

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RESPUESTA INVERNO PRIMAVERAL DE UN CAMPO NATURAL A
NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y MEJORAMIENTO CON
SIEMBRA EN COBERTURA DE *LOTUS TENUIS* Y *TRIFOLIUM PRATENSE*

por

María Noel GUTIÉRREZ PEREIRA
Jerónimo TOYOS LENZI

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. David Silveira

Ing. Agr. Mónica Cadenazzi

Fecha: 28 de diciembre de 2017

Autores: -----

María Noel Gutiérrez Pereira

Jerónimo Toyos Lenzi

AGRADECIMIENTOS

A la familia y amigos por su apoyo incondicional durante la carrera, y al profesor Pablo Boggiano, por su continua dedicación para la realización de este trabajo.

A la Facultad de Agronomía, por el conocimiento brindado en estos años de estudio.

Al compañero y amigo José Ignacio Aguiar, por el apoyo en la realización del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	1
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. CARACTERIZACIÓN DEL ECOSISTEMA PASTORIL	2
2.2. FERTILIZACIÓN DEL CAMPO NATURAL	4
2.2.1. <u>Efecto de la fertilización nitrogenada</u>	4
2.2.2. <u>Efecto del nitrógeno sobre la producción de forraje</u>	5
2.2.3. <u>Efecto del nitrógeno en la estacionalidad del campo natural</u>	7
2.2.4. <u>Efectos del nitrógeno en la composición botánica</u>	8
2.2.5. <u>Efecto del nitrógeno sobre variables morfogénicas</u>	9
2.2.6. <u>Efecto del nitrógeno sobre las variables estructurales</u>	10
2.2.7. <u>Interacción nitrógeno – intensidad de pastoreo</u>	11
2.2.8. <u>Efecto de la partición de dosis de nitrógeno</u>	12
2.2.9. <u>Efectos del nitrógeno sobre la oferta de forraje y el consumo</u>	12
2.2.10. <u>Efecto del nitrógeno sobre la productividad animal</u>	13
2.2.10.1. Ganancia media diaria.....	13
2.2.10.2. Producción/hectárea	13
2.3. EFECTO DE LA INTENSIDAD DE PASTOREO	14
2.3.1. <u>Efecto de la intensidad de pastoreo sobre producción de forraje</u>	14

2.3.2.	<u>Efecto de la intensidad de pastoreo sobre tasa de crecimiento</u>	15
2.3.3.	<u>Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la composición botánica</u>	16
2.3.4.	<u>Efecto de la intensidad de pastoreo sobre producción animal</u>	16
2.3.4.1.	Ganancia media diaria	16
2.3.4.2.	Producción de carne/ ha	17
2.4.	EFFECTO DEL MEJORAMIENTO EXTENSIVO	18
2.4.1.	<u>Especies introducidas</u>	19
2.4.2.	<u>Efecto del mejoramiento sobre la producción de forraje</u>	21
2.4.3.	<u>Efecto del mejoramiento sobre la calidad del forraje</u>	22
2.4.4.	<u>Efecto del mejoramiento sobre la producción animal</u>	22
2.5.	EFFECTO DEL MÉTODO DE PASTOREO	23
2.5.1.	<u>Método de pastoreo</u>	24
2.6.	EFFECTO DE LA CARGA	25
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	26
3.1.	CONDICIONES GENERALES DEL EXPERIMENTO	26
3.1.1.	<u>Localización y período de evaluación</u>	26
3.1.2.	<u>Descripción del sitio experimental</u>	26
3.1.2.1.	Antecedentes	26
3.1.2.2.	Suelos	27
3.1.2.3.	Vegetación	28
3.1.2.4.	Animales experimentales	28
3.2.	DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS	29
3.3.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	31
3.3.1.	<u>Manejo experimental</u>	31
3.3.2.	<u>Determinaciones en la pastura</u>	31
3.3.2.1.	Determinación de materia seca	31
3.3.2.2.	Determinación de la composición botánica de la pastura	32
3.3.2.3.	Estimación del crecimiento de forraje	33
3.3.2.4.	Estimación de la materia seca disponible	33

3.3.2.5. Estimación de la materia seca desaparecida	33
3.3.3. <u>Determinaciones en los animales</u>	33
3.3.3.1. Evolución del peso vivo	33
3.3.3.2. Carga animal	34
3.3.3.3. Unidades ganaderas por hectárea	34
3.3.3.4. Ganancia por animal	34
3.3.3.5. Ganancia por hectárea	34
3.3.3.6. Oferta de forraje	34
3.4. <u>HIPÓTESIS</u>	35
3.4.1. <u>Hipótesis biológica</u>	35
3.5. <u>MODELO ESTADÍSTICO</u>	35
3.5.1. <u>Modelo estadístico para análisis de datos de pasturas</u>	35
3.5.2. <u>Modelo estadístico para el animal</u>	36
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	37
4.1. <u>CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA</u>	37
4.1.1. <u>Temperatura</u>	37
4.2. <u>PRECIPITACIONES</u>	38
4.3. <u>BALANCE HÍDRICO</u>	39
4.4. <u>VARIABLES DE LA PASTURA</u>	40
4.4.1. <u>Análisis del período total para el experimento</u>	40
4.4.2. <u>Análisis del período invernal para el experimento</u>	45
4.4.3. <u>Análisis del período primaveral para el experimento</u>	49
4.5. <u>VARIABLES DE PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	53
5. <u>CONCLUSIONES</u>	54
6. <u>RESUMEN</u>	55
7. <u>SUMMARY</u>	56
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	57

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Superficie de cada bloque experimental.	30
2. Producción total (MST) en kg/ha y tasa de crecimiento promedio(TC) en kg/ha/día para el período invierno-primavera.....	40
3. Materia seca disponible (MSD), remanente (MSR), desaparecido (MSDe) en kg/ha para el período invierno-primavera.....	41
4. Oferta forrajera (%), eficiencia de cosecha (%), y ganancia individual (kg/animal/día) para el período invierno-primavera.....	43
5. Producción total (MST) en kg/ha y tasa de crecimiento promedio (TC) en kg/ha/día para las estaciones invierno y primavera.	44
6. Materia seca disponible (MSD), remanente (MSR), desaparecido (MSDe) en kg/ha, oferta forrajera (%), eficiencia de cosecha (%), y ganancia individual (kg/animal/día) para el período invierno y primavera.....	45
7. Efecto del tratamiento sobre la producción total (MST), y tasa de crecimiento promedio (TCp) para el período de invierno.	45
8. Materia seca disponible (MSD), remanente (MSR), desaparecido (MSDe) en kg/ha para el período invierno.	46
9. Oferta forrajera (%), eficiencia de cosecha (%), y ganancia individual (kg/animal/día) para el período invernal.....	48
10. Efecto del tratamiento sobre la producción total (MST), y tasa de crecimiento promedio (TCp) para el período de primavera.	49
11. Materia seca disponible (MSD), remanente (MSR), desaparecido (MSDe) en kg/ha para el período primavera.	50
12. Oferta forrajera (%), eficiencia de cosecha (%), y ganancia individual (kg/animal/día) para el período primaveral.	52
13. Peso vivo total (PV), unidades ganaderas (UG) y ganancia total (kg) por tratamiento para el período invierno-primavera.	53

Ilustración No.	
1.	Mapa de suelos.....27
2.	Descripción de suelos.....28
3.	Croquis de la disposición de los bloques y los tratamientos en el sitio experimental.29
4.	Temperatura media para el 2015 (T° media) temperatura media para la serie de referencia desde 2002 al 2014, temperatura máxima del 2015 (T° máx.) y temperatura mínima del 2015 (T° mín.).37
5.	Precipitaciones acumuladas mensuales en milímetros para el año 2015 y la serie de referencia del 2002 al 2014.38
6.	Precipitaciones acumuladas, almacenaje de agua en el suelo (Alm.), y deficiencia de agua en el suelo (Def.), para un suelo con CAAD de 80 mm, en el año del experimento (2015).39

1. INTRODUCCIÓN

El principal sustento de la producción pecuaria del país es el campo natural, el cual ocupa unas 11.200.000 has. lo que representa el 68,5% de la superficie total explotada y un 88% del área ganadera del territorio nacional (MGAP. DIEA, 2015). La importancia económica de este recurso conlleva a generar mayor conocimiento respecto a la utilización de diferentes medidas de manejo como lo son la introducción de especies, métodos e intensidad de pastoreo y fertilización principalmente nitrogenada y fosfatada, pudiendo así de esta manera aumentar la productividad de los sistemas ganaderos, principalmente los más extensivos.

El campo natural es un tipo de cobertura vegetal el cual está constituido principalmente por especies gramíneas, en asociación con leguminosas y gramínoideas (Millot et al., 1987), y plantas subarborescentes, con rara aparición de árboles (Berretta y do Nascimento, 1991), integrando un complejo ecosistema con macro, meso y microorganismos de rol no muy conocido (Millot et al., 1987).

En el presente trabajo se evalúan distintos niveles de intervención del campo natural en el período invierno primavera, a través de los cuales se pretende aumentar la producción de materia seca total (kgMS/ha), interviniendo en la tasa de crecimiento (kgMS/ha/día) con agregado de nitrógeno e introducción de especies, y manejo de la oferta forrajera (%). A su vez dichas intervenciones son evaluadas en la respuesta animal, a través de la ganancia media diaria (GMD).

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta del campo natural cuando es sometido a mejoramiento con leguminosas y dos niveles de fertilización nitrogenada. Todos con fertilización fosfatada.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la respuesta en producción de forraje debidas a los diferentes niveles de intervención.

Evaluar la ganancia media diaria de los animales pastoreando en las diferentes intervenciones de campo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERIZACIÓN DEL ECOSISTEMA PASTORIL

El clima de Uruguay es de tipo subtropical húmedo de verano caliente sin presentar grandes variaciones en todo el territorio, siendo este templado-húmedo (Romero, s.f.). Las precipitaciones varían entre 930 mm en el sur y 1300 mm en el norte, sin presentar un patrón establecido para su distribución estacional (Corsi, 1978).

Romero (s.f.) establece temperaturas medias anuales que se aproximan a los 16° C en el sur, 19° C en el norte y temperaturas medias mensuales que van desde los 7° C en julio a 31° C en enero. El rango de temperaturas óptimas para especies C3 es de 20 a 25° C con una temperatura base de 5° C, mientras que para especies C4 las temperaturas óptimas se encuentran entorno a los 30° y 35° C con una temperatura base de aproximadamente 10-15° C (Cooper y Tainton, 1968). Estas variaciones en los rangos óptimos y base de temperatura explicaría la coexistencia de especies templadas C3 como especies tropicales C4 en pasturas naturales del Uruguay.

Según Molfino y Califra (2001), existen cinco categorías para clasificar a los suelos de Uruguay en cuanto a la capacidad de almacenaje de agua, siendo estas muy baja (menor a 40mm), baja (entre 40 y 80 mm), media (entre 80 y 120mm), alta (entre 120 y 160mm) y muy alta (mayor a 160mm). El diferente potencial de los suelos determina que tribu de gramíneas predominará en cada suelo según la resistencia de las mismas al estrés hídrico, mostrando un arreglo espacial heterogéneo (Milot et al., 1987).

La vegetación de Uruguay como consecuencia de la interacción suelo y clima, es predominantemente herbácea con presencia de diversas especies que varían su frecuencia y hábitos morfo-fisiológicos según la condición edáfica, geológica, topográfica y según el manejo al que sean sometidas las mismas (Risso et al., 1998b).

En las comunidades vegetales del Uruguay predominan gramíneas de bajo y mediano porte, ciperáceas y dicotiledóneas, integradas por compuestas, leguminosas y numerosas familias que aparecen en menor frecuencia (Rosengurtt 1946a, Millot et al. 1987, Risso et al. 1998b).

Según Rosengurtt (1979), luego de la introducción del ganado a comienzos del siglo XVI y de ovinos en el siglo XVIII, es probable que se hayan originado cambios en la vegetación clímax de pastos altos y arbustos, con la consiguiente reducción de ciertas especies y aparición de otras las cuales fueron ingresadas por colonizadores.

Desde la introducción del ganado, el pastoreo determinó que se establecieran comunidades vegetales en estados de equilibrios dinámicos, variables con las intensidades de utilización y con las especies de herbívoros que utilizan el campo natural. La heterogeneidad de especies, hábitos de crecimiento y ciclos anuales, establecen nuevos equilibrios con las condiciones de los suelos y del clima, pudiendo reaccionar frente a variaciones en el manejo de los pastoreos (Boggiano, 2003).

La abundante diversidad de especies y genotipos de gramíneas nativas que pueblan las praderas y esa gran variación en su fisiología y hábitos de crecimiento, han permitido a la selección natural variar la frecuencia y presencia de las mismas, determinando la estructura de mosaico característico de las comunidades del campo natural (Milot et al., 1987).

Según Risso et al. (1998b), los cambios estacionales en el ecosistema del campo natural uruguayo son más o menos regulares, variando dentro de las estaciones debido a eventos inesperados del clima lo cual influye y aumenta la variabilidad en la producción de forraje, principalmente en aquellas estaciones donde se concentra la mayor parte del crecimiento de las especies. Estas condiciones determinan una máxima disponibilidad de recursos durante los meses de primavera y mínima en los meses de invierno. En respuesta a esto, el máximo crecimiento de las especies se da en primavera-verano y el mínimo en invierno, determinando una oferta diferencial de forraje a lo largo del año (Zanoniani, 1997).

A pesar de la gran diversidad florística entre suelos y zonas del Uruguay, existen características comunes a las pasturas naturales: a) baja proporción de leguminosas, b) relaciones de gramíneas invernales y estivales, que favorecen generalmente a las segundas, c) los suelos en los cuales crecen son moderadamente ácidos y poseen contenidos bajos de nutrientes, limitando seriamente su productividad en los períodos de baja actividad biológica (Carámbula, 1996). Esas tres características determinan una escasa producción invernal, en promedio 380 kg/ha MS, y baja calidad del forraje ofrecido en primavera-verano (Boggiano et al., 2005).

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., 2000b). En este sentido, la carencia crónica de nitrógeno en todas las situaciones de producción extensiva y la reconocida influencia de este nutriente sobre las condiciones de crecimiento del tapiz, justifican su inclusión en este estudio como una de las principales variables. A su vez, las pasturas naturales presentan una baja proporción de especies leguminosas, siendo éstas la llave principal para introducir económicamente el nitrógeno en el ecosistema, alcanzando así una producción importante de forraje de buena calidad (Carámbula, 1992).

2.2. FERTILIZACIÓN DEL CAMPO NATURAL

La disponibilidad de nutrientes en la vegetación de campo natural es un factor limitante pudiendo esperarse incrementos significativos en rendimiento por aplicación de fertilizantes (Zamalvide, 1998).

La fertilización de campo natural en el centro-sur de Corrientes de acuerdo a los resultados mostrados es una tecnología atractiva económicamente debido a la respuesta que se logra tanto en la pastura como en los animales y al efecto residual que muestran los fertilizantes (Pallarés y Pizzio, 1998).

2.2.1. Efecto de la fertilización nitrogenada

La fertilización nitrogenada directa, con agregado de N mineral, e indirecta con siembra en el tapiz de leguminosas, favorece el aumento de la producción y mejora la distribución de forraje en suelos de basalto profundo. Este cambio cualitativo y cuantitativo es debido a cambios estructurales en la composición botánica de las comunidades (Bemhaja y Brito, 1998d).

La respuesta en la pastura se expresa principalmente en un incremento en la producción de materia seca y en un incremento en la proporción de leguminosas nativas en el tapiz. A su vez, la respuesta a la fertilización evaluada con animales determina que los campos naturales fertilizados soportan una mayor carga. Al considerar igual ganancia animal anual de peso, ese aumento de carga sería del orden del 66% o sea pasar de 0,80 nov./ha/año a 1,33 nov./ha/año. A igual carga la performance animal en los campos fertilizados es un 20-30% mayor lo cual permite un mejor estado de terminación de los animales en un menor tiempo (Pallarés y Pizzio, 1998).

Dentro de los límites impuestos por clima, suelo y sistema de producción, el nitrógeno ejerce el mayor control en la producción de forraje y cultivos en el mundo. Es bien conocido que las plantas requieren más de nitrógeno que de cualquier otro nutriente del suelo (Bemhaja, 1998a).

Las gramíneas y otras no leguminosas son casi totalmente dependientes del N mineral del suelo. Las gramíneas tienen tan altas demandas de N que la concentración del mineral en el suelo es habitualmente muy baja. Requieren N mineral para producir proteína y clorofila, suficientes para macollaje, elongación de la hoja, rebrote después del pastoreo y reproducción (Bemhaja, 1998a).

El empleo de fertilizantes inorgánicos nitrogenados hacia comienzos del otoño puede estimular el rebrote y crecimiento de las invernales y alargar el período vegetativo de las estivales, antes del descenso de las temperaturas. Por otra parte, la fertilización de fines de invierno seguiría estimulando a las invernales y ayudaría al rebrote más temprano de las estivales. Por lo tanto, el rebrote más temprano de ambos tipos de especies y el alargamiento del ciclo de las estivales tenderían a reducir el período de escaso crecimiento invernal (Berretta et al., 1998).

La fijación simbiótica (vía *Rhizobium*) de nitrógeno por parte de las leguminosas genera una fuente de N de relativo bajo costo en la producción de pasturas. La fijación de N por las leguminosas es suprimida en presencia de altas concentraciones de nitratos en el suelo (mayor a 20 ppm), pero esto ocurre sólo estacionalmente o transitoriamente en pasturas (Bemhaja, 1998a).

2.2.2. Efecto del nitrógeno sobre la producción de forraje

Ayala y Carámbula (1994) señalan que la respuesta a la fertilización la condicionan la dosis y el momento de aplicación del fertilizante, estando esta misma determinada por la tasa potencial de crecimiento, la cual depende del estado y composición botánica de la pastura. Dichos autores afirman que el nitrógeno es el nutriente de mayor importancia basándose en que las gramíneas son el componente principal de las pasturas naturales de la región. En este sentido son numerosos los trabajos que confirman al N como nutrimento fundamental para incrementar la producción primaria.

Azanza et al. (2004), concluyen que la respuesta a la fertilización nitrogenada es casi lineal hasta dosis de 350 kg/ha del nutriente. Así mismo, estos autores concluyen que a partir de esa dosis los incrementos en respuesta de producción de forraje son decrecientes hasta llegar a los 500 kg/ha de N donde la respuesta se estabiliza. Es así que con el agregado de nitrógeno es posible aumentar la producción de materia seca, y lograr muy altos potenciales de producción de gramíneas.

Boggiano et al. (2000b), reportan que el nitrógeno fue determinante en la respuesta de la tasa de acumulación de materia seca en kg/ha/día, cuando los demás factores ambientales no fueron limitantes (agua y temperatura). Es por ello que en las estaciones de activo crecimiento de las pasturas, el agregado de altos niveles de nitrógeno permite aumentar la tasa de acumulación de materia seca, con lo cual se pueden manejar menores ofertas de forraje y mayor utilización, traducido en un incremento de la tasa de consumo. Por otra parte cuando los factores ambientales son menos favorables para el crecimiento de las pasturas, se deben combinar fertilizaciones nitrogenadas con ofertas de forrajes mayores, con el objetivo que el índice de área foliar

sea mayor en los remanentes, permitiendo un rebrote de las pasturas adecuado a estas condiciones.

El efecto del nitrógeno a través de las variables morfológicas y estructurales queda explicado según Mazzanti et al. (1994), quienes expresan que altas aplicaciones de nitrógeno conllevan a un aumento en el crecimiento de la pastura como consecuencia de un aumento del 13% en la tasa de crecimiento por tallo y un 21% en la densidad de tallo, en cuanto a la elongación foliar esta se mantuvo en 23% siendo contrarrestado por una reducción en el peso específico de hoja. Rodríguez Palma (1998), detectó aumentos del 40% en la densidad de macollos trabajando con *Lolium multiflorum* y *Stipa neesiana* para aplicaciones de N=100 y/o comparado a N=0.

Al evaluar dos niveles de nitrógeno, 60 y 114 kg/ha de nitrógeno, Larratea y Soutto (2013), no encontraron diferencias significativas en la producción de forraje invernal mientras que el nivel más alto de nitrógeno produjo un 24,2% más de forraje en primavera.

Correa et al. (2004), estudiando la respuesta a la fertilización en una pastura natural en la región de Río Grande del Sur, encontraron que la producción total de materia seca tuvo respuesta al agregado de distintos niveles de nitrógeno. Esta producción fue máxima con 5421 kgMS/ha al agregar 200 kg/ha de nitrógeno, superando al tratamiento sin fertilizar de forma significativa, representando el 194% de este último.

Johnston et al. (1969), llegaron a resultados similares a los anteriores ya que el aumento de rendimiento relativo del campo natural al fertilizarlo con nitrógeno fue de 153% frente al campo natural no fertilizado.

Según Boggiano et al. (2005), es posible lograr producciones de forraje superiores a los 8000 kgMS/ha con dosis de nitrógeno próximas a 150 kg/ha y ofertas de forraje de 10% del peso vivo, mientras que fertilizaciones otoño-invernales con dosis superiores a la mencionada no producen aumentos en la producción total de forraje. La máxima producción invernal observada por los mismos fue de 2000 kgMS/ha obtenida con 300 kg/ha de nitrógeno y una oferta de forraje de 4% de peso vivo.

Con dosis mayores a 150 kg/ha de nitrógeno la producción de forraje crece al reducir la oferta de forraje, es decir al aumentar la intensidad de pastoreo (Boggiano et al., 2005). Con niveles crecientes de nitrógeno se acelera el ritmo de crecimiento y la reposición del área foliar es más rápida comenzando antes el sombreado en estratos inferiores, lo cual reduce los ritmos de acumulación de forraje (Lemaire, 1997).

Berretta et al. (1998), observan que la diferencia entre los tratamientos fertilizados y el testigo, son estadísticamente significativos, aumentando dicha diferencia

a medida que aumenta el número de aplicaciones. La tasa de crecimiento diaria en el período otoñal fue mayor en los tratamientos con fertilización que en el testigo, lo cual estuvo influenciado por el efecto año, siendo así que los tres otoños considerados en el experimento fueron significativamente diferentes, siendo el del período 95-96 el de mayor tasa de crecimiento diario, 18,36 kgMS/ha/día, seguido por el del 97-98 con 13,86 kgMS/ha/día, mientras que el del 96-97 es el de menor crecimiento, 10,69 kgMS/ha/día.

La respuesta al nitrógeno es más importante en primavera al inicio del crecimiento vegetativo de las especies estivales. Es en esta estación donde el aumento de forraje aumenta respecto al testigo sin fertilizar un 62%, 109% y 120% para las dosis de 40, 80 y 120 kg/ha de nitrógeno respectivamente (Bemhaja y Olmos, 1996).

Según lo reportado por Rodríguez Palma (1998), para distintos niveles de nitrógeno, la tasa de crecimiento neto por superficie a nivel de la población de gramíneas OIP en el período invierno – primavera, fue 175 % mayor con dosis de N= 100 respecto a N=0 y tendió a ser 44% superior respecto a N50 ($p=0,0905$), tendiendo además a ser 91 % superior en N50 respecto a N0 ($p=0,0735$).

Álvarez et al. (2013), expresan que el forraje desaparecido en líneas generales copia la respuesta del forraje presente, pudiendo constatar la dependencia de la primera variable sobre la segunda, cambiando esta tendencia cuando el agregado de nitrógeno es alto (114 kgN/ha) conjuntamente con altas ofertas de forraje, disminuyendo así el forraje desaparecido.

2.2.3. Efecto del nitrógeno en la estacionalidad del campo natural

En Uruguay existe una marcada estacionalidad de las pasturas naturales, producto de la dominancia de especies estivales sobre el tapiz. El agregado de nitrógeno no modifica esta condición, sino que la acentúa (Ayala y Carámbula, 1994).

Los meses de invierno presentan menores temperaturas, heladas y excesos de agua en el suelo, esto sumado al ciclo biológico de las especies, determinan la baja utilización de nitrógeno, lo que provoca menores producciones de materia seca, aun con agregado de nitrógeno en esta estación, no logrando cubrir las demandas de los animales, ya que la respuesta al agregado de nitrógeno no es significativa. Según Ayala y Carámbula (1994), para los campos de Lomadas del Este, donde dominan especies estivales, no se recomienda la aplicación de nitrógeno como una práctica para resolver el déficit forrajero invernal. En contra parte los mismos autores sugieren que para mejorar la producción invernal, se debe aplicar nitrógeno en otoño y transferir forraje al invierno, de modo de cubrir la demanda animal en esa estación. El agregado de nitrógeno en

otoño, se justifica por el efecto positivo del macollaje de las especies invernales y mayores rendimientos en primavera.

Boggiano et al. (2004), estudiaron la respuesta del campo natural en invierno al fertilizante nitrogenado, fraccionando las aplicaciones del mismo desde finales de otoño a principios de primavera. Concluyen que la contribución de las gramíneas invernales aumenta en respuesta al nitrógeno.

Ayala y Carámbula (1994), concluyen de sus investigaciones que el uso de nitrógeno magnifica la ya conocida estacionalidad del campo natural. Argumentan que las pasturas naturales se constituyen principalmente por especies estivales, por lo tanto es dable esperar mayores respuestas en los meses de primavera, verano y otoño. Respecto al invierno indican que si bien se registran efectos favorables del nitrógeno, estos son pequeños en términos absolutos.

Según Vázquez y Barberis (1982), a fines de invierno comienzos de primavera, cuando las pasturas templadas a base de gramíneas manifiestan la mayor demanda nutricional, es factible obtener respuestas de 25 – 35 kgMS/kgN aplicado y aún más. Las mayores respuestas se dan con pasturas dominadas por gramíneas, sin limitación hídrica y con nivel de P no limitante en el suelo. En otoño las respuestas obtenidas están en el orden de los 10 –15 kgMS/kgN aplicado. Para distintos recursos forrajeros, anuales y perennes, se han obtenido respuestas significativas por la fertilización nitrogenada hasta dosis de 30 a 50 kg/ha de N (60 a 100 kg de urea/ha) para acumulaciones de 3000 a 5000 kgMS/ha en otoño; y hasta dosis de 100 a 150 kg de N/ha (200 a 300 kg de urea/ha) para acumulaciones de 6000 a 8000 kg MS/ha en primavera. En éstas fertilizaciones de primavera (mes de agosto) con 50 y 100 kg N/ha se han duplicado y hasta triplicado las tasas de crecimiento en distintos recursos forrajeros como el campo natural y se ha logrado anticipar en 30 – 50 días el pico de crecimiento de dicho recurso (Castaño, 2003).

2.2.4. Efectos del nitrógeno en la composición botánica

El aumento en la fertilidad del suelo trae aparejado cambios en la composición del tapiz, principalmente cuando se levanta la limitante de nitrógeno. La mayor disponibilidad de nitrógeno en suelo y un banco latente de semillas, lleva a un aumento en la presencia de especies anuales (Ayala y Carámbula, 1994).

La fertilización con nitrógeno favorece el aumento de los pastos finos, particularmente de ciclo invernal y tiernos (*Stipa setigera*, *Bromus auleticus*) por lo que aumenta la calidad de la pastura (Bemhaja, 1998a).

Larratea y Soutto (2013), concluyen que la fertilización otoño-invernal con

dosis altas de nitrógeno promueve a las especies invernales, mejorando el valor pastoril del campo, ya que aumenta la contribución de especies de mayor tipo productivo y por lo tanto la cantidad y la calidad del forraje consumido por los animales. A su vez existe una alta asociación entre hierbas perennes invernales y hierbas anuales invernales y una dosis mayor de fertilización nitrogenada. Se observó una asociación positiva entre las gramíneas perennes estivales, hierbas perennes estivales y fibra detergente neutro con dosis bajas de nitrógeno lo cual indicaría una mayor proporción de especies estivales en tratamientos con dosis bajas de nitrógeno debido a la menor promoción de las especies invernales.

La composición botánica de las parcelas se vio más asociada a las estaciones que a las dosis de nitrógeno. Esto pudo verse potenciado por fallas en el ajuste de la oferta de forraje no permitiendo el mayor desarrollo de especies invernales y dejando una alta proporción de suelo desnudo en el cual se desarrollaron hierbas menores y cardos (Larratea y Soutto, 2013).

2.2.5. Efecto del nitrógeno sobre variables morfogénéticas

El efecto más importante del nitrógeno se produce sobre la tasa de elongación foliar (TEF), ya que esta es la actividad meristemática que demanda prioritariamente elementos minerales, y su disponibilidad proviene de consumo directo a partir del suelo o la translocación de los tejidos senescentes. Esta variable es el componente más importante en la producción de biomasa aérea en gramíneas forrajeras, y es la que mayor sensibilidad muestra a diferentes niveles de nutrición con nitrógeno (Gastal y Lemaire 1988, Gastal et al. 1993).

La tasa de aparición foliar (TAF) es una variable que es más sensible a la temperatura que al agregado de nitrógeno. Este efecto puede deberse a que la planta prioriza la translocación y utilización de asimilados en la producción de hojas en comparación con la producción de otros órganos de la planta. Sin embargo, en situaciones de carencias marcadas de este mineral, puede manifestarse un efecto positivo significativo (Castaño, 2003). La importancia de esta variable radica en la influencia sobre las tres variables estructurales, tamaño final de hoja, densidad de macollos y hojas por macollo. La fertilización nitrogenada no determinó diferencias significativas en la tasa de aparición foliar frente al tratamiento sin nitrógeno para *Bromus*; en cambio en *Stipa* se vieron diferencias significativas, siendo mayor la tasa de aparición en el tratamiento con nitrógeno (Azanza et al., 2004).

En cuanto a la vida media foliar (VMF), esta es levemente reducida ante deficiencias de nitrógeno (Gastal y Lemaire, 1988). Este efecto se debe a que en

carencia de dicho mineral existe una redistribución del nitrógeno en la planta hacia órganos prioritarios, mediante la acción de un programa de senescencia (Colabelli et al., 1998).

El largo de vida promedio de una hoja no presentó diferencias significativas entre tratamientos de fertilización en *Bromus auleticus*. En *Stipa setigera* apreció que esta variable fue significativamente menor (8 días) en el tratamiento con nitrógeno, esto fue resultado de una disminución en el intervalo de aparición foliar de 12,8% y 0,9% en el número de hojas vivas por macollo (Azanza et al., 2004).

En general la nutrición nitrogenada favorece la formación de nuevos macollos, sin embargo la importancia de la respuesta es fuertemente controlada por los factores asociados a la cubierta vegetal (densidad de macollos, genotipo, índice de área foliar, etc.) y al ambiente (temperatura, agua, radiación, etc., Colabelli et al., 1998).

El conjunto de efectos del nitrógeno sobre variables morfológicas y estructurales, determinan una fuerte incidencia sobre el desarrollo del IAF. Cultivos crecidos en condiciones naturales de este mineral, generalmente alcanza menor expansión foliar que aquellos que se desarrollaron sobre condiciones no limitantes para dicho nutriente (Colabelli et al., 1998).

2.2.6. Efecto del nitrógeno sobre las variables estructurales

La variable tamaño foliar está afectada positivamente por el agregado de nitrógeno, a través de un aumento en el tamaño final de la lámina foliar (Cruz y Boval, 1999).

Según reporta Wilman y Wright (1983), el tamaño maduro de láminas individuales en cultivos fertilizados con nitrógeno, puede ser casi el doble sin que haya reducción en el número de hojas en la canopia, siempre que la defoliación no sea demasiado intensa.

Según reporta Whitehead (1995), para la densidad de macollos existe un efecto directo del nitrógeno en la activación de los meristemos potencialmente productores de nuevos individuos, derivando esto en un aumento de la tasa de aparición de macollos.

Rodríguez Palma (1998), detectó aumentos del 40% en la densidad de macollos para N=100 en comparación con N=0 en especies como *Lolium multiflorum* y *Stipa neesiana*.

El número de hojas por macollo muestra mayor respuesta a la temperatura y

baja respuesta a la fertilización nitrogenada (Wilman y Wrigth, 1983).

2.2.7. Interacción nitrógeno – intensidad de pastoreo

Álvarez et al. (2013) observan respuesta a la interacción entre el nitrógeno y la oferta de forraje, a bajas ofertas de forraje el agregado de nitrógeno incrementa el porcentaje de forraje desaparecido ya que hace más erecta la pastura y por lo tanto más accesible. Cuando las ofertas de forraje son altas, la tendencia cambia, disminuyendo el porcentaje de forraje desaparecido con el agregado de nitrógeno, explicado principalmente ya que a altos niveles de oferta de forraje y nitrógeno, el forraje disponible disminuye por disminuciones en la producción y además las altas ofertas se traducen en menor carga. Esta tendencia de disminución a altas ofertas de forraje con el nitrógeno no sucede en la estación de verano, probablemente porque el efecto de dicho nutriente en el forraje presente es de baja incidencia y por lo tanto poco explica al porcentaje de forraje desaparecido.

Para el agregado de nitrógeno en interacción con la oferta de forraje se pudo recabar información que demuestra dos resultados distintos, en primer lugar con dosis bajas de nitrógeno (44 kg N/ha) la producción de forraje invernal aumentó al aumentar la oferta de forraje. En cambio con dosis mayores de nitrógeno la producción disminuyó al aumentar la oferta de forraje. Por otra parte con niveles bajos de oferta de forraje (4%) la producción forrajera aumentó ante niveles crecientes de fertilización con nitrógeno (Boggiano et al., 2005).

Como resultado de lo anterior expresado, se puede concluir que ante aumentos de intensidad de pastoreo (menor oferta de forraje), existe respuesta en producción de forraje ante niveles crecientes de agregado de nitrógeno. Mientras que con baja intensidad de pastoreo, resultado de una mayor oferta de forraje, la respuesta positiva de producción de forraje, se da con niveles bajos de agregado de nitrógeno.

El nitrógeno aumenta la tasa de elongación foliar y la tasa de aparición foliar, por lo que ante aumentos en la disponibilidad de este nutriente, aumenta la producción de especies cespitosas invernales principalmente, esto determina que ante niveles altos de agregado de nitrógeno y baja intensidad de pastoreo (mayor oferta), se produzca un sombreado de las hojas superiores sobre las hojas inferiores, lo que deprime rápidamente la producción invernal de forraje. En contra parte, si la intensidad de pastoreo es mayor, por una oferta de forraje menor, evita el efecto explicado anteriormente y permite aumentar la producción de forraje invernal (Boggiano et al., 2005).

Álvarez et al. (2013), concluyen que el nitrógeno interacciona con la oferta de forraje ya que a bajas ofertas, el agregado de nitrógeno hace que la carga aumente

levemente, principalmente por aumentos en la producción y estructura más accesible del forraje en intensidades altas de pastoreo, por lo tanto hay más forraje utilizable y menos ofertado por animal, siendo a bajas ofertas de forraje y alto nitrógeno donde se dan las máximas cargas.

2.2.8. Efecto de la partición de dosis de nitrógeno

La utilización del nutriente por parte de la pastura, depende de la dosis de agregado. De este modo aplicaciones altas de este nutriente (80 kg/ha), no tiene efectos mayores que cuando se aplican 40 kg/ha, esto determina que la planta sea más eficiente en el uso del nitrógeno. Esto se explica ya que parte de la dosis de 80 kg/ha no es aprovechada instantáneamente por la planta y se pierde por lavado o por volatilización. Lo explicado anteriormente sugiere que aplicaciones fraccionadas, de modo de minimizar las pérdidas producen mayor eficiencia de utilización del nitrógeno por parte de la planta (Ayala y Carámbula, 1994).

Según reportan Bottaro y Zabala (1973), para cuatro localidades existe una interacción positiva al agregado de nitrógeno y fósforo en conjunto, tal es así que la mayor eficiencia se da cuando los valores de P₂O₅ agregados se manejan en el rango de 0-80 unidades por hectárea y el nitrógeno es fraccionado en su dosis de aplicación.

Zamalvide (1998), muestra que con aplicación de 70 unidades anuales de nitrógeno fraccionadas a la mitad en otoño y primavera, y 30 unidades anuales de P₂O₅ se logran incrementos significativos en producción de forraje medido en kgMS/ha para cuatro tipo de suelos distintos, al cabo del tercer y cuarto año.

2.2.9. Efectos del nitrógeno sobre la oferta de forraje y el consumo

En ensayos realizados por Mazzanti et al. (1994), se observó un efecto indirecto del nitrógeno sobre el consumo, este fue significativo para la mayoría de los períodos. En los tratamientos con altos niveles de agregado de nitrógeno se dió un incremento en la tasa de consumo de 57% en promedio, en comparación con los tratamientos con menor agregado de nitrógeno. Este mayor consumo registrado es resultado de las mayores cargas utilizadas para mantener asignaciones de forrajes similares en los distintos tratamientos. Del mismo modo Rodríguez Palma (1998), encontró aumentos del 45% en el consumo animal el cual está explicado por el aumento de la carga para el tratamiento con nitrógeno.

2.2.10. Efecto del nitrógeno sobre la productividad animal

2.2.10.1. Ganancia media diaria

Las ganancias diarias de peso vivo observadas en el período invernal (28/6 al 12/9/96) para los diferentes niveles de fertilización nitrogenada de campo natural fueron 843,4; 839,4 y 988,9 g.día⁻¹, para N=0, N=50 y N= 100 respectivamente, alcanzando en el período primaveral (12/9 al 15/11/96) valores de 1054,3; 992,1 y 954,6 g.día⁻¹, para N=0, N=50 y N=100 respectivamente (Rodríguez Palma, 1998).

Gomes et al. (2000), reportan para tres niveles de nitrógeno N=0, N= 100 y N=200 ganancias medias diarias de 0,35, 0,39 y 0,54 kg/día respectivamente para la estación de primavera; mientras que para las estaciones de verano y otoño 0,49, 0,30 y 0,34 kg/día respectivamente, en novillos de 12 meses.

André et al. (2016), evaluando ganancia diaria corregida por edad inicial no encontraron diferencias entre tratamientos (CN, CNM, 60N, 120N). Las causas que explican esto son la ausencia de impacto de los tratamientos en producción, oferta de forraje y en la materia seca desaparecida verde.

2.2.10.2. Producción/hectárea

La producción de carne por hectárea reportada por Rodríguez Palma (1998), para tres niveles de nitrógeno, N=0, N=50 y N=100 fue de 224,86, 279,20 y 440,55 ± 3,643 kg/ha respectivamente. La mayor diferencia entre los distintos tratamientos fue observada en el período invernal, donde N=100 fue 190 y 77 % superior que N=0 y N=50 respectivamente. En la primavera estas diferencias se redujeron, siendo N=100 28% superior que los dos restantes tratamientos.

Gomes et al. (2000), reportan para tres niveles de nitrógeno N=0, N=100 y N=200 ganancias por hectárea medidas en kg de peso vivo en novillos de 12 meses de 250, 324 y 546 kg en la estación de primavera respectivamente para cada tratamiento, mientras que para la estación de verano / otoño reportan ganancias de 114, 87 y 151 kgPV/ha. Los resultados muestran diferencias significativas entre estaciones, en la primavera el mayor desempeño se determinó por una mayor tasa de acumulación de materia seca, lo cual permitió manejar oferta de forraje menores y por ende mayor carga, con respecto a la estación de verano / otoño. A su vez dentro de la estación de primavera se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, determinadas por un mayor

aporte de nitrógeno interaccionando con mayor disponibilidad de luz y temperatura, permitiendo obtener mayor tasa de acumulación y mayor carga animal, dada por una menor oferta de forraje.

La fertilización nitrogenada fraccionada en otoño e invierno de un campo natural permite aumentar la acumulación anual de forraje y por tanto la carga animal por hectárea sin afectar el desempeño individual, lo cual resulta en incrementos en la producción por hectárea medida en kgPV/ha (Rodríguez Palma et al., 2008b).

2.3. EFECTO DE LA INTENSIDAD DE PASTOREO

El uso de diferentes niveles de asignación de forraje puede determinar composiciones botánicas y estructuras de vegetación distintas, así como diversas ganancias de peso vivo (PV) por animal y por área. En entornos heterogéneos, tales como campo natural, el uso de los cambios en la oferta de forraje en ciertas épocas del año depende de la manipulación de la fenología, y sobre todo la estructura de pastos. La reducción de la oferta de forraje en la temporada de primavera produce un mayor crecimiento, promueve el consumo de pasto producido, y mayor proporción de hojas verde para permanecer más tiempo en el estadio vegetativo (Moojen y Maraschin, 2002).

2.3.1. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre producción de forraje

Según fue reportado por Aguinaga (2004), Pinto et al. (2007), para altas intensidades de pastoreo producto de baja oferta de forraje (4%), la producción de forraje se mantuvo en valores limitantes (779, 698 y 803 kgMS/ha, respectivamente), lo que produce un bajo rendimiento animal en virtud de que casi no hay oportunidad de selección.

Escosteguy (1990), en la región de Río Grande del Sur, reportó una producción de forraje de 5500 kgMS/ha con una oferta de forraje fija de 12% durante la estación de crecimiento y el resto del año. Correa (1993), Setelich (1994), obtuvieron valores de 3529,2 y 4053 kg/ha/año respectivamente, para la asignación de forraje de 16% durante la estación de crecimiento y el resto del año.

Por otra parte Soares et al. (2005), manejando cambios en la oferta de forraje durante el año reportaron 2953 kgMS/ha/año con el cambio a 8% en la primavera y el 12% en el resto del año. Pallarés et al. (2005), reportaron valores de producción en el noroeste de la provincia de Corrientes, Argentina, que van desde 4120 a 5260 kg

MS/ha/año y diferían principalmente de acuerdo con las características climáticas y condiciones de las pasturas.

La oferta de forraje con un 12% en el período de primavera y el 8% en el resto del año, tuvo un impacto mayor en la producción de forraje que con la asignación de forraje de 8% durante todo el año, lo que causó un incremento promedio en altura de 2 centímetros y 200 kg/ha de producción de forraje (Pereira Neves et al., 2009).

El perfil de pasto con la asignación de forraje de 12% PV fue superior, de 3 a 4 cm más en comparación con la oferta de forraje de 8% PV: la altura varió de 7,3 a 11,2 cm y la producción de forraje, entre 1600 y 2000 kgMS/ha, a su vez una mayor heterogeneidad en el estrato efectivamente pastoreado (capa inferior) demostrando que los animales pueden estar seleccionando activamente su dieta (Pereira Neves et al., 2009).

2.3.2. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre tasa de crecimiento

La evaluación de la tasa de crecimiento diario en campo natural de Uruguay a lo largo de las estaciones del año alcanzó valores medios de 12,5; 15,5 y 11,5 kg MS/ha en la primavera, verano y otoño, respectivamente. La fertilización de pasturas con nitrógeno y fósforo, según este autor, permite obtener tasas de crecimiento de 19; 21,8 y 19 kgMS/ha/día durante la primavera, verano y otoño, respectivamente (Berretta, 2005).

Estudios realizados con diferentes ofertas de forraje (4, 8, 12 y 16% PV) demuestran que la tasa de acumulación en el período de primavera presentó una diferencia entre la asignación de forraje ($P < 0,05$) y el tratamiento de 16% de oferta de forraje, siendo la más baja tasa de acumulación de materia seca, no habiendo diferencias entre los tratamientos de 8% y 12% de oferta de forraje (Soares et al., 2005).

La tasa de acumulación de materia seca está influenciada en gran medida por las condiciones climáticas en las que se desarrolló cada experimento, existiendo una diferencia significativa entre los tratamientos de verano e invierno ($P < 0,05$), sin existir diferencia en el período de otoño ($P > 0,05$). La más alta tasa de acumulación, tanto para el período de verano e invierno, fue el tratamiento correspondiente a 8-12% de oferta de forraje. La tasa de acumulación en las asignaciones de forraje más bajas pareciera ser más sensible a los efectos de las condiciones meteorológicas, provocando esto una acumulación mayor de materia seca en primavera y verano, y por consiguiente una menor acumulación de materia seca en otoño e invierno (Soares et al., 2005).

2.3.3. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la composición botánica

Soares et al. (2005), evaluando distintas ofertas de forraje observa que las mayores ofertas presentaban un mosaico con dos estratos de vegetación; un primer estrato superior compuesto por especies del género *Aristida spp*, *Bacharis spp*, *Andropogon spp* y *Veronia spp*, de baja calidad y subpastoreadas, mientras el estrato inferior estaba constituido por especies de mayor preferencia por los animales, siendo las mismas sobrepastoreadas como por ejemplo *Paspalum spp*, *Desmodium spp*, *Axonopus spp*, *Stipa spp*, entre otras. Las mayores ofertas de forraje provocaron la formación de matas, disminuyendo el valor forrajero de la pastura.

Soares et al. (2005), observan a ofertas forrajeras de 16% un aumento en la presencia de matas, ocupando estas aproximadamente un 65% de la superficie inferior del terreno, mientras que en la mitad superior del terreno la presencia de matas ocupó aproximadamente el 40% de la superficie. La oferta de forraje de 8% fue la que presentó menor variación entre las diferentes zonas, ocupando las matas un 22% en las partes altas del terreno y 31% en las partes bajas. En las ofertas de forraje de 4% no existió variación en las diferentes zonas debido a que con alta carga animal todas las especies fueron consumidas, con excepción de aquellas que poseen estrategias de escape adecuadas al pastoreo como *Paspalum notatum*.

2.3.4. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre producción animal

Una baja oferta de forraje, tal como 4%, afecta el rendimiento de los animales, sin embargo un aumento de la oferta de forraje al 8,0% en la primavera hasta el 12% en el verano promovió una buena ganancia de peso pudiendo ser interesante para manipular la estructura del pasto, ya que permite un mejor suministro de forraje de calidad en el comienzo de la temporada otoño-invierno (Pinto et al., 2008).

2.3.4.1. Ganancia media diaria

Garín et al. (1993), manejaron cuatro presiones de pastoreo, 2,5, 5, 7,5 y 10 kgMS/100kgPV/día, para lo cual obtuvieron GMD de 0,49, 0,81, 0,66 y 0,71 kg/animal por día respectivamente a cada tratamiento. La menor ganancia para el tratamiento de menor oferta puede haberse debido a una limitación en el consumo producto de una alta carga animal/hectárea (Mott, 1960).

Garín et al. (1993), afirman que en términos cuadráticos la ganancia de peso

alcanza un máximo con una presión de pastoreo de 6,7 kgMS/100 kgPV/día, a partir del cual disminuye. Estos autores atribuyen esta razón a que una alta asignación de forraje por animal provoca una pérdida de calidad de la pastura por subpastoreo.

Correa (1993), Setelich (1994), Maraschin y Moojen (2002), reportaron respuestas cuadráticas en ganancia media diaria según ofertas de forraje fijas durante el año de 13,6; 11,6 y 12,7%, obteniendo valores de 0,557; 0,550 y 0,674 kg/animal/día, respectivamente.

Según Pereira Neves et al. (2009), en un estudio realizado para vaquillonas de sobre año se concluye que con 4% de oferta forrajera durante todo el año se promueve una pérdida marcada de peso en el verano y otoño. Estrategias de manejo de la oferta de forraje de 16% durante todo el año promueven ganancias diarias de 0,032 kg en invierno y 0,600 kg en primavera. Ofertas de 16% en primavera y ofertas en verano-otoño-invierno de 12% provocan pérdida de peso en el invierno y ganancias diarias de 0,600 kg en primavera. Por último se observa que ofertas de 8% en primavera y 12% en verano-otoño-invierno provocan ganancias de peso de 0,550 kg en primavera y 0,100 kg en invierno, evitando así las pérdidas de peso en esta estación.

Estudios de Maraschin et al. (1997), indican que la curva de ganancia media diaria responde siguiendo la curva de rendimiento de materia seca, obteniéndose la máxima GMD a un nivel de 13,5% de oferta de forraje, y la mayor producción animal por área se logra con 11,5% de OF.

Setelich (1994), evalúa diferentes porcentajes de oferta de forraje (4,8,12 y 16%) en campo natural de Río grande del Sur, obteniendo una respuesta cuadrática en relación con la GMD, tanto en primavera como verano y otoño.

Conforme al modelo propuesto por Setelich (1994), la oferta de 12,4% fue la que obtuvo la máxima GMD (0,679kg/día en primavera y 0,481kg/día en verano-otoño), correspondiendo a una masa de forraje de 1200 a 1400 kg/ha de MS.

2.3.4.2. Producción de carne / ha

Garín et al. (1993), manejaron cuatro intensidades de pastoreo, 2,5, 5, 7,5 y 10 kgMS/100kgPV/día, para lo cual obtuvieron una producción medida en kg/ha de 79,5, 67,2, 38,6 y 34,6 respectivamente a cada tratamiento.

Correa (1993), observó un comportamiento cuadrático para la ganancia por unidad de superficie, con aumento de la oferta forraje para toros de 3 años de edad.

Setelich (1994), encontró la misma tendencia en novillos de 2 y 3 años de edad, 137,0 y 97,7 kg de PV/ha para los novillos 2 y 3 años respectivamente con asignación de forraje de 12% durante el período primavera – verano.

Risso et al. (1998b), reportan que la primavera fue la estación que presentó la máxima ganancia de peso vivo por hectárea, al igual que lo propuesto por Correa (1993), donde la ganancia de peso vivo por hectárea mostró una respuesta cuadrática, en la cual el máximo fue de 117 kg/ha para una oferta de forraje de 12,2% y una masa de forraje 1350 kg/ha de MS. En las estaciones de verano-otoño, la máxima ganancia de peso vivo fue de 95,3kg/ha obtenido con una OF de 9,3% correspondiente a una masa de forraje de 1000 kg/ha de MS.

2.4. EFECTO DEL MEJORAMIENTO EXTENSIVO

La siembra de leguminosas en cobertura constituye una de las principales alternativas de mejoramiento de la productividad agropecuaria en establecimientos con escasa proporción de suelos agrícolas. Si bien existen una serie de alternativas de manejo a considerar para la realización de esta técnica, quizás la más importante o primordial sea la elección de la especie a implantar, la cual debe ser capaz no solo de instalarse sino de producir y persistir a través del tiempo, esta correcta elección se basa principalmente en características edáficas, climáticas y por lo tanto del tapiz de cada zona (Zanoniani y Millot, 1998).

Existe una ausencia parcial de leguminosas que afecta en forma notable los rendimientos de las pasturas en cantidad y calidad, la cual está dada fundamentalmente por el bajo contenido de fósforo de los suelos, los cuales ofrecen un máximo aproximado de 9 ppm (Carámbula, 1996).

El mejoramiento de campo por fertilización fosfatada e interseembra de leguminosas adaptadas, sin destrucción completa o sustitución del tapiz vegetal, resulta una tecnología muy interesante (sencilla y económica) para mejorar, en forma sostenible la producción forrajera de campos naturales en diversas regiones ganaderas del país. Para ello, deberán aplicarse adecuadamente diversos aspectos de manejo, tanto en las etapas previas a la siembra como luego de establecido el mejoramiento, asegurando una correcta utilización, que permita que se manifieste el importante potencial productivo, sin conspirar contra su persistencia. En algunos campos, su composición inicial permite que a partir del mejoramiento se promueva la aparición de gramíneas productivas, fundamentalmente invernales (Risso, 1998a).

2.4.1. Especies introducidas

Las leguminosas constituyen un componente muy importante en las pasturas debido a su capacidad dadora de nitrógeno y su alto valor nutritivo dado principalmente por su contenido en proteínas y minerales (Ca y Mg), baja fibra y alta relación hidratos de carbono solubles/hidratos de carbono insolubles. Además de todo esto las leguminosas promueven la ingestión voluntaria y poseen una elevada digestibilidad (Carámbula, 1996)

El interés agronómico en las mismas radica en su capacidad de mejoramiento de la estructura del suelo principalmente en profundidad, resultando entre otras cosas en un mejor enraizamiento y a un aporte de residuos fermentecibles que promueven la actividad microbiana del suelo. No obstante su éxito como productoras de forraje de alta calidad y capacidad de fijar nitrógeno depende de las condiciones ambientales en las que crecen, siendo estas diferentes y específicas según la especie considerada. Cabe mencionar algunas debilidades de las leguminosas como su baja capacidad de competir por nutrientes como N, P, K y S, luz, mayor riesgo de plagas y enfermedades que gramíneas y mayor riesgo de provocar meteorismo, entre otras (Carámbula, 1996)

El aumento de la fertilidad generado por la inclusión de leguminosas es aprovechado por las gramíneas, de esta forma no solo se mejora la relación C: N sino que también se aumenta la descomposición de los restos secos de las partes aéreas y subterráneas, aumenta la calidad, cantidad y persistencia del forraje (Carámbula, 1996).

Estudios nacionales demuestran que la mitad de la producción total de lotus y trébol rojo se concentra en la estación de primavera, mientras que la otra mitad se reparte en partes iguales entre las estaciones de verano, otoño e invierno (Carámbula, 1996)

Las especies perennes del género Lotus presentan tolerancia a suelos de baja fertilidad, particularmente fósforo, altos niveles de aluminio, suelos con altos niveles de fijación de fósforo, altos niveles de acidez como también condiciones extremas de humedad, tanto sequías como excesos de la misma por drenaje pobre (Carámbula, 1996).

Las especies del género lotus poseen ventajas como su alto valor nutritivo y la presencia de taninos, razón por la cual no producen meteorismo y reducen la degradación de proteína a nivel del rumen, aumentando de esta manera la absorción de aminoácidos (Carámbula, 1996).

En cuanto a efectos perjudiciales de este género cabe resaltar la disminución de la digestión de los hidratos de carbono, principalmente en el rumen, a la vez que también se reduce el consumo voluntario por problemas de palatabilidad. Las desventajas

principales del género son un lento vigor inicial y lento proceso de nodulación como también su susceptibilidad al manejo del pastoreo (Carámbula, 1996).

La tolerancia del género Lotus a las condiciones impuestas por los suelos ácidos constituye una de las principales llaves para aumentar la producción y la longevidad de los mejoramientos extensivos. El extenso sistema radicular también sería favorable para enfrentar regularmente condiciones extremas de humedad con excesos pronunciados por mal drenaje y carencias marcadas por sequías, como consecuencia de la baja capacidad de almacenaje de agua de muchos suelos. El género Lotus presenta además un alto valor nutritivo, comparable al de otras leguminosas importantes, con la ventaja frente a las demás de no producir meteorismo (Carámbula et al., 1998).

El género Lotus comprende leguminosas que se caracterizan por persistir en condiciones de baja fertilidad y disponibilidad de fósforo, siendo capaces de competir mejor en estas condiciones que los tréboles y medicagos; a pesar de ello presentan la particularidad de incrementar significativamente su producción de biomasa ante el agregado de fósforo (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Lotus tenuis es una especie perenne, estival, de hábito erecto a decumbente, la cual prospera en diversos ambientes pero se destaca por adaptarse a suelos de drenaje pobre y/o salino, tolerando excesos de agua. Tolerancia también suelos ácidos de baja fertilidad, resistiendo una alcalinidad moderada y sequía debido a su sistema radicular profundo. Ofrece una alta cantidad de forraje principalmente en primavera, resistiendo un pastoreo continuo. Tiene una alta producción de semillas y no provoca meteorismo (Carámbula, 1996).

Entre sus desventajas cabe destacar sus plántulas con lento crecimiento inicial y plantas sensibles a condiciones de anegamiento. Es susceptible a enfermedades, plagas y requiere de un control integrado de prácticas para el control de malezas (Carámbula, 1996).

Este lotus se vería favorecido con manejos del pastoreo continuos pero no intensos para lograr un buen rebrote y semillazón, culminando en una elevada resiembra natural (Carámbula, 1996).

Trifolium pratense es una especie de hábito erecto, bianual invernal, que se puede comportar como triannual o perenne. Requiere suelos fértiles, de textura media a pesada con buena profundidad y bien drenados. Posee un alto vigor inicial y rápido establecimiento, alto valor nutritivo principalmente en estado vegetativo. Tolerancia pastoreos intensos pero con poca frecuencia. Se ha constatado que defoliaciones severas sumadas a altas frecuencias reducen su productividad (Carámbula, 1996).

Posee una alta capacidad de fijar nitrógeno y mejorar los suelos, sumado a una buena semillazón. Entre sus debilidades cabe destacar su susceptibilidad al pisoteo excesivo por presentar una corona superficial, susceptibilidad a enfermedades de raíz y corona y alto riesgo de provocar meteorismo. No presenta resiembra natural. Presenta un aporte forrajero temprano debido a su muy buena precocidad. Es considerada bianual debido a que en su primer verano muchas plantas mueren debido a una o más enfermedades de raíz y corona, sumado esto a su baja resiembra natural (Carámbula, 1996).

Responde altamente al riego en verano y tolera la humedad del suelo en invierno, pero no sucede lo mismo en condiciones de sequía debido a su sistema radicular medianamente profundo. Su siembra debe ser temprano en otoño debido a que sus plántulas son sensibles a las bajas temperaturas. En condiciones favorables de humedad y temperatura, producen en su primer año altos volúmenes de forraje al competir muy bien con otros pastos y leguminosas. Se adapta mejor a pastoreos rotativos o a cortes que a pastoreos continuos y a pastoreos con bovinos frente a ovinos debido a que con estos últimos, la muerte de plantas que ocurre en los meses de verano puede verse incrementada (Carámbula, 1996).

2.4.2. Efecto del mejoramiento sobre la producción de forraje

La producción de forraje de los mejoramientos extensivos depende en primer término del potencial genético de las especies utilizadas, así como de las condiciones climáticas y edáficas imperantes, pasando luego a estar determinado por el manejo impuesto a la pastura (Carámbula et al., 1998).

Luego de un período de consolidación del mejoramiento durante el cual se ha producido una mejora del ambiente del suelo (incorporación de fósforo y nitrógeno), conjuntamente con la práctica de un manejo controlado del pastoreo, se establecen condiciones en las que se pueden manifestar gramíneas productivas. Bajo estas condiciones, en algunos campos las especies invernales nativas como *Poa lanigera*, *Stipa setigera*, *Piptochaetium stipoides* y *Adesmia bicolor* incrementan su frecuencia, haciendo que la vegetación del mejoramiento sea más invernal que la del campo que le dió origen (Berretta y Levratto, 1990a).

Bemhaja et al. (1998c) trabajando sobre Basalto medio y profundo, registraron para el promedio de tres años un aumento relativo del 113% en la tasa de crecimiento diario (kg/ha/día de MS) de un campo natural mejorado con *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* frente al promedio de las comunidades de suelo profundo, para el conjunto de las cuatro estaciones. Se destaca el importante aumento relativo de 147% reportado para el promedio de la estación invernal.

2.4.3. Efecto del mejoramiento sobre la calidad del forraje

Olmos (1998), evaluando diferentes dosis de fósforo en pasturas con lotus determinó una mayor presencia de lotus al incrementarse las dosis de dicho nutriente mejorando así la calidad de la pastura respecto al campo natural, alcanzando valores de 63-67% de DMO en la pastura con lotus y 45-50% en la pastura natural.

2.4.4. Efecto del mejoramiento sobre la producción animal

A través del uso de los mejoramientos y el adecuado uso de los mismos se busca aumentar la producción primaria, mejorar su estacionalidad, calidad y utilización, constituyéndose entonces en una tecnología de impacto directo sobre la performance animal lograda, de dinamización del proceso de engorde (García Pintos et al., 2016).

Sobre un experimento llevado a cabo en suelos de la Unidad Alférez, Ayala y Carámbula (1995), estudiaron el desempeño de novillos hereford sobre campo nativo y su mejoramiento con dos cargas (1,07 UG/ha y 1,22 UG/ha), obteniendo ganancias promedio anuales de 0,70 kg/animal/día, sin diferencias significativas entre cargas, en tanto que a campo natural se lograron desempeños significativamente menores, con ganancias entorno a los 0,28 kg/animal/día.

Las mayores diferencias respecto a la situación sobre campo natural resultan del comportamiento en el período invernal con valores de 0,35 y 0,12 kg/animal/día para carga baja y alta respectivamente, resultando ambas ganancias significativamente superiores a las logradas sobre campo natural en ese mismo período, -0,32 kg/animal/día (Ayala y Carámbula, 1995).

Por otra parte, Correa y Alvim Silva (1998), en trabajos realizados en Quaraí, RS, sobre campos mejorados con raigrás anual, lotus San Gabriel y trébol blanco, reportan ganancias de 1,1 kg/animal/día y 1,07 kg/animal/día vs. ganancias en campo nativo de 0,34 kg/animal/día y 0,31 kg/animal/día. Dichos resultados se corresponden con dos ciclos de engorde de novillos de razas británicas y sus cruza, con cargas promedio de 306 kg/ha de PV y 570 kg/ha de PV.

Risso y Berretta (1998a), trabajaron en una experiencia que duró tres años manejando tres cargas (0,9, 1,2 y 1,5 UG por hectárea). Dicho proceso de invernada fue realizado con novillos con un peso promedio inicial de 240 kilos y final de 370 kilos. Dichos autores pueden afirmar que, mientras el campo natural produjo 120 kilos de carne por hectárea, el promedio de las tres cargas logró alcanzar los 200 kilos de carne por hectárea. En términos de capacidad de carga, la nueva condición de la vegetación

permite el empleo de una carga similar al campo natural o 33% superior a ésta. Son indudables entonces, las ventajas productivas que trae aparejado el agregado de nutrientes a las pasturas naturales.

Correa y Alvim Silva (1998), trabajando en un experimento el cual evaluó la carga y ganancia animal en un campo natural mejorado con raigrás, trébol blanco, lotus y fertilizante superfosfato simple observan ganancias medias en novillos de 163 kg para un período de 148 días el cual fue pastoreado dicho mejoramiento, comenzando con una carga cercana a los 200 kg PV/ha, resultando en una ganancia media diaria de 1,100 kg/día.

En los últimos años se ha avanzado significativamente en el conocimiento del potencial de esta tecnología en diversas regiones del país, en términos de producto animal. La información más reciente demuestra que coberturas de trébol blanco Zapicán y lotus San Gabriel, así como de lotus Rincón permiten obtener entre 200 y más de 400 kg/ha/año de aumento de peso vivo con distintos manejos y categorías animales (Correa y Alvim Silva, 1998).

Se ha demostrado que es posible obtener entre 200 y más de 400 kg/ha de aumento de peso vivo con mejoramientos de Lotus Rincón y Lotus más trébol blanco (Ayala y Carámbula 1995, Risso 1998c, Bemhaja 1998a).

2.5. EFECTO DEL MÉTODO DE PASTOREO

Zanoniani y Millot (1998), postulan que el método de pastoreo es fundamental en determinar la composición botánica de la pastura y por consiguiente influir en la productividad ganadera desarrollada en dichas zonas. Mediante ensayos comparando pastoreos continuos y rotativos dichos autores observaron que este último método de pastoreo reducía la selectividad animal logrando una adecuada uniformidad del tapiz. También observan que los grupos más afectados por el manejo del pastoreo son las leguminosas y malezas, las primeras aumentando hasta un 400% en las zonas de bajo cuando se pasa de manejar la pastura de forma continua a rotativa. Las malezas sin embargo tienden a disminuir su índice por debajo de la unidad cuando se utilizan pastoreos rotativos. Los pastoreos continuos llevaron a la aparición de tapices de doble estructura, constituida por malezas enanas en el estrato bajo y de campo sucio en el alto que determina una notable reducción del área de pastoreo, siendo este factor quizás una de las principales causas que determinan la disminución directa de la producción de forraje.

2.5.1. Método de pastoreo

Cuando se comparó el pastoreo continuo con el diferido (3 potreros, 30 días de ocupación y 60 días de descanso), este tuvo un efecto positivo en la ganancia de peso anual de los novillos, a igual carga y relación L: V (excepto a 0,8 UG/ha y relación 2:1). A su vez, el efecto del pastoreo diferido fue mayor a mayor carga y a mayor relación L: V (0,186; 0,332; 0,229; y 0,223 kg/animal/día, para las siguientes cargas y relación L: V: 0,8-2:1; 0,8-5:1; 1,06-2:1 y 1,06-5:1, respectivamente). Las mayores ganancias de peso registradas en los tratamientos con pastoreo diferido con respecto a los continuos, se debieron a una mayor producción de forraje de los potreros y al efecto del diferimiento del forraje en la disminución de las pérdidas de peso en invierno y a mayores ganancias de peso en otoño. Las ganancias de peso de primavera y verano no fueron afectadas por el sistema de pastoreo (Berretta y Levratto, 1990a).

El pastoreo diferido permite mejorar la producción animal a través de la mayor disponibilidad de pastura en momentos críticos (invierno) y a la mayor producción de forraje (Bemhaja, 1998a).

La carga animal y el método de pastoreo aparecen como las principales herramientas en el manejo de los mejoramientos de campo. Favorecer la persistencia de las leguminosas de los mejoramientos, involucra medidas como el diferimiento de la pastura, que permite la resiembra de las especies productivas, más importantes. Estas decisiones traen aparejados cambios en la dinámica de las comunidades vegetales y de la producción animal individual y por superficie (Bemhaja, 1998a).

Disponibilidades altas permiten una mejor cosecha por el animal; un sistema rotativo de pastoreo permite manejar razonables altas cargas con alta productividad y manteniendo los recursos forrajeros. La necesidad de mantener un forraje remanente, mayor a 1 ton. MS/ha, permitirá una buena recuperación de la pastura y altas tasas de ganancia de los animales en engorde (Bemhaja, 1998a).

Formoso y Gaggero (1990), evalúan dos relaciones lanar vacuno y dos métodos de pastoreo, continuo y diferido. En ambas relaciones (2:1 y 5:1) el sistema de pastoreo diferido produjo mayor cantidad de forraje. En la relación 2:1, el invierno fue la estación más favorecida por el sistema de pastoreo diferido, con un incremento importante en la producción de forraje. Observan importantes diferencias en la vegetación entre los diferentes sistemas para la relación 2:1, no sucediendo lo mismo para la relación 5:1, aumentando las no gramíneas en el tratamiento 2:1 continuo, mientras que en el tratamiento 2:1 diferido dichas modificaciones no se registraron con tal intensidad.

2.6. EFECTO DE LA CARGA

El pastoreo a cargas bajas (0,6 UG/ha) lleva a una subutilización del forraje que se manifiesta en excedentes estacionales, especialmente de fines de primavera. Los excedentes de forraje, que desde el punto de vista agronómico se consideran subutilizados, determinan una conducta de pastoreo donde el animal los evita debido al alto contenido de restos secos y menor calidad, sobrepastoreando las partes más tiernas y verdes del potrero. En el corto plazo, estos excedentes se constituyen en reservas en pie que son parcialmente aprovechadas en épocas de escasez de forraje, especialmente en invierno, pero con muy bajas ganancias o leves pérdidas de peso (Berretta y Levratto 1990a, Formoso y Gaggero 1990).

Lo anterior estaría avalando la información presentada por Montossi et al. (1996), que señalan que en invierno, en pasturas de basalto, los vacunos seleccionan dietas con mayor contenido de restos secos y malezas que en las otras estaciones. A su vez, muestran que el componente mayoritario de la dieta en todas las estaciones son las hojas verdes de gramíneas, correspondiendo en primavera y verano al 78% del total de la dieta, siendo algo menor en el invierno (67%).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES GENERALES DEL EXPERIMENTO

3.1.1. Localización y período de evaluación

El experimento fue realizado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), perteneciente a la Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Dicha estación se encuentra ubicada en el Km 363 de la ruta nacional No. 3 (Brigadier General José Gervasio Artigas), departamento de Paysandú, Uruguay (32° 29' 48'' latitud Sur y 58° 03' 07'' longitud Oeste, 55 m.s. n. m.). Dentro de la estación el experimento se realizó en el potrero 18.

La evaluación fue realizada durante las estaciones de invierno y primavera del año 2015. Para el invierno se analizó desde el 6 de junio hasta el 2 de setiembre, y para la estación de primavera desde el 21 de setiembre hasta el 1 de diciembre.

Para la información meteorológica del período en evaluación se tomaron datos procedentes de la estación automática meteorológica de la EEMAC correspondientes al período 2003-2015 para realizar la caracterización climática del período experimental. Se realizó un balance hídrico de Thornthwaite-Mather mediante datos de precipitaciones y evapotranspiración, para el cual se utilizó una capacidad de almacenaje de agua del suelo de 86 mm (Larratea y Soutto, 2013).

3.1.2. Descripción del sitio experimental

3.1.2.1. Antecedentes

En este sitio, desde el año 2013 se vienen realizando el mismo experimento con el fin de evaluar la producción de forraje, producción animal, y evolución de la composición botánica. Para esto se realizaron tratamientos en parcelas con agregado de nitrógeno y fósforo, así como también incorporación de especies como *Trifolium pratense* y *Lotus tenuis*.

La evaluación fue realizada sobre un campo natural, en etapa virgen de sucesión campestre, lo cual queda determinado por la presencia de *Bromus auleticus* en alta frecuencia y *Dorstenia brasiliensis* como especies indicadoras (Rosengurtt, 1979).

Ilustración No. 2. Descripción de suelos.

1	Brunosol éútrico lúvico
1a	Litosol éútrico melánico
11	Brunosol éútrico típico
3	Solonetz solodizado
2	Brunosol éútrico típico
2a	Brunosol éútrico háplico
2b	Litosol
4a	Planosol éútrico
4b	Planosol éútrico
5	Gleysol

3.1.2.3. Vegetación

La vegetación dominante está formada por un estrato alto dominado por especies arbustivas del monte 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 subarbustivas como *Baccharis coridifolia DC.*, *Baccharis punctulata DC.*, *Baccharis trimera (Less) DC.*, *Eupatorium buniifolium Hook ex Arn.* 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.) Herter*, *Paspalum dilatatum Poir.*, *Paspalum notatum Flügge*, *Setaria geniculata (Lam) Beauv.* y *Paspalum plicatulum Michx* como estivales y *Bromus auleticus Trinius*, *Piptochaetium stipoides Presl.*, *Stipa megapotamica Spreng ex Trin.*, *Stipa setigera Presl.* como invernales. Como leguminosas asociadas se destacan *Desmodium incanum DC.*, *Adesmia bicolor Poir. Ex DC.* y *Trifolium polymorphum Poir.*

3.1.2.4. Animales experimentales

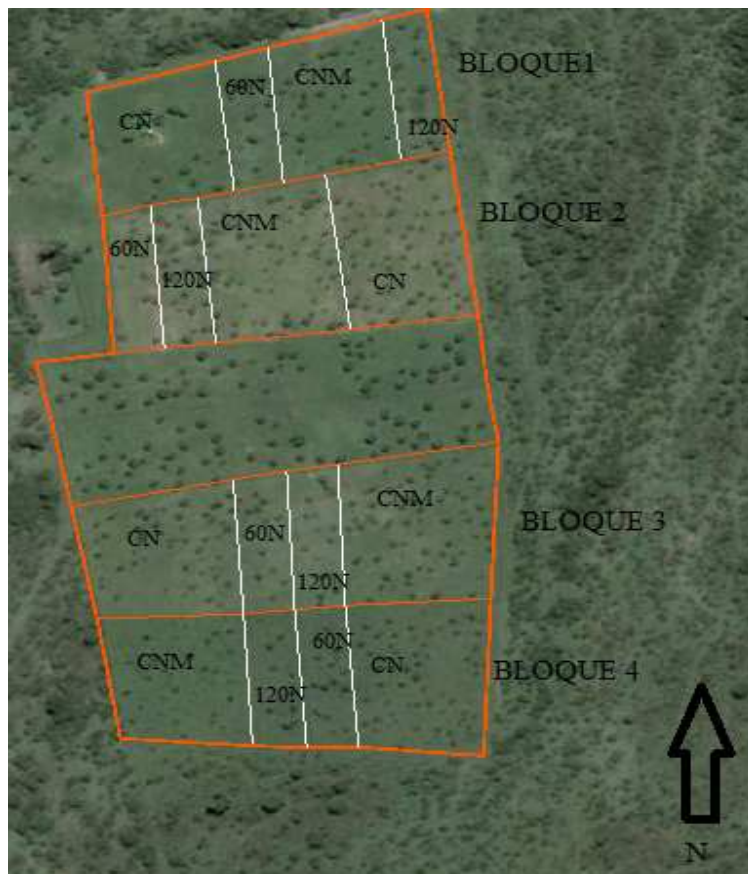
Para la evaluación se utilizaron novillos de sobreaño, de raza Holando, con peso inicial promedio de 218 kg. A su vez se les realizó un seguimiento de peso cada 30 días con el fin de determinar la ganancia media diaria. Los lotes fueron designados de acuerdo a la capacidad de carga de cada tratamiento y a la asignación de forraje objetivo

según la estación del año.

3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El experimento se estableció con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro repeticiones. Los tratamientos se corresponden a dos niveles de fertilización nitrogenada del campo natural (60 y 120 kg/ha de N más 40 kg/ha de P₂O₅), siembra en cobertura de *Lotus tenuis* y *Trifolium pratense* más 40 kg/ha de P₂O₅ y por último un testigo de campo natural. Los niveles de fertilización nitrogenada se fraccionan en dos aplicaciones una en otoño y otra en invierno.

Ilustración No. 3. Croquis de la disposición de los bloques y los tratamientos en el sitio experimental.



La siembra de las leguminosas se realizó entre los días 11 y 15 de mayo,

Trifolium pratense se sembró a razón de 8 kg/ha, utilizándose el cultivar LE 116. El *Lotus tenuis* se sembró a razón de 8 kg/ha con el cultivar Matrero. Dicha siembra se realizó en cobertura utilizando fertilizadora centrífuga.

Se utilizó como fuente fosfatada el fertilizante súper triple (0-46/47-0) a razón de 40 kg/ha a la siembra. El mismo se aplicó al voleo con fertilizadora centrífuga.

Las aplicaciones de fertilizante nitrogenado se hicieron bajo la forma de urea granulada al voleo con fertilizadora centrífuga. Las fertilizaciones se realizaron entre los días 11 y 15 de mayo (otoño 2015) y el 5 de agosto (invierno 2015).

Entre los días 14-18 de setiembre, se realizó la aplicación de 1, 5 L Benzeguid (2,4 DB) y 350 cm³ de Flumetx para controlar *Cardus acanthoides*, *Cirsium vulgare*, *Eryngium horridum* y *Senecio grisebachii* en los cuatro tratamientos, momento en el cual los animales fueron retirados del experimento por un lapso aproximado de 15 días.

El tamaño de las parcelas fue diferente (ver cuadro No. 1) en función de los tratamientos siendo las mayores las de campo natural y mejoramiento con leguminosas y las menores los tratamientos con nitrógeno. Esa diferencia en tamaño corresponde a la diferente expectativa en la capacidad de carga de los tratamientos.

Cuadro No. 1. Superficie de cada bloque experimental.

bloque	tratamiento (hectáreas)			
	CN	CNM	60 N	120 N
1	0,68	0,65	0,27	0,26
2	0,8	0,78	0,27	0,28
3	0,69	0,8	0,26	0,26
4	0,72	0,62	0,26	0,26

3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.3.1. Manejo experimental

El método de pastoreo utilizado para el experimento fue rotativo con carga animal variable (Mott y Lucas, 1952), con períodos de pastoreo de 15 días y períodos de descanso de 45 completando un ciclo de pastoreo de 60 días. La carga animal fue definida en base a la oferta de forraje para cada estación teniendo en cuenta la disponibilidad de forraje de cada tratamiento.

Se formaron cuatro lotes de animales correspondiendo cada lote a un tratamiento por lo cual los animales pastorearon siempre sobre el mismo tratamiento.

En base a la oferta de forraje objetivo para cada estación se definía la cantidad de animales por lote. Esto determinaba que en algunos períodos además de los animales fijos (testers), se debían retirar y en otros agregar animales denominados “volantes”, los cuales permitían ajustar las cargas a las ofertas deseadas. Este método se denomina “put-and-take” y permite ajustar la oferta de forraje objetivo para cada período de ocupación de las parcelas.

3.3.2. Determinaciones en la pastura

3.3.2.1. Determinación de materia seca

Para la determinación de materia seca presente previa y posterior al muestreo se utilizó una escala de referencia de 5 puntos sobre la cual también se tomaba la altura de regla. Para la descripción de la composición botánica de materia seca y remanente se aplicó el método Botanal (Botanical Analysis) de Tothill et al. (1992).

Para el ajuste de la estimación o la altura de regla y los kilogramos de materia seca presente se utilizó un cuadrado de 0,5 x 0,5 metros el cual se arroja al azar dentro de un mismo bloque.

El primer paso para la determinación de las variables consistía en recorrer los tratamientos del bloque y determinar visualmente una escala en orden creciente del 1 al 5 basándose en la masa y altura de la pastura comprendida dentro del cuadrado. Esto se

determina para cada período de muestreo.

Una vez definida la escala se realiza el muestreo en cada tratamiento, 3 cuadros por escala. Se miden 60 cuadros de 0,5 por 0,5 metros en las parcelas de mayor tamaño y 40 cuadros en las de menor tamaño. En cada cuadro se asigna un valor de escala, se mide la altura de la pastura en 3 puntos y se asignan los valores de contribución de las diferentes fracciones que ponen la pastura. La determinación de materia seca presente en los cuadros de la escala se realiza cortando la pastura dentro del cuadro de 0,5 x 0,5 m, con tijera de aro hasta una altura de 1 cm del suelo, teniendo presente la no remoción del mantillo, así como especies que no presenten valor forrajero como por ejemplo malezas de campo sucio. Las mediciones de altura se realizan con regla milimetrada registrando para la medición el contacto de la regla con la hoja verde más alta (Cayley y Bird, 1991).

En cada muestra se determinan las siguientes variables.

Estimación de la materia seca presente: mediante la estimación visual por escala o altura de la pastura en centímetros.

Las muestras se colocan luego en bolsas de nylon con su correspondiente etiqueta distintiva para su posterior análisis en el laboratorio.

Las muestras de escala cortadas son llevadas a laboratorio, midiéndose su peso fresco previo a ser colocadas en estufa hasta que las mismas alcancen un peso constante, aproximadamente 48 a 72 horas a 60° C con aire forzado, para su posterior determinación de peso seco. Luego con ambos valores de peso se obtiene los kilogramos de materia seca presente por hectárea.

Con la información de peso de la materia seca de los cuadros y el valor de escala o de altura en centímetros se realizó el ajuste de una función que relacione la cantidad de materia seca presente con la nota de escala o la altura de la pastura que se cargaba en la ecuación.

3.3.2.2. Determinación de la composición botánica de la pastura

Se aplicó el método Botanal (Tothill et al., 1992) el cual permite estimar la contribución porcentual de las diferentes fracciones de la pastura.

Para este trabajo las fracciones definidas fueron: 1- *Bromus auleticus*, 2- *Stipa setigera*, 3- Gramíneas perennes invernales, 4- *Bouteloua megapotámica*, 5- *Paspalum notatum*, 6- *Paspalum dilatatum*, 7- Gramíneas perennes estivales, 8- Hierbas, 9- Restos secos, 10- Gramíneas anuales invernales, 11- *Dichondra microcalix*, 12- *Sporobolus*

indicus, 13- Leguminosas sembradas, 14- *Coelorhachis selloana*, 15- Cardos. En algunas fechas de muestreo únicamente se estableció la proporción de verde y seco.

Simultáneamente se estimaba independientemente la cobertura correspondiente a suelo desnudo y heces.

3.3.2.3. Estimación del crecimiento de forraje

Esta se determina con la diferencia en kilogramos de materia seca por hectárea entre el disponible realizado al momento de ingreso de los animales y el remanente post pastoreo del período anterior para el mismo tratamiento. De esta manera se obtiene la producción de materia seca para el período de descanso de la pastura. La misma se divide entre los días de descanso para obtener la tasa de crecimiento por día, la cual es considerada para el posterior período de pastoreo.

3.3.2.4. Estimación de la materia seca disponible

Esta variable de análisis se determina al momento de ingreso de los animales la cual nos permite estimar la oferta de forraje. El valor de la materia seca disponible se obtiene mediante la suma de la materia seca presente y la tasa de crecimiento multiplicada por los días de duración del período de pastoreo.

3.3.2.5. Estimación de la materia seca desaparecida

Esta se calcula para el período de pastoreo siendo la diferencia existente entre el disponible y el remanente a la salida del pastoreo.

3.3.3. Determinaciones en los animales

3.3.3.1. Evolución del peso vivo

Para determinar esta variable se utilizaron los pesos promedio de los animales provenientes de las pesadas cada 30 días, las cuales fueron realizadas con al menos 8

horas de ayuno.

3.3.3.2. Carga animal

Expresa los kilos de peso vivo presentes en cada parcela expresados en kg/ha.

3.3.3.3. Unidades ganaderas por hectárea

Es la expresión de la carga en unidades ganaderas, para esto se divide la carga total en kg/ha entre el peso de la unidad ganadera (380 kg de peso vivo, Crempien, 2008).

3.3.3.4. Ganancia por animal

Esta variable se mide mediante la ganancia media diaria por animal, la cual resulta del peso del animal al final del período restando el peso del animal al inicio del mismo. Esto dividido en el largo en días del período en evaluación.

3.3.3.5. Ganancia por hectárea

La ganancia por hectárea resulta de la multiplicación de la ganancia media promedio de todos los animales por los días de duración del período en análisis, dividido esto al tamaño de la parcela y traducido posteriormente a hectáreas. De esta manera resulta la ganancia media por hectárea en kilogramos de peso vivo.

3.3.3.6. Oferta de forraje

Se calculó dividiendo la materia seca disponible por día entre el total de peso vivo en kilogramos. Esta variable se expresa en kilogramos de forraje cada 100 kilogramos de peso vivo.

3.4. HIPÓTESIS

3.4.1. Hipótesis biológica

Existe una diferencia en producción de forraje entre los diferentes tratamientos siendo esta mayor en los tratamientos nitrogenados y mejoramiento de campo en comparación con el campo natural.

El aumento en la producción de materia seca permitirá incrementar la carga animal. Esta carga podrá ser mayor en los tratamientos con leguminosas y nitrogenados en comparación con campo natural.

Los animales que pastorean tratamientos con agregado de leguminosas presentan mayores ganancias diarias de peso en comparación con los animales que pastorean campo natural con agregado de nitrógeno y estos a su vez mayor ganancia que los que se encuentran en campo natural sin ninguna mejora. Este aumento en la ganancia diaria de peso individual se traduce a una mayor productividad de carne por hectárea.

La composición del forraje disponible se ve modificada por los tratamientos de nitrógeno y mejora.

3.5. MODELO ESTADÍSTICO

3.5.1. Modelo estadístico para análisis de datos de pasturas

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

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \gamma_k + T\gamma_{ik} + \xi_{ijk}$$

Siendo:

- Y = corresponde a la variable de interés.
- μ = es la media general.
- T_i = es el efecto de la i -ésimo tratamiento.

- B_j = es el efecto del j-ésimo bloque.
- γ_k = es el efecto de la k-ésima estación.
- $T\gamma_{ik}$ = es la interacción tratamiento por estación
- ξ_{ijk} = es el error experimental. Error B

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

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

Siendo:

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

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

3.5.2. Modelo estadístico para el animal

Fue ajustado un modelo de covarianza para analizar los datos correspondientes a evolución del peso vivo por animal y por hectárea.

$$Y_{ij} = \mu^* + T_i + \beta_1 PI + \beta_2 EI + \xi_{ij}$$

Siendo:

- Y = corresponde a la variable de interés, ganancia de peso animal.
- μ^* = es el intercepto.
- T_i = es el efecto de la i-ésimo tratamiento.
- β_1 = coeficiente de regresión de la covariable PI.
- β_2 = coeficiente de regresión de la covariable EI.
- PI = es el peso animal al inicio del experimento (covariable).
- EI = es la edad animal al inicio del experimento (covariable).
- ξ_{ij} = es el error experimental

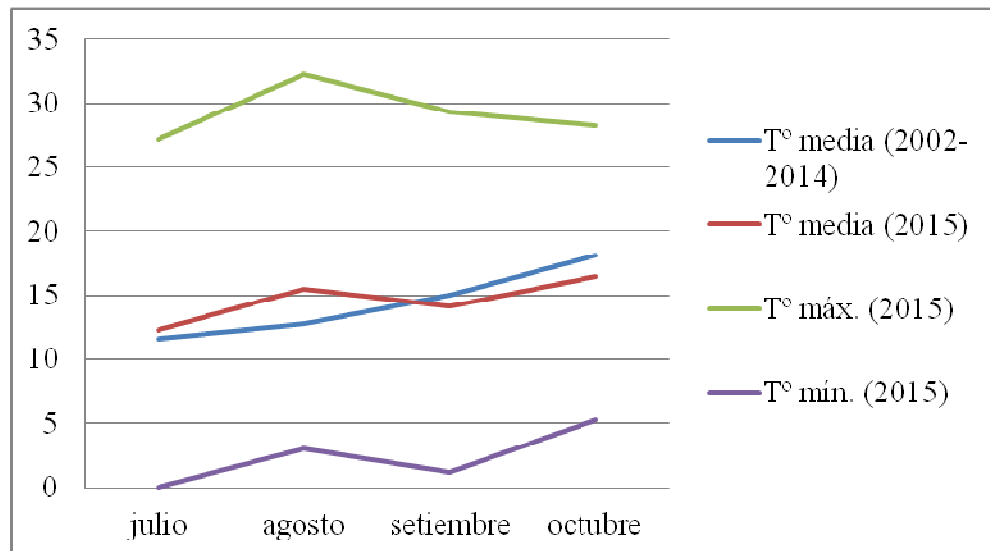
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

4.1.1. Temperatura

A continuación se presenta la evolución de la temperatura media, máxima y mínima desde julio a octubre del 2015, período en el cual se desarrolló el experimento, así como también para el período de referencia desde el año 2002 al 2014 para Paysandú (datos obtenidos de la estación agrometeorológica de la EEMAC).

Ilustración No. 4. Temperatura media para el 2015 (T° media) temperatura media para la serie de referencia desde 2002 al 2014, temperatura máxima del 2015 (T° máx.) y temperatura mínima del 2015 (T° mín.).

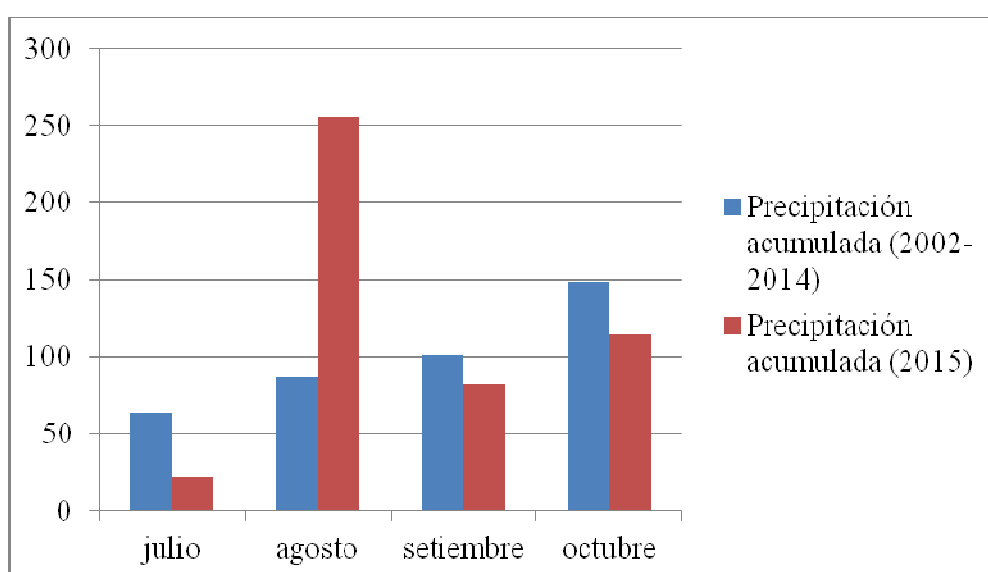


Como puede observarse en la figura la temperatura media en julio y agosto del 2015 estuvo de 2 a 3°C por encima de la temperatura media de la serie de referencia de años, mientras que para los meses de setiembre y octubre del 2015 la temperatura media fue de 1 a 2°C menor que la temperatura media de la serie de años del 2002 hasta el 2014.

4.1.2. Precipitaciones

A continuación se muestra las precipitaciones acumuladas para el período de referencia del año 2002 hasta el 2014, y las precipitaciones acumuladas para el año 2015 para Paysandú, datos obtenidos de la estación agrometeorológica de la EEMAC.

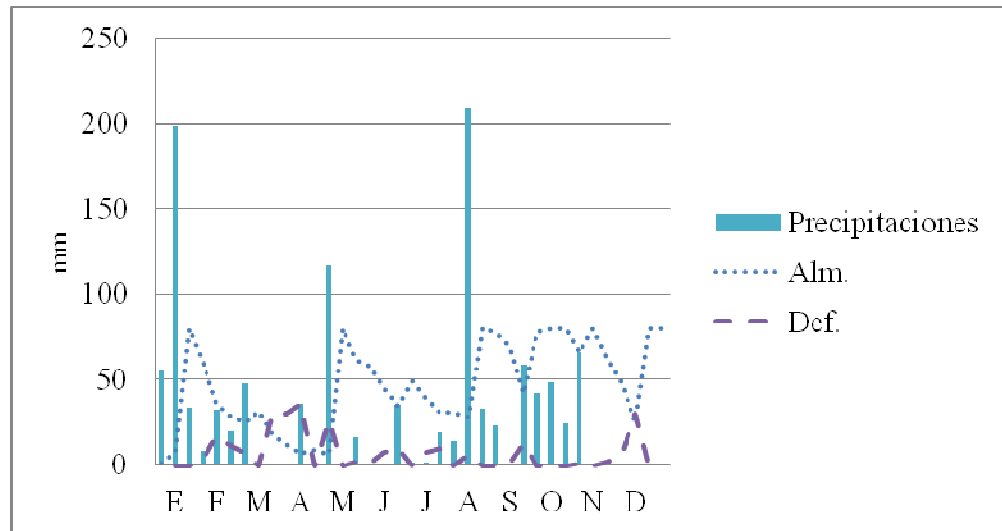
Ilustración No. 5. Precipitaciones acumuladas mensuales en milímetros para el año 2015 y la serie de referencia del 2002 al 2014.



Como puede observarse en la figura No. 5, el régimen de precipitaciones acumuladas difiere del promedio de la serie de referencia, siendo agosto el mes donde la diferencia fue mayor a favor del año 2015, donde las precipitaciones acumuladas fueron 292% mayores. Por otra parte los meses de julio, setiembre y octubre mostraron un régimen de precipitaciones acumuladas menor para el año 2015 sobre el período 2002 al 2014, siendo estas diferencias -64%, -17% y -22% respectivamente.

4.1.3. Balance hídrico

Ilustración No. 6. Precipitaciones acumuladas, almacenaje de agua en el suelo (Alm.), y deficiencia de agua en el suelo (Def.), para un suelo con CAAD de 80 mm, en el año del experimento (2015).



En la figura No. 6, se puede observar que para el período invernal (primera estación del experimento) hubo deficiencia hídrica, lo cual pudo afectar la producción de MS, a través de una menor tasa de crecimiento.

Por otra parte, luego de las altas precipitaciones de la segunda década de agosto, el suelo aumentó el agua almacenada y disminuyó la deficiencia hídrica para el período primaveral (segunda estación del experimento), lo cual pudo haber determinado tasas de crecimiento mayores, y mayor producción de MS.

4.2. VARIABLES DE LA PASTURA

4.2.1. Análisis del período total para el experimento

A modo de conocer las variaciones registradas en producción primaria debido a las diferentes dosis aplicadas de nitrógeno así como a la introducción de leguminosas; se presenta a continuación como incidieron los tratamientos sobre las variables producción total y tasa de crecimiento promedio.

Cuadro No. 2. Producción total (MST) en kg/ha y tasa de crecimiento promedio (TC) en kg/ha/día para el período invierno-primavera.

tratamiento	MST (kg/ha)	TC (kg/ha/día)
CN	2412 B	13,4 B
CNM	2523 B	14 B
60N	5387 A	29,9 A
120N	4625 AB	25,7 AB

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

En el cuadro anterior puede observarse que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables producción total de materia seca y tasa de crecimiento. Se observa a su vez que los tratamientos nitrogenados (60N y 120N) fueron los que presentaron mayores producciones de materia seca y tasa de crecimiento, observándose así un incremento de un 103% en la producción de forraje total lo cual representa 2538 kg/ha a más en dichos tratamientos nitrogenados. En cuanto a la tasa de crecimiento esta fue 103% superior en los tratamientos nitrogenados lo cual representa un incremento de 14 kg/ha/día.

Larratea y Soutto (2013), no encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables tasa de crecimiento y producción de materia seca total al comparar dos dosis de fertilización nitrogenada, 60 y 114 unidades/ha A pesar de esto, destacan la mayor tasa de crecimiento y producción de materia seca en el tratamiento N114, la cual fue 17% superior a N60 determinando un mayor forraje disponible.

Por su parte García Pintos et al. (2016), trabajando con iguales tratamientos a los presentados en dicha tesis, no encontraron diferencias significativas entre los mismos para producción de materia seca y tasa de crecimiento en el total del período.

A su vez Rodríguez Palma (1998), reporta que para distintos niveles de nitrógeno, la tasa de crecimiento neto por superficie a nivel de la población de gramíneas otoño-invierno-primaverales en el período invierno – primavera, fue 175 % mayor con dosis de N= 100 respecto a N=0 y tendió a ser 44% superior respecto a N50 ($p=0,0905$),

tendiendo además a ser 91 % superior en N50 respecto a N0 ($p=0,0735$). Con esto se puede afirmar que la respuesta de la pastura en el período invierno-primavera a niveles crecientes de intervención con nitrógeno es respaldado por diversos autores en distintos experimentos, donde la tasa de crecimiento es la variable determinante para lograr mayores producciones.

Johnston et al. (1969), también llegaron a resultados similares a los anteriores ya que el aumento de rendimiento relativo del campo natural al fertilizarlo con nitrógeno fue de 153% frente al campo natural no fertilizado.

Por otra parte, Boggiano et al. (2005) afirman que es posible lograr producciones de forraje superiores a los 8000 kgMS/ha con dosis de nitrógeno próximas a 150 kg/ha y ofertas de forraje de 10% del peso vivo, mientras que fertilizaciones otoño-invernales con dosis superiores a la mencionada no producen aumentos en la producción total de forraje.

Berretta (2005) reporta que la fertilización de pasturas con nitrógeno y fósforo permite obtener tasas de crecimiento de 19; 21,8 y 19 kgMS/ha/día durante la primavera, verano y otoño, respectivamente.

Cuadro No. 3. Materia seca disponible (MSD), remanente (MSR), desaparecido (MSDe) en kg/ha para el período invierno-primavera.

tratamiento	MSD	MSR	MSDe
CN	2536,8 AB	1565,6 A	971,1 A
CNM	2353,6 B	1405,0 A	948,6 A
60N	3410,6 A	1504,5 A	1906,0 A
120N	3117,0 AB	1686,5 A	1509,7 A

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

En el cuadro se puede observar que el disponible presentó diferencias significativas entre tratamientos, donde el tratamiento con 60 unidades de nitrógeno obtuvo los mayores disponibles, presentando diferencias significativas solo con el tratamiento CNM. La variabilidad de la información no permitió detectar diferencias entre tratamientos nitrogenados versus no nitrogenados, a pesar de presentarse diferencias desde el punto de vista agronómico importantes, ya que representan en promedio 819 kg/ha de materia seca disponible. Si bien no hay diferencias significativas entre CN y el agregado de 120 unidades de nitrógeno, el disponible promedio fue 23% superior en el último sobre el primero.

El remanente no mostró diferencias significativas, presentando 290 kg/ha de materia seca entre los valores extremos.

Al realizar contrastes entre los tratamientos nitrogenados versus no nitrogenados se observan diferencias significativas siendo mayores los disponibles en los tratamientos nitrogenados ($p=0,0124$).

La materia seca desaparecida no presentó diferencias significativas estadísticamente entre tratamientos, sin embargo el desaparecido en el tratamiento con 60 unidades de nitrógeno fue 100% superior frente al tratamiento CNM. La falta de significación puede ser causada por la variabilidad de los datos, los cuales presentaron un coeficiente de variación de 61%.

Al contrastar los tratamientos nitrogenados versus los no nitrogenados, se detectan diferencias significativas ($p=0,0150$) en el forraje desaparecido, presentando los tratamientos fertilizados mayores desaparecidos que los no fertilizados, debido a una menor oferta de forraje.

El forraje remanente para el tratamiento CN resulta ser el 62% del disponible mientras que para CNM representa el 67%, por lo que el forraje desaparecido en ambos tratamientos es similar (38% y 33% del disponible para CN y CNM respectivamente). Las diferencias son más notorias al comparar tratamientos nitrogenados y no nitrogenados donde el desaparecido aumenta a 51% en los tratamientos nitrogenados (56% para 60N Y 46% para 120N).

Con respecto a esto, Lemaire (1997) afirma que si la pastura fertilizada no es defoliada activamente en un período de tiempo menor a lo que demora el promedio de la comunidad de especies en expandir sus hojas, la cantidad de tejido perdido por senescencia será mucho mayor que si la pastura no es fertilizada. Por lo tanto, si el uso de fertilizantes no viene acompañado de un régimen controlado de defoliaciones se podrán obtener efectos adversos en la productividad animal como consecuencia del exceso de material muerto acumulado. Consecuentemente, altas fertilizaciones y altas ofertas de forraje generan sombreado y por lo tanto senescencia.

Por otra parte, Álvarez et al. (2013), afirman que el forraje desaparecido en líneas generales copia la respuesta del forraje presente, pudiendo constatar la dependencia de la primera variable sobre la segunda, cambiando esta tendencia cuando el agregado de nitrógeno es alto (114 kgN/ha) conjuntamente con altas ofertas de forraje, disminuyendo así el forraje desaparecido. Por lo cual es coincidente con los tratamientos con intervención de nitrógeno del presente experimento, donde a través de una mayor producción y menores ofertas de forraje se obtiene un mayor desaparecido en el período. Dichos autores también afirman que el forraje producido es la variable que más explica el forraje disponible a lo largo del año.

Cuadro No. 4. Oferta forrajera (%), eficiencia de cosecha (%), y ganancia individual (kg/animal/día) para el período invierno-primavera.

tratamiento	media OF	Ef. de cosecha	ganancia individual
CN	16,8 A	39,5 A	0,28 A
CNM	19,9 A	38,5 A	0,41 A
60N	8,3 A	45,5 A	0,34 A
120N	9,9 A	41,0 A	0,46 A

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

No se encontraron diferencias significativas para las variables analizadas en el cuadro, lo cual puede deberse a la variabilidad de los datos. Las ofertas de forraje a pesar de no presentar diferencias estadísticas, se aprecia que los tratamientos nitrogenados presentaron ofertas menores que los no nitrogenados (9,3% menor).

No existieron diferencias significativas entre tratamientos para la ganancia individual, lo cual puede deberse a los pocos animales muestreados.

Los contrastes muestran que la oferta de los tratamientos con nitrógeno es significativamente menor que los sin nitrógeno ($p=0,0127$).

Los contrastes realizados también demuestran que los tratamientos nitrogenados frente a los no nitrogenados presentan mayor producción de materia seca y mayor cantidad de materia seca desaparecida como consecuencia de una mayor tasa de crecimiento, pudiendo aplicar una oferta de forraje menor, manteniendo así constantes los remanentes, y lograr altas eficiencias de cosecha.

Boggiano et al. (2005), concluyen que el nitrógeno aumenta la tasa de elongación foliar y la tasa de aparición foliar, por lo que ante aumentos en la disponibilidad de este nutriente, aumenta la producción de especies cespitosas invernales principalmente, esto determina que ante niveles altos de agregado de nitrógeno y baja intensidad de pastoreo (mayor oferta), se produzca un sombreado de las hojas superiores sobre las hojas inferiores, lo que deprime rápidamente la producción invernal de forraje. En contra parte, si la intensidad de pastoreo es mayor, por una oferta de forraje menor, evita el efecto explicado anteriormente, lo cual se refleja en los resultados obtenidos. También Álvarez et al. (2013), concluyen que el nitrógeno interacciona con la oferta de forraje ya que a bajas ofertas, el agregado de nitrógeno hace que la carga aumente levemente, principalmente por aumentos en la producción y estructura más accesible del forraje en intensidades altas de pastoreo, por lo tanto hay más forraje utilizable y menos ofertado por animal, siendo a bajas ofertas de forraje y alto nitrógeno donde se dan las máximas cargas.

Larratea y Soutto (2013), concluyen que la fertilización otoño-invernal con dosis altas de nitrógeno promueve a las especies invernales, mejorando el valor pastoril del campo, ya que aumenta la contribución de especies de mayor tipo productivo y por lo tanto la cantidad y la calidad del forraje consumido por los animales. A su vez existe una alta asociación entre hierbas perennes invernales y hierbas anuales invernales y una dosis mayor de fertilización nitrogenada. Se observó una asociación entre las gramíneas perennes estivales, hierbas perennes estivales y fibra detergente neutro con dosis bajas de nitrógeno lo cual indicaría una mayor proporción de especies estivales en tratamientos con dosis bajas de nitrógeno debido a la menor promoción de las especies invernales, lo cual provoca una menor eficiencia de cosecha del animal.

Cuadro No. 5. Producción total (MST) en kg/ha y tasa de crecimiento promedio (TC) en kg/ha/día para las estaciones invierno y primavera.

estación	MST	TC
invierno	1340,68 A	15,4 A
primavera	2349,99 A	26,1 A

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

La producción total de forraje fue 75% mayor en primavera que en invierno, debido a una mayor tasa de crecimiento la cual fue un 69% superior. Esto se debe a las mejores condiciones climáticas para el crecimiento vegetal en dicha estación. La temperatura media desde el inicio a mediados del invierno se encontró por encima de la media histórica, con un promedio de 15 C° para toda la estación.

Cuadro No. 6. Materia seca disponible (MSD), remanente (MSR), desaparecido (MSDe) en kg/ha, oferta forrajera (%), eficiencia de cosecha (%), y ganancia individual (kg/animal/día) para el período invierno y primavera.

estación	MSD	MSR	MSDe	media OF	ef. de cosecha	ganancia individual
invierno	2897	1668,1	1229,3	13,1	41,2	0,16 A
primavera	2851	1412,9	1438,5	14,4	41,2	0,67 B

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

Como puede observarse en el cuadro anterior no existen diferencias significativas entre estaciones para las variables materia seca disponible, remanente, desaparecido, promedio de oferta forrajera y eficiencia de cosecha. Sin embargo, si se observan diferencias significativas entre estaciones para la ganancia individual, siendo la primavera la estación que presentó mayores ganancias (0,5 kg/animal/día superior en comparación al invierno).

4.2.2. Análisis del período invernal para el experimento

A continuación se presenta cómo incidieron los tratamientos sobre las variables producción invernal y tasa de crecimiento invernal.

Cuadro No. 7. Efecto del tratamiento sobre la producción total (MST), y tasa de crecimiento promedio (TCp) para el período de invierno.

tratamiento	MST (kg/ha)	TCp (kg/ha/día)
CN	1071 B	11,9 B
CNM	1026 B	11,4 B
60N	1791 A	19,9 A
120N	1660 AB	18,4 AB

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

En el cuadro se aprecia que existen diferencias significativas entre tratamientos para ambas variables, siendo los tratamientos nitrogenados (60N y 120N) los que presentaron mayores producciones de materia seca total, 65% superior lo cual representa una diferencia de 677 kg/ha. En cuanto a la tasa de crecimiento los tratamientos

nitrogenados también presentaron mayores tasas respecto a los tratamientos CN y CNM, siendo superiores los primeros en un 64% determinando una diferencia de 7,5 kg/ha/día.

Es de destacar la tasa de crecimiento del forraje que a pesar de que pudo haber estado limitada por condiciones de baja temperatura y humedad en el suelo, fue superior a 4,4 kg/ha/día reportada por Boggiano et al. (2005) para campo natural en invierno sin fertilizar.

Este aumento podría deberse al efecto positivo de los mayores niveles de nitrógeno sobre la fisiología y morfología de las plantas forrajeras según lo reportado por Wilman y Wright (1983), Whitehead (1995) incrementando la tasa de elongación laminar (TEL), y principalmente aumentando la densidad de macollos, la cual se ve favorecida por la mayor tasa de aparición foliar (TAF, Mazzanti et al., 1994).

Según Ayala y Carámbula (1994) la eficiencia de utilización del nitrógeno es muy baja en invierno (1,5 kg de MS por kilogramo de N). Mientras que en primavera y en especial en verano se constatan los mejores registros de eficiencia (14 kg de MS por kilogramo de N).

Por otra parte, la máxima producción invernal observada por Boggiano et al. (2005) fue de 2000 kgMS/ha obtenida con 300 kg/ha de nitrógeno y una oferta de forraje de 4% de peso vivo. Con dosis mayores a 150 kg/ha de nitrógeno la producción de forraje crece al reducir la oferta de forraje, es decir al aumentar la intensidad de pastoreo.

Cuadro No. 8. Materia seca disponible (MSD), remanente (MSR), desaparecido (MSDe) en kg/ha para el período invierno.

tratamiento	MSD	MSR	MSDe
CN	2563,6 B	1600,5 A	963,0 B
CNM	2478,9 B	1546,7 A	932,2 B
60N	3539,7 A	1758,2 A	1781,5 A
120N	3007,0 AB	1766,7 A	1240,3 AB

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

Se encontraron diferencias significativas para las variables disponible promedio por días de pastoreo y en el total desaparecido. No encontrándose diferencias significativas en el remanente promedio, esto último pudo deberse a que no se haya manejado una correcta oferta forrajera en los tratamientos sin intervención con nitrógeno, pudiendo haber sido menor, es decir una mayor intensidad de pastoreo.

Los contrastes realizados entre tratamientos nitrogenados versus no nitrogenados muestran diferencias significativas entre los mismos para la materia seca disponible ($p=0,0107$), materia seca remanente ($p=0,0921$) y materia seca desaparecida

($p=0,0261$), presentando en todas las variables los tratamientos nitrogenados los mayores valores.

El mayor disponible de los tratamientos nitrogenados frente los tratamientos no nitrogenados (38%), está determinado justamente por la intervención con nitrógeno, lo cual lleva a tasas de crecimiento mayores tal cual se explicó anteriormente en el análisis de dicha variable. A su vez un mayor disponible permitió menor oferta de forraje (mayor intensidad de pastoreo), provocando un total desaparecido mayor (85%) en los tratamientos con intervención con nitrógeno.

Una remoción más intensa del forraje, menor OF, determina un retraso en el inicio del sombreado que redundará en una mayor acumulación de forraje. Estos procesos generales a cualquier estación del año, son más intensos en invierno donde la radiación incidente es interceptada con menor área foliar (Boggiano et al., 2005).

En ensayos realizados por Mazzanti y Lemaire (1994), también se observó un efecto indirecto del nitrógeno sobre el consumo, este fue significativo para la mayoría de los períodos. En los tratamientos con altos niveles de agregado de nitrógeno se dió un incremento en la tasa de consumo de 57% en promedio, en comparación con los tratamientos con menor agregado de nitrógeno. Este mayor consumo registrado es resultado de las mayores cargas utilizadas para mantener asignaciones de forrajes similares en los distintos tratamientos.

Del mismo modo Rodríguez Palma (1998), encontró aumentos del 45% en el consumo animal el cual está explicado por el aumento de la carga para el tratamiento con nitrógeno.

En otro sentido la calidad del forraje pudo haber incidido sobre el desaparecido total, Bemhaja (1998a) afirma que la fertilización con nitrógeno favorece el aumento de los pastos finos, particularmente de ciclo invernal y tiernos (*Stipa setigera*, *Bromus auleticus*) por lo que aumenta la calidad de la pastura.

Cuadro No. 9. Oferta forrajera (%), eficiencia de cosecha (%), y ganancia individual (kg/animal/día) para el período invernal.

tratamiento	media OF	ef. de cosecha	ganancia individual
CN	15,5 A	37,8 A	0,01 A
CNM	15,9 A	37,0 A	0,19 A
60N	9,6 B	49,7 A	0,11 A
120N	11,3 B	39,9 A	0,33 A

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

En el cuadro se observan diferencias significativas entre tratamientos para la variable oferta forrajera, donde los tratamientos con intervención con nitrógeno permitieron manejar una menor oferta forrajera, es decir mayor intensidad de pastoreo. En cuanto a la variable eficiencia de cosecha no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, pero se destaca el tratamiento con intervención de 60 unidades de nitrógeno, el cual tuvo 31% mayor eficiencia frente a los tratamientos sin intervención con nitrógeno.

La variable ganancia individual no mostró diferencias significativas, posiblemente por las pocas muestras medidas, aunque es de destacar la mayor ganancia en los tratamientos nitrogenados frente a los no nitrogenados (0,12 kg/animal/día de diferencia promedio).

Contrastes realizados comparando tratamientos nitrogenados y no nitrogenados muestran diferencias significativas entre dichos tratamientos para el promedio de oferta forrajera ($p=0,0006$). Sin embargo, la eficiencia de cosecha no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,1457$).

Boggiano et al. (2000b), afirman que en invierno con altos niveles de fertilización nitrogenada, el aumento en la oferta de forraje determina un aumento en la tasa de acumulación de materia verde.

Álvarez et al. (2013), afirman que el nitrógeno interacciona con la oferta de forraje ya que a bajas ofertas, el agregado de nitrógeno hace que la carga aumente levemente, principalmente por aumentos en la producción y estructura más accesible del forraje en intensidades altas de pastoreo, por lo tanto hay más forraje utilizable y menos ofertado por animal, siendo a bajas ofertas de forraje y alto nitrógeno donde se dan las máximas cargas.

A bajas dosis de N la producción invernal aumenta al aumentar la OF, ya que en un ambiente pobre en N, la reposición de las estructuras removidas es más lenta, dado por un menor ritmo fotosintético. Aumentos en la OF determinan remanentes mayores, menor remoción de área foliar y pseudotallos, condición que favorecerá principalmente

a los tipos cespitosos, mayoría de las gramíneas invernales. Por otro lado, la disponibilidad de N en planta, utilizable para sustentar la formación de nuevos tejidos aumenta con el remanente. Con dosis mayores de N la producción crece al reducir la OF es decir al aumentar la intensidad del pastoreo. Con niveles de N crecientes se acelera el ritmo de crecimiento y la reposición del área foliar es más rápida y comienza antes el sombreado en estratos inferiores, lo cual reduce los ritmos de acumulación de forraje (Lemaire, 1997). Una remoción más intensa del forraje, menor OF, determina un retraso en el inicio del sombreado que redundará en una mayor acumulación de forraje. Estos procesos generales a cualquier estación del año, son más intensos en invierno donde la radiación incidente es interceptada con menor área foliar. Las respuestas obtenidas no permiten determinar la combinación de factores que maximizan la producción de forraje invernal ya que no se logró llegar a éste. La máxima respuesta en producción invernal es de 1660 kg/ha de MS obtenida con 120 kg/ha de N y una OF de 11,3% PV.

4.2.3. Análisis del período primaveral para el experimento

Cuadro No. 10. Efecto del tratamiento sobre la producción total (MST), y tasa de crecimiento promedio (TCp) para el período de primavera.

tratamiento	MST (kg/ha)	TCp (kg/ha/día)
CN	1341	14,9
CNM	1498	16,6
60N	3596	39,9
120N	2965	32,9

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

Como se observa en el cuadro anterior no existen diferencias significativas para la producción total de forraje ni para el promedio de las tasas de crecimiento. Es de destacar de todos modos que pese a estadísticamente no existir diferencias significativas estas producciones como también las tasas de crecimiento son mayores en los tratamientos nitrogenados, siendo los tratamientos nitrogenados los que presentaron mayor producción de materia seca total, 131% superior lo cual representa 442 kg/ha de diferencia. La tasa de crecimiento también fue superior en los tratamientos nitrogenados, 131% superior determinando así una diferencia de 21 kg/ha/día.

Contrastes realizados entre tratamientos nitrogenados y no nitrogenados muestran diferencias significativas para ambas variables entre los tratamientos, presentando un p valor de 0,0236 la producción de materia seca y 0,0236 la tasa de crecimiento.

Berretta et al. (1990b) registraron en primavera, una tasa de crecimiento máxima de 19 kg/ha/día de MS en testigo sin fertilizar, y una máxima de 35 kg/ha/día de MS en los tratamientos fertilizados.

Larratea y Soutto (2013) obtuvieron en el mismo período, tasas de crecimiento de 32 y 26 kg/ha/día para tratamientos 114N y 60N respectivamente.

Con lo anterior concuerdan Ayala y Carámbula (1994), los cuales indican que la respuesta a la fertilización nitrogenada es muy variable dependiendo del año. A su vez, dichas variaciones están determinadas por la disponibilidad del nitrógeno y su eficiencia de uso. Estas variaciones pueden reducirse si las aplicaciones del fertilizante se realizan en forma fraccionada.

Cuadro No. 11. Materia seca disponible (MSD), remanente (MSR), desaparecido (MSDe) en kg/ha para el período primavera.

tratamiento	MSD	MSR	MSDe
CN	2510,0 A	1530,8 A	979,1 A
CNM	2228,4 A	1263,3 A	965,0 A
60N	3281,5 A	1250,9 A	2030,5 A
120N	3227,0 A	1606,3 A	1779,1 A

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

En el cuadro anterior se observa que no existen diferencias significativas para ninguna de las variables analizadas entre tratamientos. Sin embargo, es de destacar los mayores disponibles en el caso de los tratamientos nitrogenados frente a los no nitrogenados siendo estos un 37% mayor lo cual equivale a 1770 kg/ha de diferencia.

Al realizar contrastes entre tratamientos nitrogenados y no nitrogenados se observan diferencias significativas entre dichos tratamientos para las variables materia seca disponible ($p=0,0935$) y materia seca desaparecida ($p=0,0864$). Sin embargo la materia seca remanente no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,8220$).

La materia seca producida responde en mayor proporción al nitrógeno que la materia seca remanente. Por lo tanto, se puede concluir que al aumentar el agregado de nitrógeno, la materia seca producida durante el período de descanso tiene mayor peso en

el aumento del disponible que la materia seca remanente del pastoreo anterior, a ofertas de forraje medias a bajas (Álvarez et al., 2013).

La MS desaparecida también fue evaluada en relación a la MS disponible y a la MS producida. En el cuadro se observa que la proporción de la MS desaparecida/disponible es menor que sobre la producida. Esto es debido a que la MS disponible siempre es mayor, ya que considera la MS remanente del pastoreo anterior y lo producido en el total del ciclo de pastoreo, mientras que la MS producida, toma en cuenta sólo lo producido durante el ciclo, estimado por medio de la tasa de crecimiento. Los animales físicamente solo logran consumir hasta cierta altura del forraje, dejando los primeros centímetros, donde se puede llegar a acumular el 50% del forraje disponible.

Tal como lo indican Nabinger et al. (2007), la disponibilidad diaria de materia seca depende del forraje residual y de la tasa de crecimiento del período. Esta está influenciada por el residuo anterior (debido a la condición del IAF y las reservas de las plantas), por las condiciones climáticas (radiación solar, temperatura y agua) y por la disponibilidad de nutrientes del suelo.

Larratea y Soutto (2013) en un pastoreo continuo y carga variable, tuvieron como resultado valores de 54 y 43% de MS desaparecida/disponible para niveles de nitrógeno 114N y 60N respectivamente. Es por esto que en el presente estudio se podrían esperar valores menores a estos, dado a que los pastoreos fueron rotativos y de períodos mayores.

Sin agregado de nitrógeno la manera de aumentar el forraje desaparecido es aumentando la oferta de forraje. Esto refleja que a bajas ofertas de forraje y sin agregado del nutriente el forraje disponible disminuya el consumo. Otra forma de aumentar el forraje desaparecido es aumentando el nitrógeno, cuando las ofertas de forraje son bajas y medias, ya que aumentaría el forraje presente, componente que más explica el forraje disponible en el año promedio. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Boggiano (2000a), donde a ofertas de forraje constantes, aumentos en la producción se asocian con aumentos del forraje desaparecido.

Cuadro No. 12. Oferta forrajera (%), eficiencia de cosecha (%), y ganancia individual (kg/animal/día) para el período primaveral.

tratamiento	media OF	ef. de cosecha	ganancia individual
CN	18,0 AB	41,1 A	0,64 A
CNM	23,8 A	40,0 A	0,72 A
60N	7,1 B	41,4 A	0,66 A
120N	8,6 AB	42,1 A	0,66 A

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

En el cuadro se puede observar que las medias de ofertas de forraje presentaron diferencias significativas entre tratamientos, donde el tratamiento CNM obtuvo las mayores ofertas. La variabilidad de la información no permitió detectar diferencias nitrogenados versus no nitrogenados, a pesar de presentarse diferencias desde el punto de vista agronómico importantes, ya que representan en promedio un 37% superior en el caso de los últimos sobre los primeros.

En cuanto a la eficiencia de cosecha y ganancia individual no existieron diferencias significativas entre tratamientos.

Los contrastes realizados entre tratamientos nitrogenados versus no nitrogenados muestran diferencias significativas entre tratamientos para las medias de oferta de forraje ($p=0,0127$). Sin embargo, la eficiencia de cosecha no mostró diferencias significativas ($p=0,8805$) entre los tratamientos.

Estudiando el efecto de la OF sobre la pastura de CN, Mezzalira et al. (2008) concluyen que por encima del 12% del PV, se promueve la formación de maciegas, por lo que dicha OF sería el límite máximo al cual se podía manejar el pastoreo sin deteriorar la pastura. A su vez, Maraschin (2001) reafirma que en un campo natural de Río Grande del Sur, la OF de 12%, maximizó la TC, producción de MS y kg de ganancia animal por hectárea.

La capacidad de consumo de un bovino es aproximadamente un 2-2,5% de su PV. Sin embargo el máximo consumo por animal se alcanza cuando no hay limitación física y cuando el animal tiene la máxima posibilidad de selección de su dieta. Esto ocurre cuando el animal tiene a su disposición de cuatro a cinco veces más de los que puede consumir por día. O sea, que el animal debe tener a su disposición entre un 10-13% PV de forraje en MS (Nabinger et al., 2007).

En cuanto al CNM, Garín et al. (1993) indican que la OF que maximiza la ganancia diaria animal, se encuentra entre 5 y 10% de PV.

La oferta de forraje es el factor que más incide en la MS remanente, ya que determina la intensidad de pastoreo, mientras que el nitrógeno presenta un reducido efecto en la MS remanente (Álvarez et al., 2013).

4.3. VARIABLES DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Cuadro No. 13. Peso vivo total (PV), unidades ganaderas (UG) y ganancia total (kg) por tratamiento para el período invierno-primavera.

tratamiento	PV total	UG	ganancia total
CN	315,3	0,83	51,6
CNM	285	0,75	72,7
60N	655	1,7	106
120N	600,9	1,6	143

La carga tanto en peso vivo como en unidades ganaderas fue superior en los tratamientos 60N y 120N, siendo a su vez dichas cargas siempre mayores tanto en invierno como en primavera, variando para el tratamiento 60N desde 475 kgPV/ha en invierno a 895 kgPV/ha en primavera y para el tratamiento 120N varió desde 449 kgPV/ha en invierno a 804 kgPV/ha en primavera.

La ganancia total para el período fue superior en los tratamientos nitrogenados (100%), frente a los que no tuvieron intervención con nitrógeno. Esto se debe principalmente al aumento de la carga en dichos tratamiento nitrogenados, coincidiendo con lo reportado por Rodríguez Palma (1998), quien analizó la producción de carne por hectárea para tres niveles de nitrógeno, N=0, N=50 y N=100 fue de 224,86, 279,20 y 440,55 ± 3,643 kg.ha⁻¹ respectivamente.

La fertilización nitrogenada fraccionada en otoño e invierno de un campo natural permite aumentar la acumulación anual de forraje y por tanto la carga animal por hectárea sin afectar el desempeño individual, lo cual resulta en incrementos en la producción por hectárea medida en kgPV/ha (Rodríguez Palma et al., 2008b).

5. CONCLUSIONES

La intervención con nitrógeno permitió aumentar la producción total de materia seca a través de una mayor tasa de crecimiento en la estación de invierno y en el total del periodo analizado, no existiendo diferencias significativas entre aplicar 60 o 120 unidades de nitrógeno.

En la estación de primavera no existió diferencia significativa entre los tratamientos para las variables producción de materia seca total y tasa de crecimiento.

Para la producción animal no existió diferencia significativa entre tratamientos para las estaciones de invierno y primavera, medido en ganancia individual.

La intervención con nitrógeno permitió mayor ganancia total para el periodo invierno primaveral, siendo la oferta de forraje la variable determinante.

La fertilización nitrogenada permite obtener alta eficiencia en transformación de la energía en producción primaria, siendo la producción secundaria dependiente de la oferta de forraje.

6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el potrero 18 de 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.). El período de evaluación del experimento fue invierno (8/06/2015 al 2/8/2015) y primavera (2/09/2015 al 01/12/2015). El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta invierno-primaveral de una pastura natural del litoral fertilizada con nitrógeno, bajo pastoreo rotativo, manejado por ofertas de forraje variable según la estación en: producción de forraje y producción de PV. El diseño experimental fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, evaluando dos niveles de nitrógeno, 60 y 120 kg/ha de N. Las variables medidas son producción de forraje, forraje presente, forraje disponible, forraje desaparecido, tasa de crecimiento, producción de PV por hectárea (kg/ha de PV), carga en kg/ha de PV y unidades ganaderas (UG/ha), ganancia por hectárea y ganancia por animal, y oferta de forraje (OF). A través de las variables de análisis mencionadas en el párrafo anterior el presente trabajo determinó que la intervención con nitrógeno sobre un campo natural, permite incrementar la producción de forraje, lo cual asegura un aumento en la carga animal por hectárea y una mayor producción de carne por hectárea.

Palabras clave: Nitrógeno; Campo natural; Oferta de forraje; Invierno; Primavera.

7. SUMMARY

This study was carried out in the paddock 18 of the Faculty of Agronomy's Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), located in the Km 363 of the route General Artigas, Paysandu department, Uruguay (32° 20' 9'' South latitude, 58° West longitude, 61 ms. n. m.). The evaluation period was winter (8/06/2015 to 2/8/2015) and spring (2/09/2015 to 01/12/2015). The objective of the work was to evaluate the winter-spring response of a natural pasture of the littoral fertilized with nitrogen, under rotating grazing, managed by forage offers variable depending on the season in: forage production and liveweight production. The experimental design was in randomized complete blocks with four repetitions, evaluating two nitrogen levels, 60 and 120 kg / ha of N. The evaluated variables were: pasture production, type of pasture present, pasture availability, missing pastures, growth rate, liveweight production per hectare (kg/ha de PV), livestock units, and pasture allowance. Based on the analysis we could determine that the addition of nitrogen to the rangeland increases pasture production, leading to an increase in the number of livestock units per hectare and a higher meat production per hectare. This study was carried out in the paddock 18 of the Faculty of Agronomy's Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), located in the Km 363 of the route General Artigas, Paysandu department, Uruguay (32° 20' 9'' South latitude, 58° West longitude, 61 ms. n. m.). The evaluation period was winter (8/06/2015 to 2/8/2015) and spring (2/09/2015 to 01/12/2015). The objective of the work was to evaluate the winter-spring response of a natural pasture of the littoral fertilized with nitrogen, under rotating grazing, managed by forage offers variable depending on the season in: forage production and liveweight production. The experimental design was in randomized complete blocks with four repetitions, evaluating two nitrogen levels, 60 and 120 kg / ha of N. The evaluated variables were: pasture production, type of pasture present, pasture availability, missing pastures, growth rate, liveweight production per hectare (kg/ha de PV), livestock units, and pasture allowance. Based on the analysis we could determine that the addition of nitrogen to the rangeland increases pasture production, leading to an increase in the number of livestock units per hectare and a higher meat production per hectare.

Keywords: Nitrogen; Natural pasture; Forage provision; Winter; Spring.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguinaga, A. J. Q.; Aguinaga, A. A. Q.; Nabinger, C.; Carvalho, P. C.; Frizzo, A.; Guma, J.; Cauduro, G.; Crancio, L. 2004. Produção de forragem de uma pastagem natural da depressão central do RS, submetida a diferentes níveis e sequencias de oferta de forragem. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (41^a, 2004, Campo Grande, MS). Anais. Mato Grosso do Sul, s.e. s.p.
2. 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. Dirección de Suelos y Fertilizantes. t.1, 96 p.
3. 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.
4. André, M.; Pedoja, M.; Ramírez, C. 2016. Respuesta de un campo natural sometido a niveles crecientes de intervención. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 124-125.
5. Ayala, W.; Carámbula, M. 1994. Nitrógeno en campo natural. In: Seminario de Actualización Técnica Nitrógeno en Pasturas (1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Serie Técnica no. 51).
6. _____; _____. 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.
7. Azanza, A.; Panissa, R. J.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
8. Bemhaja, M.; Olmos, F. 1996. Producción de pasturas en suelos arenosos. In:

Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 221-230 (Serie Técnica no. 80).

9. _____. 1998a. Caracterización de mejoramiento de campo bajo diferentes cargas con novillos durante tres años. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 83-90 (Serie Técnica no. 102).
10. _____. 1998b. Fertilización nitrogenada en sistemas ganaderos. In: Seminario de Actualización Técnica Nitrógeno en Pasturas (1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 49-56 (Serie Técnica no. 51).
11. _____.; Risso, D. F.; Levratto, J. C.; Zamit, W. S. 1998c. Mejoramiento de campo: fertilización fosfatada. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 75-82 (Serie Técnica no. 102).
12. _____.; Brito, G. 1998d. Respuesta a la fertilización nitrogenada de campo natural en Basalto profundo. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14^a. 1994, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 119-122 (Serie Técnica no. 94).
13. Berretta, E. J.; Levratto, J. C. 1990a. Estudio de la dinámica de una vegetación mejorada con fertilización e introducción de especies. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2^o., 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 197-203.
14. _____.; Formoso, D.; Carbajal, C. M.; Fernández, J.; Garbachutto, I. R. 1990b. Producción y calidad de diferentes especies forrajeras nativas en condiciones de campo. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2^o., 1990, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 49-62.
15. _____.; do Nascimento, D. Jr. 1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal español-portugués. Montevideo, Uruguay, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 126 p.

(Dialogo no. 32).

16. _____. 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).
17. _____.; Risso, D. F.; Levratto, J. C.; Zamit, W. S. 1998. Mejoramiento de campo natural de Basalto fertilizado con nitrógeno y fósforo. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998b, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 63-73 (Serie Técnica no. 102).
18. _____. 2005. Producción y manejo de la defoliación en campos naturales de basalto. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 61-74 (Serie Técnica no. 151).
19. Boggiano, P. 2000a. Dinâmica da produção primaria da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito de adubação nitrogenada e oferta de forragem. Tesis Doctorado. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 179 p.
20. _____.; Maraschin, G. E.; Nabinger, C.; Riboldi, J.; Cadenazzi, M. 2000b. Efeito da adubação nitrogenada e oferta de forragem sobre as taxas estacionais de acumulo de matéria seca numa pastagem nativa de Rio Grande do Sul. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul; Zona Campos (18º., 2000, Guarapuava, Paraná, Brasil). Dinâmica da vegetação em ecossistemas pastoris. Curitiba, Paraná, s.e. pp. 120-122.
21. _____. 2003. Informe de consultoría; subcomponente manejo integrado de pradera. Proyecto combinado GEF/IBRD Manejo integrado de ecosistemas y recursos naturales en Uruguay. Componente Manejo y conservación de la diversidad biológica. (en línea). Montevideo, MGAP. 72 p. Consultado mar. 2017. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/UPCT/Diagn%F3sticoManejoIntegradoPasturas.pdf>
22. _____.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M.; Severini, M.; Zanoniani, M. 2004. Respuesta otoñal en la estructura poblacional de *Bromus auleticus* Trinus a la oferta de forraje y fertilización nitrogenada. In: Reunión de Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los

Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campo (20º., 2004, Salto). Trabajos presentados. Salto, Facultad de Agronomía. pp. 262-263.

23. _____.; _____.; Millot, J. C. 2005. Respuesta del campo natural a manejos crecientes de intervención. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 105-114 (Serie Técnica no. 151).
24. 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.
25. 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.
26. Castaño, J. 2003. Adaptación y manejo de especies forrajeras y técnicas para optimizar su producción. (en línea). In: Jornada de Actualización Ganadera (1ª., 2003, Balcarce). Trabajos presentados. Balcarce, INTA. Área de Producción Animal. Grupo Pasturas. pp. 1-5. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
27. 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 1991-1992. Montevideo, INIA. pp. 12-16 (Actividades de Difusión no. 75).
28. _____. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
29. _____.; Ayala, W.; Carriquiry, E. 1998. Algunos aspectos de manejo de mejoramientos extensivos. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14ª., 1998, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 45-48 (Serie Técnica no. 94).
30. Cayley, J. W. D.; Bird, P. R. 1991. Measurement of pasture mass. In: Cayley, J. W. D.; Bird, P. R. eds. Techniques for measuring pastures. Victoria,

Australia, Australian Government. Department of Agriculture. pp. 1-20.

31. Colabelli, M.; Agnusdei, M.; Mazzanti, A.; Labreveux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Boletín Técnico no. 148. pp. 1-21.
32. Cooper, J. P.; Tainton, N. M. 1968. Light and temperature requirement for the growth of tropical and temperate grasses. *Herbage Abstracts*. 38 (3): 167-176.
33. Corsi, W. C. 1978. Clima. *Miscelánea CIAAB*. no. 18: 255-266.
34. Correa, D.; Scheffer-Basso, S. M.; Fontaneli, R. 2004. Adubação nitrogenada em uma pastagem natural da região da campanha do Rio Grande do Sul. *In*: Reunión de Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campo (20^{a.}, 2004, Salto). Trabajos presentados. Salto, Facultad de Agronomía. pp. 320-321.
35. Correa, F. L. 1993. Produção e qualidade de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul sob níveis de oferta de forragem a novilhos. *In*: Dissertação Mestrado em Zootecnia. Resúmenes. Porto Alegre, RS, Brasil. Universidade do Rio Grande do Sul. 167 p.
36. _____; Alvim Silva, L. F. 1998. Carga e ganho animal em campo nativo melhorado. *In*: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14^{a.}, 1994, Salto). *Anales*. Montevideo, INIA. pp. 91-93 (Serie Técnica no. 94).
37. Crempien, C. 2008. Antecedentes técnicos y metodología básica para utilizar en presupuestación en establecimientos ganaderos. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 72 p.
38. Cruz, P.; Boval, M. 1999. Effect of nitrogen on some morphogenetical traits of temperate and tropical perennial forage grasses. *In*: Simposio International Symposium Grassland Ecophysiology and Ecology (1999, Curitiba, Paraná, BR). *Proceedings*. Curitiba, Universidad Federal de Parana. pp. 134-150.

39. Escosteguy, C. M. D. 1990. Avaliação agronômica de uma pastagem natural sob níveis de pressão de pastejo. Dissertação Mestrado em Zootecnia. Porto Alegre, RS, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. 172 p.
40. Formoso, D.; Gaggero, C. 1990. Efecto del sistema de pastoreo y la relación ovino/vacuno sobre la producción de forraje y la vegetación del campo nativo. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2°, 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 299-310.
41. García Pintos, R.; García Pintos, F.; Gallinal, J. M. 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. 25 p.
42. Garín, D.; Machado, A.; Rinaldi, C. 1993. Performance de novillos Holando bajo distintas presiones de pastoreo en campo natural con *Lotus corniculatus* en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.
43. Gastal, F.; Lemaire, G. 1988. Study of a tall fescue sward grown under nitrogen deficiency conditions. In: General Meeting of the European Grassland Federation (12th. 1988. Dublin, Ireland). Proceedings. Dublin, Ireland, s.e. pp. 323-327.
44. _____; Belanger, G. 1993. The effects of nitrogen fertilization and the growing season on photosynthesis of field-grown tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) canopies. *Annals of Botany*. 72: 401-408.
45. Gomes, L. E.; De Faccio, P. C.; Nabinger, C.; Maraschin, G. E. 2000. Produtividade animal de um campo nativo submetido a fertilização nitrogenada. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul (18a., 2000, Guarapuava, Paraná, Brasil). Zona Campos. Dinâmica da vegetação em ecossistemas pastoris. Curitiba, Paraná, s.e. pp. 123-125.
46. 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.
47. 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. 121 p.

48. Lemaire, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: International Symposium on Animal Production Under Grazing (1997, Brasil). Proceedings. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. pp. 117-139.
49. Maraschin, E. G. ; Moojen, E. L.; Escoteguy, C. M. D.; Correa, F. L.; Apezteguia, E. S.; Boldrini, I. J.; Riboldi, J. 1997. Native pasture, foraje on offer and animal response. In: International Grassland Congress (18th., 1997, Saskatoon). Proceedings. s.n.t. v.2, p. 288.
50. _____. 2001. Production potential of South American grassland. In: International Grassland Congress (19º., 2001, Sao Pedro, SP, Brasil). Proceedings. Sao Pedro, s.e. pp. 1-33.
51. _____.; Moojen, E. L. 2002. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. *Ciência Rural*. 32 (1): 127-132.
52. Mazzanti, A. E.; Lemaire, G.; Gastal, F. 1994. Effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass and Forage Science*. 49: 111-120.
53. Mezzalira, J.C.; Nabinger, C.; Bremm, C.; Kuhn da trindade, J.; Fonseca do Amaral, M.; Fonseca L.; Carvalho, P. 2008. Filocrono de *Paspalum notatum* em funcao de diferentes ofertas de forragem em pastagem natural do sul do Brasil. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur. Bioma Campos; innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad (22º., 2008, Minas). Memorias. Montevideo. INIA. pp 195-196.
54. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, FUCREA. 199 p.
55. Molfino, J. H.; Califra, A. 2001. Agua disponible de las tierras del Uruguay;

segunda aproximación. (en línea). Montevideo, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. División Suelos y Aguas. s.p. Consultado 8 mar. 2017. Disponible en http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/rec_nat/agua_disp_uru.pdf

56. Montossi, F.; Risso, D. F.; Pigurina, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 93-106 (Serie Técnica no. 80).
57. 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.
58. _____. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Reading, England). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
59. Nabinger, C. ; Dall'agnol, M. E.; De Faccio Carvalho, 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.
60. Olmos, F. 1998. Mejoramiento de pasturas con Lotus. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14ª., 1994, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 59-60 (Serie Técnica no. 94).
61. Pallarés, O. R.; Pizzio, R. M. 1998. Experiencias de fertilización de pasturas naturales en el centro sur de Corrientes. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14ª., 1998, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 108-118 (Serie Técnica no. 94).
62. _____.; Berretta, E. J.; Maraschin, G. E. 2005. The South American campos ecosystem. In: Suttie, J.; Reynolds, S. G.; Batello, C. eds. Grasslands of the world. Rome, FAO. pp.171-179.

63. Pereira Neves, F.; De Faccio Carvalho, P. C.; Nabinger, C.; Ávila Jacques, A.V. ; Carassai, I. J.; Tentardini, F. 2009. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38 (8): 1532-1542.
64. Pinto, C. E.; Carvalho, P. C.; Frizzo, A. 2007. Comportamento ingestivo de novilhos em uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 36 (2): 319-327.
65. _____; Silveira da Fontoura, J. A.; Frizzo, A.; Stella Freitas, T. M.; Nabinger, C.; De Faccio Carvalho, P. C. 2008. Produções primária e secundária de uma pastagem natural da Depressão Central do Rio Grande do Sul submetida a diversas ofertas de fitomassa aérea total. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37 (10): 1737-1741.
66. Risso, D.; Berretta, E. J. 1998a. Factores que afectan la recria vacuna en campo natural de Basalto. *In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados*. Montevideo, INIA. pp. 142-152 (Serie Técnica no. 102).
67. _____; _____; Levratto, J.; Zamit, W. 1998b. Intensificación del engorde en la región basáltica; III) Efecto de la fertilización N x P y la carga animal, sobre la productividad de una pastura natural. *In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados*. Montevideo, INIA. pp. 175-182 (Serie Técnica no. 102).
68. _____. 1998c. Mejoramiento extensivo 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 (14ª., 1998, Salto). Anales*. Montevideo, INIA. pp. 23-30 (Serie Técnica no. 94).
69. Rodríguez Palma, R. 1998. Fertilización nitrogenada de un pastizal de la Pampa deprimida; crecimiento y utilización del forraje bajo el pastoreo de vacunos. Tesis Magister Scientiae. Balcarce, Argentina. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 135 p.

70. _____.; Saldanha, S.; Andión, J.; Vergnes, P. 2004. Fertilización nitrogenada de campo natural de basalto. 1. Producción de forraje. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (20a., 2004, Salto, Uruguay). Sustentabilidad, desarrollo y conservación de los ecosistemas. Salto, Facultad de Agronomía. pp. 292-293.
71. _____.; 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 (22a., 2008, Minas, Lavalleja, Uruguay). Bioma campos; innovando para mantener su sostenibilidad y competitividad. Montevideo, INIA. p. 197.
72. _____.; _____.; _____.; _____. 2008b. Fertilización de campo natural; respuesta en producción de forraje. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur (22a., 2008, Minas, Lavalleja, Uruguay). Bioma campos, innovando para mantener su sostenibilidad y competitividad. Montevideo, INIA. p. 199.
73. Romero, R. s.f. Características geográficas y socioeconómicas del Uruguay. (en línea). Montevideo, INIA. GRAS. s.p. Consultado 27 mar. 2017. Disponible en http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/uruguay_gral.htm
74. Rosengurtt, B. 1946a. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay. Montevideo, Rosgal. 473 p.
75. _____. 1946b. Estudios de praderas naturales del Uruguay; 5a. contribución. Montevideo, Rosgal. pp. 443-451.
76. _____. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Universidad de la República. Departamento de Publicaciones y Ediciones. 86 p.
77. 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.

78. 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.
79. Tothill, J. C.; Hargreaves, J. N. G.; Jones, R. N.; McDonald, C. K. 1992. Botanal; measuling the botanical composition of grazed pastures. St. Lucia, Brisbane, Queensland, Australia, CSIRO. Division of Tropical Crops and Pastures. 24 p.
80. Vázquez, M. E.; Barberis, L. A. 1982. Variación estacional de la concentración de nitratos en el suelo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)*. 22 (1): 13-22.
81. Whitehead, D. C. 1995. Grassland nitrogen. Wallingford, UK, Centre for Agriculture and Biosciences International. 397 p.
82. Wilman, D.; Wrigth, P.I. 1983. Some effects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. *Herbage Abstracts*. 53 (8): 387-393.
83. 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 (14ª., 1998, Montevideo, UY). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 97-107.
84. Zanoniani, R. 1997. Campo natural; síntomas de degradación productiva y medidas preventivas para su control. *Cangüé*. no. 10: 22-26.
85. _____.; Millot, J. C. 1998. Dinámica de implantación de leguminosas en cobertura según suelo y manejo del pastoreo. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14ª., 1998, Salto). *Anales*. Montevideo, INIA. pp. 49-51 (Serie Técnica no. 94).
86. _____.; Ducamp, F. 2004. Conducta de pastoreo de vacas Holando y Jersey en sistemas comerciales de producción. *Cangüé*. no. 25: 12-14.