numa pastagem nativa do Rio Grande do Sul. In: Reunión Anual de la Sociedad Brasileira de Zootecnia (37ª., 2000, Viçosa). Trabalhos apresentados. Viçosa, s.e. s.p.
15. _____.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M. 2008. Efecto de la fertilización nitrogenada otoño invernal y ofertas de forraje sobre la población de *Paspalum notatum* Fl. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur. Bioma Campos (22ª., 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. s.p.
16. _____.; _____. 2013. Producción de pasturas. In: Curso de Introducción a la Producción Animal Sostenible en Pastoreo de Campo Natural (1º., 2013, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, s.e. pp. 52-66.
17. Bossi, J.; Ferrando, L. A.; Fernández, A.; Elizalde, G.; Morales, H.; Ledesma, J.; Carballo, E.; Medina, E.; Ford, I.; Montaña, J. 1975. Carta geológica del Uruguay. Montevideo, Geeditores. Esc. 1:1.000.000.
18. Bottaro, C.; Zabala, F. 1973. Efecto de la fertilización mineral NKP en la producción de forraje de algunas pasturas naturales del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 171 p.

19. Brum, E.; De Stefani, A. J. 1998. Efecto de la fertilización N-P sobre la productividad de un campo natural de la región basáltica. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 111 p.
20. Burgos de Anda, A. 1974. Efecto de la fertilización mineral NP en la producción de forraje de campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 84 p.
21. Carámbula, M. 1992. Mejoramientos extensivos; fundamentos. In: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E. eds. Mejoramientos extensivos en la Región Este; resultados experimentales 1991-92. Treinta y Tres, INIA. pp. 12-16 (Actividades de Difusión no. 75).
22. _____. 2002. Pasturas y forrajeras; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
23. Cardozo, R.; Taise, K.; Boggiano, P.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M. 2008. Efecto residual de la fertilización nitrogenada y ofertas de forraje sobre la composición botánica de un campo natural. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur. Bioma Campos (22^a., 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. p. 206.
24. Caresani, D.; Juanicotena, M. A. 2008. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la utilización de especies de un campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período otoñal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 125 p.
25. Castells, D. 1974. Fertilización de campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.
26. Céspedes, F.; Bernardis, A.; Fernández, J.; Roig, C. 2008. Captura de carbono en *Hemarthria altísima* con fertilización nitrogenada. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur. Bioma Campos (22^a., 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. s.p.
27. Colabelli, M.; Agnusdei, M.; Mazzanti, A.; Labreux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Boletín técnico 158. 15 p.
28. Corns, W. G.; Schraa, R. J. 1962. Seasonal productivity and chemical composition of marsii reed grass (*Calamagrostis canadensis*) (mrchx.) beav. tiarvested

- periodically from fertilized and unfertilized native sod. *Canadian Journal of Plant Science*. 42 (4): 651-659.
29. Casper, H. R.; Thomas, J. R.; Alsayegh, A. Y. 1967. Fertilization and its effects on range improvement in the northern Great Plains. *Journal of Range Management*. 20 (4): 216-222.
30. Cruz, P.; Boval, M. 1999. Effect of nitrogen on some morphogenetical traits of temperate and tropical perennial forage grasses. *In: Simpósio Internacional Grassland Ecophysiology and Ecology (1999, Curitiba). Proceedings. Curitiba, Universidad Federal de Parana. pp. 134-150.*
31. De Souza, Z.; Boldrini, L.; Fett, M.; Dias, M.; Muller, S.; Falcão, M. 2006. Composição florística da pastagem nativa sob diferentes ofertas de forragem. 2006. *In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul; Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas, RS, Brasil). Desafios e oportunidades do bioma campos frente à expansão e intensificação agrícola. Pelotas, EMBRAPA. s.p.*
32. Durán, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 47-64.
33. Errandonea, M.; Kuchman, C. 2008. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural en *Stipa setigera* Presl y *Bromus auleticus* Trinius bajo pastoreo de vacunos en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 146 p.
34. Fávero, F.; de César, E. P.; Scheffer-Basso, S. M. 2008. Resposta do quicuío (*Pennisetum clandestinum*) à adubação nitrogenada no ano do estabelecimento. *In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajas del Cono Sur. Bioma Campos (22ª., 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. s.p.*
35. Fernández Grecco, R. 2001. Efecto de la fertilización nitrogenada invernal sobre la acumulación de forraje de un pastizal natural de la Pampa Deprimida, Argentina. *Agricultura Técnica*. 61 (3): 319-325.
36. Ferreira, E. T.; Nabinger, C.; Kellerman de Freitas, A. Carassai, I. J.; Gomes, D. A.; Gorelik, D. B.; Schmitt, F. 2008a. Desempenho de novilhos Angus e mestiços criados em diferentes ambientes pastoris. *In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajas del Cono Sur. Bioma Campos (22ª., 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. s.p.*
37. _____.; _____.; _____. Gomes, D. Carassai, I. J.; Gorelik, D.; Schmitt, F.; Tischler, M. R. 2008b. Influência da adubação e introdução de espécies hibernais sobre parâmetros produtivos de uma

- pastagem natural na fronteira Norte do RS. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajas del Cono Sur. Bioma Campos (22^{a.}, 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. s.p.
38. Gallinal, J. M.; 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. Facultad de Agronomía. 115 p.
39. Goldfarb, M. A.; Giménez, L.; Núñez, F.; Quirós, O. 2008. Fertilización estratégica para promover el rebrote primaveral de un pastizal del Norte de Corrientes Argentina. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajas del Cono Sur. Bioma Campos (22^{a.}, 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. s.p.
40. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. Measurement of continuously grazed pastures. In: Cayley, J. W. D.; Bird, P. R. eds. Techniques for measuring pastures. Victoria, Australia, s.e. pp. 13-20.
41. Jaurena, M.; Díaz, S.; Fagundes, R. Z.; Nabinger, C. 2014. Efectos del manejo del agua y la fertilización en la dinámica temporal de gramíneas de campo natural. In: Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal (5^{o.}, 2014, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, AUPA. s.p.
42. Johnston, A.; Soliak, S.; Smith, A.; Lutwiek, L. 1969. Seasonal precipitation, evaporation, soil moisture and yield of fertilized range vegetation. Canadian Journal of Plant Science. 49 (2): 123-128.
43. Koukoura, Z.; Kyriazopoulos, A.; Mantzanas, K. 2005. Effects of fertilization on floristic diversity and herbage production in a grazed natural range-land. In: International Occasional Symposium of the European Grassland Federation (13^{th.}, 2005, Tartu). Integrating efficient grassland farming and biodiversity. s.n.t. pp. 307-310.
44. Larratea, F.; Soutto, J. P. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la productividad invierno primaveral de un campo natural del litoral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 141 p.
45. Ledgard, S. F.; Giller, K. E. 1995. Atmospheric N₂ fixation as an alternative N source. In: Bacon, P. E. ed. Nitrogen fertilizer in the environment. New York, Marcel Dekker. pp. 443-486.
46. Lorenz, R. J.; Rogler, A. G. 1973. Growth rate of mixed prairie in response to nitrogen and phosphorus fertilization. Journal of Range Management. 26 (5): 365-368.

47. Maraschin, E. G. 1993. Experiências de avaliação de pastagens com bovinos de corte no Brasil. In: Puignau, J. P. ed. Metodología de evaluación de pasturas. Montevideo, Uruguay, IICA. pp. 127-146.
48. Mazzanti, A.; Lemaire, G. 1994. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. *Grass and Forage Science*. 49: 352- 359.
49. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2012. Censo general agropecuario 2011. Montevideo. s.p.
50. _____.; _____. 2016. Anuario estadístico agropecuario 2016. Montevideo. s.p.
51. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
52. Moraes, T. C.; Nabinger, C.; Orqis, M. G.; do Couto, C. R.; Rockembach, M. 2008. Desenvolvimento de fêmeas de corte em pastagem nativa usada em diferentes graus de intensificação. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajas del Cono Sur. Bioma Campos (22ª., 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. s.p.
53. Morón, A. 1996. Ciclo del nitrógeno en el sistema suelo-planta-animal. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-12 (Serie Técnica no. 51).
54. Mott, G. O.; Lucas, H. L. 1952. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: International Grassland Congress (6th., 1952, s.l.). Proceedings. s.n.t. pp. 1380-1385.
55. Nabinger, C.; Dall'agnol, M. E.; De Faccio, P. 2007. Biodiversidade e produtividade em pastagens. In: Nabinger, C. ed. Manejo conservacionista de pastagens; um balance de 21 anos de pesquisa. Porto Alegre, Brasil, s.e. s.p.
56. Pallarés, O. R.; Pizzio, R. M. 1998. Introducción de especies para el mejoramiento del campo natural en el Sur de Corrientes-Argentina. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los

- Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14^a, 1998, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 31-38 (Serie Técnica no. 94).
57. Peñaricano, J. 1995. Producción de Lotus Rincón sobre suelos de Cristalino. Mejoramientos extensivos; manejo y utilización. Montevideo, INIA. pp. 36-39.
58. Perdomo, C.; Barbazán, M. 1999. Nitrógeno. Montevideo, Facultad de Agronomía. 71 p.
59. Pigurina, G.; Soares De Lima, J. M.; Berretta, E. J.; Montossi, F.; Pittaluga, O.; Ferreira, F.; Silva J. A. 1998. Características del engorde a campo natural. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 137-145 (Serie Técnica no. 102).
60. Pirez, L. V. 2012. Evaluación de la fertilización nitrogenada del campo natural para *Stipa setigera* Presl y *Bromus auleticus* Trinius bajo pastoreo vacuno en el período invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 138 p.
61. Pizzio, R. M.; Pallarés, O. R. 1994. Utilización y manejo de los pastizales del ecosistema Campos de Argentina. In: Puignau, J. P. ed. Utilización y manejo de pastizales. Montevideo, IICA. PROCISUR. pp. 115-126.
62. Ramalho, C.; Nabinger, C.; Dall'Agnol, M.; Schmitt, F.; Gonçalves, C. E.; Devincenzi, T.; Robinson, T.; Simon, L.; Guerra, E. 2006. Vigor de rebrota outonal de biótipos de Paspalum, em resposta à fertilização nitrogenada. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul; Grupo Campos (21^a, 2006, Pelotas, RS, Brasil). Desafios e oportunidades do bioma campos frente á expansão e intensificação agrícola. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
63. Risso, D. F. 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^a, 1998, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 23-28 (Serie Técnica no. 94).
64. _____; Berretta, E. J.; Zarza, A.; Cuadro, R. 2002. Productividad, composición y persistencia de dos mejoramientos de campo para engorde de novillos en la Región de Cristalino. In: Risso, D. F.; Montossi, F. eds. Mejoramientos de campo en la región de Cristalino; fertilización, producción de carne y persistencia productiva. Montevideo, INIA. pp. 3-30 (Serie Técnica no. 129).

65. Rodríguez, R.; Rodríguez, T.; Andión, J.; Vergnes, P. 2008a. Fertilización de campo natural; respuesta en producción animal. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur. Bioma Campos (22^{a.}, 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. p. 198.
66. _____.; _____.; _____.; _____. 2008b. Fertilización de campo natural; respuesta en producción de forraje. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur. Bioma Campos (22^{a.}, 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. p. 197.
67. Rosengurtt, B. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Universidad de la República. División Publicaciones y Ediciones. 86 p.
68. Scaglia, G. 1995. Aspectos nutricionales en el uso de los mejoramientos. In: Ayala, W.; Carámbula, M.; Scaglia, G. eds. Mejoramientos extensivos; manejo y utilización. Montevideo, INIA. pp. 19-25 (Actividades de Difusión no. 75).
69. Setelich, E. 1994. Potencial produtivo de uma pastagem natural do Rio Grande do Sul, submetida a distintas ofertas de forragem. Teses Master em Zootecnia. Rio Grande do Sul, Brasil. Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Facultad de Agronomía. 169 p.
70. Sevrini, M.; Zanoniani, M. 2011. Efectos de la fertilización nitrogenada y la intensidad de pastoreo sobre los componentes de la producción de forraje de *Bromus auleticus* Trinus en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 99 p.
71. Soares, A.; Semmelmann, C.; Kuhn Da Trindade, C.; Guerra, E.; De Freitas, T.; Frizzo, A.; De Faccio, C.; Nabinger, C.; Pinto, C.; Fontoura, J. 2005. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. *Ciência Rural*. 35 (5): 1148-1154.
72. Tisdale, S. L.; Nelson, W. L. 1966. Soil fertility and fertilizers. 2nd. ed. New York, USA, Macmillan Company. 694 p.
73. Thurow, S.; Nabinger, C.; Castilhos, Z.; Carvalho, P.; Schuch, S.; Jobim, C.; Medeiros, C.; Nunes, S.; Dias, M. 2006. Caracterização estrutural de uma pastagem nativa submetida a ofertas de forragem. 2006. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul; Grupo Campos (21^{a.}, 2006, Pelotas, RS, Brasil). Desafios e oportunidades do bioma campos frente á expansão e intensificação agrícola. Pelotas, EMBRAPA. s.p.

74. Tothill, J. C. 1978. Measuring botanical composition of grasslands. In: Marnettje, L. ed. Measurements of grassland vegetation and animal production. Hurley, s.e. pp. 22-55.
75. _____; Hargreaves, J. N. G.; Jones, R. N.; McDonald, C. K. 1992. Botanal; measuring the botanical composition of grazed pastures. St. Lucia, Brisbane, Queensland, Australia, CSIRO. Division of Tropical Crops and Pastures. 24 p.
76. Wilman, D.; Wright, P. T. 1983. Some effects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. *Herbage Abstracts*. 53 (8): 387-393.
77. Whitehead, D. C. 1995. Grassland nitrogen. Wallingford, UK, CABI. 397 p.
78. _____. 2000. Nutrient elements in grassland; soil-plant-animal relationship. Wallingford, UK, CABI. 363 p.
79. Zamalvide, J. 1998. 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^a., 1998, Salto) Anales. Montevideo, INIA. pp. 97-107 (Serie Técnica no. 94).
80. Zanoniani, R.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2008a. Efecto de la asignación de forraje y la suplementación energética invernal sobre la productividad de una pastura de primer año. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur. Bioma Campos (22^a., 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e s.p.
81. _____; _____; _____; Buzzi, C.; Agustoni, F.; Shimabukuru, M. 2008b. Efecto de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur. Bioma Campos (22^a., 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. s.p.
82. _____. 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. Facultad de Agronomía. 77 p.
83. _____; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2011. Respuesta invernal de un campo natural a la fertilización nitrogenada y ofertas de forraje. *Agrociencia* (Uruguay). 15(1):115-124.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Cuadro de resumen del análisis de varianza para variables de producción primaria en el período estival.

	oferta	MSP	MSD	MSR	MSdes.	tc
bloque	0,0319	0,0042	0,0322	0,0002	0,0908	0,075
trat.	0,0014	0,9519	0,9910	0,2105	0,3044	0,7596
CV	17,67	12,58	13,9	11,24	28,9	25,17
DMS	3,21	624,98	774,59	420,27	530,07	9,49
medias						
CNM	11,25 A	2686 A	2999 A	2109,5 A	889,5 A	19 A
CN	13 A	2765,25 A	3054,5 A	2218,5 A	836 A	17,75 A
60N	7,33 B	2415,17 A	2756,5 A	1689,17 B	1067,33 A	21,5 A
120N	7,67 B	2475,67 A	2770,83 A	1841,67 AB	929,17 A	18,67 A
	prod.	ALTD	ALTrem.			
bloque	0,067	0,0021	0,0018			
trat.	0,7777	0,7667	0,0826			
CV	24,9	10,8	12,23			
DMS	852,74	2,9	2,44			
medias						
CNM	1741,75 A	14,08 A	10,93 AB			
CN	1611,25 A	15,05 A	12,23 A			
60N	1941 A	13,23 A	9,12 B			
120N	1699,83 A	13,45 A	9,67 B			

Anexo No. 2. Cuadro de resumen del análisis de varianza para variables de producción primaria en el período otoñal.

otoño	oferta	MSP	MSD	MSR	MSdes.	tc
bloque	0,0061	0,0021	0,0069	0,0035	0,2058	0,0001
trat.	0,1941	0,8892	0,6292	0,3476	0,2863	0,0566
CV	14,12	13,39	13,36	15,73	40,49	19,43
DMS	2,26	708,57	783,26	633,77	742,85	6,49
medias						
CNM	9 A	2874,5 A	3106,5 A	2021,5 A	1085 A	15,25 AB
CN	7,5 A	2902,5 A	3099,75 A	2409,75 A	690 A	12,25 B
60N	7,83 A	2599 A	2947,5 A	2061,5 A	886 A	19,83 A
120N	8,67 A	2627,17 A	2975,5 A	1896,67 A	1078,83 A	19,17 A
otoño	prod.	ALTD	ALTrem.			
bloque	0,0001	0,0025	0,0211			
trat.	0,0481	0,7867	0,5303			
CV	18,82	12,49	17,53			
DMS	575,45	3,58	3,94			
medias						
CNM	1372 AB	15,28 A	11,2 A			
CN	1137,5 B	15,7 A	13 A			
60N	1820,67 A	14,53 A	11,65 A			
120N	1752,33 A	14,05 A	11,2 A			

Anexo No. 3. Cuadro de resumen del análisis de varianza para contrastes de variables de producción primaria en el período estival.

	oferta	MSP	MSD	MSR	MSdes.	tc
bloque	0,055	0,0209	0,0887	0,0006	0,2158	0,4227
trat.	0,0539	0,6107	0,7240	0,0092	0,7519	0,4953
CV	8,5	9,37	12,11	3,71	30,78	30,73
DMS	2,25	808,18	1179,47	231,21	1083,33	21,76
Medias						
120N	8,25 A	2852,75 A	3139,75 A	2105,25 A	1034,5 A	18,75 A
60N	7 A	2703 A	3011,5 A	1828,75 B	1182,75 A	19 A
5-120N	6,5 A	1721,5 B	2033 A	1410 C	718,5 A	18,5 A
5-60N	8 A	1839,5 B	2246,5 A	1314,5 C	836,5 A	26,5 A
contraste 1	0,75	1994,75	1871,75	1209,5	662,25	-7,25
p valor	0,3911	0,0021	0,0103	0,0001	0,1533	0,3918
120N	1	1	1	1	1	1
60N	1	1	1	1	1	1
5-120N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
contraste 2	-0,25	31,75	-85,25	181	-266,25	-8,25
p valor	0,7648	0,9154	0,8454	0,0873	0,5183	0,4284
120N	1	1	1	1	1	1
60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-120N	1	1	1	1	1	1
5-60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	prod	ALTD	ALTR			
bloque	0,4037	0,0015	0,0006			
Trat.	0,5270	0,3284	0,0206			
CV	30,39	4,39	3,08			
DMS	1950,13	2,07	1,02			
medias						
120N	1697,5 A	15,23 A	10,53 A			
60N	1719,75 A	14,63 A	9,55 A			
5-120N	1704,5 A	9,9 B	7,95 B			
5-60N	2383,5 A	10,45 B	8,25 B			
contraste 1	-670,75	9,5	3,88			
p valor	0,3782	0,0002	0,0004			
120N	1	1	1			
60N	1	1	1			

5-120N	-1	-1	-1			
5-60N	-1	-1	-1			
contraste 2	-701,25	0,05	0,68			
p valor	0,3591	0,9478	0,1290			
120N	1	1	1			
60N	-1	-1	-1			
5-120N	1	1	1			
5-60N	-1	-1	-1			

Anexo No. 4. Cuadro de resumen del análisis de varianza para contrastes de variables de producción primaria en el período otoñal.

	oferta	MSP	MSD	MSR	MSdes.	tc
bloque	0,0166	0,004	0,005	0,0632	0,1298	0,0006
trat.	0,0725	0,3504	0,4334	0,7001	0,4745	0,4805
CV	8,02	7,62	7,28	16,56	32	7,08
DMS	2,33	702,33	759,95	1115,26	1108,15	4,87
medias						
120N	9,5 A	3109,75 A	3448,75 A	2186 A	1262,75 A	18 A
60N	8 AB	2948 A	3295,5 A	2331,25 A	964,25 A	19,25 A
5-120N	7 B	1662 B	2029 B	1318 A	711 A	21,5 A
5-60N	7,5 AB	1901 B	2251,5 B	1522 A	729,5 A	21 A
contraste 1	3	2494,75	2463,75	1677,25	786,5	-5,25
p valor	0,0208	0,0005	0,0007	0,0139	0,1106	0,0361
120N	1	1	1	1	1	1
60N	1	1	1	1	1	1
5-120N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
contraste 2	1	-77,25	-69,25	-349,25	280	-0,75
p valor	0,2846	0,7674	0,8060	0,4333	0,5073	0,6803
120N	1	1	1	1	1	1
60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-120N	1	1	1	1	1	1
5-60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	prod.	ALTD	ALTR			
bloque	0,0008	0,0045	0,1285			
trat.	0,4646	0,2894	0,7560			
CV	7,26	6,86	18,63			
DMS	457,38	3,46	7,36			
Medias						
120N	1650,5 A	16,38 A	12,15 A			

60N	1772,75 A	16,2 A	12,88 A			
5-120N	1956 A	9,4 B	7,95 A			
5-60N	1916,5 A	11,2 B	9,2 A			
contraste 1	-449,25	11,98	7,88			
p valor	0,0475	0,006	0,0369			
120N	1	1	1			
60N	1	1	1			
5-120N	-1	-1	-1			
5-60N	-1	-1	-1			
contraste 2	-82,75	-1,63	-1,98			
p valor	0,63	0,2473	0,4828			
120N	1	1	1			
60N	-1	-1	-1			
5-120N	1	1	1			
5-60N	-1	-1	-1			

Anexo No. 5. Cuadro de resumen del análisis de varianza para variables de producción secundaria en el período estival.

	P fin.	G/D
trat.	0,2514	0,2574
p. in. (cov)	0,0002	0,7897
CV	2,85	15,43
DMS	29,47	0,35
medias		
CNM	341,33 A	0,79 A
CN	340,06 A	0,78 A
60N	328,63 A	0,65 A
120N	325,12 A	0,6 A

Anexo No. 6. Cuadro de resumen del análisis de varianza para variables de producción secundaria en el período otoñal.

	P fin.	G/D
trat.	0,0099	0,0098
p. in. (cov)	<0,0001	0,3832
CV	2,17	13,04
DMS	26,96	0,261
medias		
CNM	415,71 A	0,78 A
CN	379,12 B	0,42 B
60N	396,63 AB	0,59 AB
120N	416,77 A	0,79 A

Anexo No. 7. Cuadro de resumen del análisis de varianza para contrastes de variables de producción secundaria en el período estival.

verano	GD	pf
trat.	0,1862	0,1837
p. in. Cov	0,3043	0,0016
CV	24,82	3,58
DMS	0,49	41,75
medias		
120N	0,54 A	342,45 A
60N	0,67 A	353,10 A
5-120N	0,42 A	332,2 A
5-60N	0,72 A	358,09 A
contraste 1	0,06	5,25
p valor	0,7738	0,7726
120N	1	1
60N	1	1
5-120N	-1	-1
5-60N	-1	-1
contraste 2	-0,43	-36,54
p valor	0,0859	0,0863
120N	1	1
60N	-1	-1
5-120N	1	1
5-60N	-1	-1

Anexo No. 8. Cuadro de resumen del análisis de varianza para contrastes de variables de producción secundaria en el período otoñal.

	GD	pf
trat.	0,0493	0,0506
pi (Cov)	0,2916	0,0023
CV	23,42	2,97
DMS	0,383	39,69
medias		
120N	0,72 A	419,84 A
60N	0,63 A	411,05 A
5-120N	0,38 A	385,9 A
5-60N	0,34 A	380,84 A
contraste 1	0,62	64,16
p valor	0,0099	0,0102
120N	1	1
60N	1	1
5-120N	-1	-1
5-60N	-1	-1
contraste 2	0,14	13,85
p valor	0,4818	0,4913
120N	1	1
60N	-1	-1
5-120N	1	1
5-60N	-1	-1

Anexo No. 9. Cuadro de resumen del análisis de varianza de variables de composición botánica del disponible en el período estival.

	GPI	GPETF	hierbas	RS	GPEOD	leg.
bloque	0,9553	0,1519	0,2365	0,0127	0,0282	0,6125
trat.	0,4648	0,6547	0,2410	0,6094	0,9432	0,0444
CV	55,5	48,72	116,82	90,55	82,59	179,87
DMS	20,17	39,54	1,88	16,96	14,87	10,68
medias						
CNM	22,43 A	49,1 A	0,58 A	5,29 A	11,54 A	10,85 A
CN	13,72 A	62,13 A	0,21 A	11,29 A	11,44 A	1,23 A
60N	24,69 A	46,06 A	0,66 A	12,79 A	14,18 A	1,41 A
120N	20,9 A	56,76 A	1,57 A	8,24 A	11,69 A	0,84 A

Anexo No. 10. Cuadro de resumen del análisis de varianza de variables de composición botánica del disponible en el período otoñal.

	GPI	GPETF	hierbas	RS	GPEOD	leg.	GAI
Bloque	0,1997	0,0695	0,0271	0,8107	0,2106	0,2931	<0,0001
trat.	0,4751	0,8393	0,8833	0,1269	0,6773	0,0014	0,3899
CV	70,84	30,1	108,56	134,01	116,85	68,03	63,63
DMS	47,61	32,77	3,46	5,28	34,84	1,42	0,78
Medias							
CNM	29,16 A	45,01 A	2,19 A	2,07 A	18,04 A	2,6 A	0,92 A
CN	14,08 A	54,28 A	1,58 A	4,13 A	25,02 A	0,26 B	0,63 A
60N	38,78 A	46,9 A	1,36 A	0,19 A	11,07 A	0,68 B	1,03 A
120N	32,07 A	49,11 A	1,96 A	0,13 A	15,74 A	0,31 B	0,68 A

Anexo No. 11. Cuadro de resumen del análisis de varianza de variables de composición botánica del remanente en el período estival.

	GPI	GPETF	hierbas	RS	GPEOD	leg.
bloque	0,4878	0,3779	0,1493	0,0483	0,7307	0,7849
trat.	0,6087	0,1241	0,9067	0,0205	0,4870	0,0643
CV	49,73	31,09	117,68	54,38	78,97	96,7
DMS	20,24	23,83	2,2	11,62	14,46	4,75
medias						
CNM	24,72 A	43,26	0,73 A	8,77 AB	16,71 A	5,79 A
CN	19,7 A	58,23	1,24 A	5,63 B	13,35 A	1,84 A
60N	25,21 A	48,87	1,07 A	12,92 AB	8,82 A	3 A
120N	29,41 A	37,53	0,81 A	19,43 A	11,55 A	1,25 A

Anexo No. 12. Cuadro de resumen del análisis de varianza de variables de composición botánica del remanente en el período otoñal.

	GPI	GPETF	hierbas	RS	GPEOD	leg.	GAI
Bloque	0,0055	0,4970	0,5276	0,2434	0,1175	0,8049	0,0164
trat.	0,6248	0,9143	0,5577	0,5125	0,7787	0,1696	0,4346
CV	36,7	24,68	87,21	129,53	106,73	111,18	118,21
DMS	15,16	27,02	2,4	7,81	21,22	2,79	4,29
Medias							
CNM	20,46 A	56,44 A	1,83 A	6,24 A	11,96 A	2,25 A	0,82 A
CN	20,99 A	58,61 A	1,18 A	3,79 A	13,51 A	0,61 A	1,3 A
60N	22,97 A	60,48 A	0,64 A	3,55 A	7,56 A	1,82 A	2,99 A
120N	26,72 A	54,26 A	1,1 A	2,17 A	14,59 A	0,29 A	0,86 A

Anexo No. 13. Cuadro de resumen del análisis de varianza para contrastes de variables de composición botánica del disponible en el período estival.

	GPI	GPETF	hierbas	RS	GPEOD	leg.
Bloque	0,7671	0,2961	0,8659	0,2214	0,0089	0,0035
trat.	0,6762	0,6123	0,5631	0,7591	0,6908	0,2207
CV	55,31	42,52	153,26	89,95	66,73	67,31
DMS	20,80794	32,14833	3,04299	17,06465	10,62650	2,65736
Medias						
120N	20,81 A	56,91 A	1,56 A	8,73 A	11,00 A	1,00 B
60N	24,59 A	46,22 A	0,65 A	13,27 A	13,49 A	1,57 B
5-120N	26,58 A	51,36 A	1,04 A	11,42 A	5,45 A	3,15 AB
5-60N	21,31 A	46,63 A	1,78 A	12,49 A	7,59 A	4,70 A
contraste 1	-2,49	5,14	-0,61	-1,91	11,46	-5,27
p valor	0,8204	0,7618	0,7028	0,8321	0,0525	0,0013
120N	1	1	1	1	1	1
60N	1	1	1	1	1	1
5-120N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
contraste 2	1,48	15,42	0,17	-5,61	-4,62	-2,12
p valor	0,8888	0,3504	0,9223	0,5191	0,3963	0,1280
120N	1	1	1	1	1	1
60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-120N	1	1	1	1	1	1
5-60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Anexo No. 14. Cuadro de resumen del análisis de varianza para contrastes de variables de composición botánica del disponible en el período otoñal.

	GPI	GPETF	hierbas	RS	leg.	GAI	GPEOD
Bloque	0,4319	0,3686	0,0533	0,7480	0,3002	0,0201	0,0051
trat.	0,5253	0,7080	0,7887	0,7978	0,8733	0,6280	0,2968
CV	65,63	37,80	89,36	285,66	133,36	136,95	73,96
DMS	49	43,52318	2,7777	7,8469	2,2483	1,69481	15,94361
medias							
120N	30,68 A	48,33 A	1,98 A	0,01 A	0,26 A	0,69 A	18,04 A
60N	37,39 A	46,13 A	1,39 A	0,07 A	0,62 A	1,04 A	13,37 A
5-120N	38,04 A	53,52 A	1,52 A	3,32 A	1,06 A	0,27 A	2,28 A
5-60N	20,68 A	65,13 A	1,35 A	1,61 A	1,15 A	0,68 A	9,41 A
contraste 1	9,36	-24,19	0,5	-4,84	-1,33	0,79	19,73
p valor	0,6935	0,263	0,7070	0,2175	0,2370	0,3457	0,0261
120N	1	1	1	1	1	1	1
60N	1	1	1	1	1	1	1
5-120N	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
contraste 2	10,66	-9,4	0,77	1,65	-0,46	-0,76	-2,46
p valor	0,6453	0,645	0,5570	0,6531	0,6656	0,3496	0,7410
120N	1	1	1	1	1	1	1
60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-120N	1	-1	1	1	1	1	1
5-60N	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1

Anexo No. 15. Cuadro de resumen del análisis de varianza para contrastes de variables de composición botánica del remanente en el período estival.

	GPI	GPETF	hierbas	RS	GPEOD	leg.
bloque	0,8892	0,5571	0,2656	0,0747	0,2927	0,1240
trat.	0,5804	0,6411	0,9223	0,3639	0,8989	0,2244
CV	53,25	45,28	101,12	64,22	77,20	71,88
DMS	23,04847	33,94731	1,88615	16,38689	12,29805	3,14654
medias						
120N	29,13 A	37,35 A	0,82 A	19,71 A	11,71 A	1,56 A
60N	24,92 A	48,69 A	1,08 A	13,20 A	10,56 A	3,31 A
5-120N	21,59 A	49,25 A	1,12 A	16,41 A	7,87 A	2,84 A
5-60N	29,03 A	48,70 A	1,15 A	11,09 A	6,24 A	3,79 A
contraste 1	3,43	-11,91	-0,37	5,41	8,15	-1,76
p valor	0,7737	0,5008	0,7072	0,5263	0,2116	0,2888
120N	1	1	1	1	1	1
60N	1	1	1	1	1	1
5-120N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
contraste 2	-3,23	-10,78	-0,30	11,83	2,78	-2,70
p valor	0,7803	0,5296	0,7518	0,1635	0,6542	0,1014
120N	1	1	1	1	1	1
60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-120N	1	1	1	1	1	1
5-60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Anexo No. 16. Cuadro de resumen del análisis de varianza para contrastes de variables de composición botánica del remanente en el período otoñal.

	GPI	GPETF	hierbas	RS	leg.	GAI	GPEOD
bloque	0,0138	0,7409	0,6316	0,6786	0,6669	0,4788	0,6324
trat.	0,6780	0,7501	0,9018	0,8563	0,2320	0,7792	0,3906
CV	30,27	24,66	117,99	190,34	104,45	209,02	110,67
DMS	13,03345	27,59050	3,33221	8,8834	2,4888	10,024	20,09959
medias							
120N	27,70 A	54,19 A	0,94 A	2,15 A	0,18 A	0,96 A	13,86 A
60N	23,96 A	60,41 A	0,48 A	3,53 A	1,71 A	3,10 A	6,83 A
5-120N	21,83 A	63,59 A	2,11 A	2,74 A	1,38 A	3,70 A	4,64 A
5-60N	20,63 A	60,10 A	2,33 A	1,78 A	1,33 A	2,58 A	11,26 A
contraste 1	9,2	-9,09	-3,03	1,16	-0,83	-2,21	4,80
p valor	0,1771	0,5158	0,0892	0,7946	0,5132	0,6616	0,6365
120N	1	1	1	1	1	1	1
60N	1	1	1	1	1	1	1
5-120N	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
contraste 2	4,95	-2,72	0,24	-0,41	-1,47	-1,01	0,41
p valor	0,4408	0,8393	0,8823	0,9251	0,2381	0,8363	0,9669
120N	1	1	1	1	1	1	1
60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5-120N	1	1	1	1	1	1	1
5-60N	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1