

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RESPUESTA PRODUCTIVA DE UN CAMPO NATURAL MEJORADO CON
SIEMBRA DE LEGUMINOSAS O FERTILIZADO CON NITRÓGENO**

por

Martín ARIAS MILSEV

Santiago VEINS FREIRE

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2020**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. Nicolás Caram

Ing. Agr. Felipe Casalás

Fecha: 27 de octubre de 2020

Autores: -----
Martín Arias Milsev

Santiago Veins Freire

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, por formarnos como profesionales durante todos los años de la carrera.

A la Estación Experimental Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía por brindarnos el sitio y las herramientas necesarios para llevar a cabo el trabajo final.

A los ingenieros agrónomos Pablo Boggiano, Ramiro Zanoniani, Nicolás Caram y Felipe Casalás, por la orientación técnica y apoyo durante la realización de la tesis.

A nuestras familias y amigos por el apoyo incondicional que nos brindaron durante toda la carrera.

A los funcionarios de la EEMAC, por la ayuda brindada durante la etapa experimental.

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	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS NATURALES	3
2.2. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA	4
2.2.1. <u>Efecto del nitrógeno en la producción de forraje</u>	4
2.2.2. <u>Efectos del nitrógeno sobre la calidad del forraje</u>	5
2.2.3. <u>Efectos de la fertilización de nitrógeno con la estacionalidad del forraje</u>	6
2.2.4. <u>Efectos de la fertilización nitrogenada en la producción animal</u>	7
2.3. EFECTO DEL MEJORAMIENTO EXTENSIVO SOBRE CAMPO NATURAL	8
2.3.1. <u>Introducción de leguminosas en el campo natural</u>	8
2.3.2. <u>Características de las especies utilizadas</u>	9
2.3.3. <u>Fertilización con fósforo</u>	9
2.3.4. <u>Efecto del mejoramiento sobre la producción</u>	10
2.3.5. <u>Efecto del mejoramiento sobre la variabilidad estacional</u>	11
2.3.6. <u>Efecto del mejoramiento sobre la calidad del forraje</u>	12
2.3.7. <u>Efecto del mejoramiento sobre la producción animal</u>	13
2.4. EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE	14
2.4.1. <u>Efecto de la oferta de forraje sobre la producción primaria</u>	14

2.4.2.	<u>Efecto de la oferta de forraje sobre la estacionalidad de la producción</u>	15
2.4.3.	<u>Efecto de la oferta de forraje sobre la producción animal</u>	16
2.5.	HIPÓTESIS	17
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	18
3.1.	CONDICIONES GENERALES DEL EXPERIMENTO	18
3.1.1.	<u>Localización y período de evaluación</u>	18
3.1.2.	<u>Información meteorológica</u>	18
3.1.3.	<u>Descripción del sitio experimental</u>	18
3.1.3.1.	Suelos	18
3.1.3.2.	Vegetación	18
3.1.3.3.	Antecedentes de pastoreo	19
3.1.3.4.	Animales experimentales	19
3.1.3.5.	Tratamientos y diseño experimental	19
3.1.3.6.	Manejo del pastoreo	20
3.1.4.	<u>Determinaciones en la pastura</u>	21
3.1.4.1.	Estimación de la materia seca presente	21
3.1.4.2.	Estimación de la producción de materia seca	22
3.1.4.3.	Estimación de la tasa de crecimiento diario de forraje	22
3.1.4.4.	Materia seca disponible	22
3.1.4.5.	Materia seca remanente	22
3.1.4.6.	Materia seca desaparecida	23
3.1.5.	<u>Determinación de la composición botánica</u>	23
3.1.5.1.	Estimación de los kg/ha de MS disponible verde y remanente verde	23
3.1.6.	<u>Determinaciones en producción secundaria</u>	23
3.1.6.1.	Peso vivo	23
3.1.6.2.	Carga total	23

3.1.6.3. Ganancia animal	24
3.1.6.4. Ganancia por hectárea	24
3.1.6.5. Oferta de forraje.....	24
3.2. MODELO ESTADÍSTICO.....	24
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	26
4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.....	26
4.1.1. <u>Temperatura y precipitaciones</u>	26
4.2. PRODUCCIÓN PRIMARIA	28
4.3. PRODUCCIÓN SECUNDARIA	35
4.4. CONSIDERACIONES FINALES	39
5. <u>CONCLUSIONES</u>	40
6. <u>RESUMEN</u>	41
7. <u>SUMMARY</u>	43
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	45

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. P-valor del efecto tratamiento, período y su interacción (tratamiento*período) sobre la materia seca disponible, disponible verde, remanente, remanente verde, desaparecida, materia seca promedio, oferta de forraje (%), producción neta de materia seca y tasa de crecimiento diaria de forraje	29
2. Efecto del período sobre las medias de forraje disponible y disponible verde (kgMS/ha)	29
3. Efecto del período sobre la media de forraje remanente, remanente verde y materia seca promedio (kgMS/ha)	30
4. Efecto del período sobre la media de forraje desaparecido (kgMS/ha)	31
5. Medias de forraje desaparecido (kgMS/ha) para cada tratamiento en el total del experimento.....	31
6. Medias de producción neta de materia seca (kgMS/ha) para cada tratamiento en el total del período del experimento	32
7. Efecto de la interacción tratamiento*período para la tasa de crecimiento diaria (kg/ha/día)	33
8. Contribución en el disponible de componentes botánicos, según tratamiento en el total del período (kgMS/ha)	33
9. Contribución en el disponible de componentes botánicos, según tratamiento en el total del período, en el porcentaje (%)	34
10. P-valor del efecto tratamiento, período y su interacción (tratamiento*período) sobre la oferta de forraje (%), carga total y ganancia media diaria.....	35
11. Efecto del tratamiento en la oferta de forraje, carga total y ganancia media diaria	35
12. Efecto del tratamiento en los diferentes períodos en donde se constata el peso de los animales.....	36

13. Efecto de la oferta de forraje en los diferentes períodos	37
14. Ganancia total para cada uno de los tratamientos	37
15. Ganancia total para cada período	37

Figura No.

1. Croquis del área experimental	20
2. Registro mensual de precipitaciones y temperatura media del año 2017, y promedio de la serie histórica 2002-2016.....	26
3. Balance hídrico, ETP y precipitaciones entre mayo y diciembre de 2017	28
4. Árbol de regresión.....	38

1. INTRODUCCIÓN

El recurso campo natural tiene una gran importancia económica en el Uruguay al ser el principal sustento de la producción pecuaria del país: ocupa unas 13.396.000 hectáreas, que representan el 82 % de la superficie total explotada (MGAP. DIEA, 2015). Es la principal fuente de alimento para el ganado en los sistemas ganaderos, condicionada por el potencial del suelo y por las condiciones climáticas. Dado que en Uruguay el régimen climático es irregular tanto intra como inter anual, la predictibilidad de su producción es muy baja.

La oferta de alimento y la capacidad para recuperarse de períodos climáticos adversos convierten al campo natural en un recurso forrajero estratégico. Utilizar este recurso de manera racional es un factor determinante en la economía de los sistemas extensivos, situación que ha inducido a un creciente interés por conocer el impacto de diferentes prácticas de pastoreo en la sostenibilidad de los sistemas de producción. Debido a esto, se puede afirmar que la economía de la ganadería nacional se sustenta en la producción de las pasturas naturales, siendo este el “cultivo” más extendido en el país (Jaurena et al., 2013).

Los suelos que ocupa la ganadería extensiva se caracterizan por presentar un bajo contenido de fósforo asimilable, lo cual provoca un escaso desarrollo de las leguminosas y, en algunos casos, no llegan a cubrir los requerimientos de los animales por este nutriente.

Una alternativa que mejore estas condiciones y que logre incrementar la producción de forraje es la aplicación de 40 kg de P₂O₅, con el fin de aportar mejoras en la producción y en la estacionalidad del forraje. A su vez, el nitrógeno en los suelos de la región también es una limitante que determina la productividad de las praderas naturales, por lo que la incorporación de leguminosas en los mejoramientos extensivos es un pilar fundamental para la incorporación de dicho nutriente al ecosistema, a través de la fijación biológica del nitrógeno, favoreciendo, de esta manera, a las gramíneas asociadas (Carámbula, 1996b).

Lograr levantar estas limitantes de la principal base forrajera de los sistemas ganaderos posibilitaría aumentar la capacidad de carga, es decir, aumentar la máxima dotación posible en la que no se provocan daños en la vegetación o recursos relacionados, y lograr mayores ganancias individuales. Esto daría como resultado un aumento en producción anual de carne, expresada como kg de peso vivo por animal.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la producción secundaria en invierno-primavera de una pastura natural sometida a niveles crecientes de intervención, a través de la incorporación de leguminosa + fósforo y nitrógeno + fósforo, bajo pastoreo rotativo con ofertas de forraje controladas.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el desempeño individual de animales en campo natural y en campo natural mejorado con leguminosas y fertilizantes; y determinar cuáles son las variables de la pastura que afectan el desempeño animal.

Evaluar la capacidad de carga del campo natural y del campo mejorado con leguminosas y fertilizantes nitrogenados y fosfatados.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS NATURALES

El crecimiento de las pasturas naturales resulta del balance entre estos dos procesos opuestos: fotosíntesis y respiración. Un balance positivo entre estos dos procesos resulta en la acumulación de sustancias en macollos y raíces, lo que facilita la formación y el desarrollo de nuevas hojas y raíces, que, a su vez, incidirán en las posibilidades de desarrollo a futuro (Millot et al., 1987).

Las pasturas naturales del Uruguay son comunidades vegetales donde predominan especies de gramíneas de bajo y mediano porte, dicotiledóneas, integradas por compuestas, graminoides, leguminosas y otras familias que aparecen en menor frecuencia. Usualmente, esta vegetación soporta una carga animal más o menos en forma constante a través del año (Millot et al., 1987). Al mismo tiempo, Boggiano (2003) afirma que el campo natural es la base forrajera sobre la que se sustenta la pecuaria nacional, donde la superficie de pasturas alcanza un 85,5 %, siendo que en el total de 16.419.683 hectáreas el 71,1 % son campos naturales, y el 11,5 % restante son pasturas sembradas o campos mejorados.

Las especies predominantes en los campos naturales son de ciclo estival (tipo C4). Estas sobreviven frente a condiciones de escasa fertilidad o estrés hídrico que se pueden generar en estos ambientes, aunque son muy afectadas por las bajas temperaturas de invierno (Carámbula, 1996b). Las gramíneas, plantas herbáceas y subarborescentes, forman parte de la cobertura vegetal y definen principalmente el campo natural (Berretta y do Nascimento, citados por Berretta, 1996). La variabilidad en la cobertura vegetal, tanto en composición botánica como en su densidad, está definida por el material geológico, siendo el clima y la topografía del Uruguay factores que afectan, pero que no determinan la diversidad del tipo de campo (Berretta, 1996).

La producción de forraje anual de las pasturas naturales difiere, según el tipo de suelo, entre 800 y 4000 kg/ha de materia seca (MS) para suelos superficiales sobre basalto y suelos profundos sobre capas de Fray Bentos, respectivamente (Carámbula, 2008). Esta producción se concentra, principalmente, en primavera-verano, siendo en promedio de 80 % en campos arenosos y 65 % en vegetaciones, con un pico de crecimiento otoñal. El aporte invernal varía entre 6 % en suelos arenosos y 16 % en suelos de basalto (Bemhaja, citado por Berretta, 1996). La marcada estacionalidad en la producción, acompañada de una carga animal y relación lanar/vacuno constante a lo largo del año, determinan períodos de sobrepastoreo en épocas

de escasez y subpastoreo en épocas de abundancia, lo que limita la productividad del sistema (Carámbula, 2008).

2.2. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA

De acuerdo con Bemhaja (1994), el nitrógeno es fundamental para la producción de proteína y clorofila en las gramíneas para cumplir con su ciclo biológico, el cual contempla el macollaje, elongación de la hoja, rebrote después del pastoreo, y reproducción.

Por su parte, la fertilización con nitrógeno permite que la producción en una hectárea fertilizada sea equivalente a la de 3,5 hectáreas sin fertilizar. Esto podría tomarse como medida de manejo para controlar el déficit de forraje que ocurre en determinados períodos del año en los sistemas ganaderos (Boggiano et al., 2000).

Con respecto a la estación del año, Sevrini y Zanoniani (2010) observaron que, en primavera, el aporte de nutrientes a las plantas es la mayor limitante, debido a que las condiciones climáticas son las óptimas. Al mismo tiempo, Ayala y Carámbula (1994) afirman que para eliminar las restricciones edáficas que se generan respecto a la falta de nutrientes, la herramienta más fácil y manejable para el productor es la aplicación de fertilizante, mejorando de esta manera la nutrición mineral.

Por lo tanto, la aplicación de fertilizantes es un método que mejora la cobertura vegetal en el suelo: incrementa el rendimiento y la calidad del forraje, y facilita el manejo del pastoreo (Hoglund et al. 1952, Ayala et al. 2012). A su vez, la falta de nutrientes limita a la producción de forraje en mayor medida que el déficit hídrico. Como resultado de un experimento, se obtuvo que el uso repetido de fertilizante redujo la fluctuación en producción de forraje entre años y entre parcelas dentro de los años (Hoglund et al., 1952).

2.2.1. Efecto del nitrógeno en la producción de forraje

El nitrógeno es el nutriente de mayor importancia, según Ayala y Carámbula (1994), tomando en consideración que las gramíneas son el componente principal de las pasturas naturales de la región. Dicho esto, son numerosos los trabajos que afirman que el nitrógeno es un nutriente fundamental para aumentar la producción primaria.

Al ir aumentando los niveles tróficos de nitrógeno y fósforo debido a aplicaciones de dichos nutrientes, el aumento en la producción y calidad de las pasturas se va dando a una tasa relativamente lenta, registrándose diferencias

a partir del primer año de las aplicaciones, que aumentan a medida que continúa el agregado de nutrientes (Berretta, 1998a).

Trabajos realizados para medir el efecto de la aplicación de 120 kg/ha de nitrógeno sobre la producción del campo natural sobre areniscas de Tacuarembó, dieron como resultado incrementos en torno al 72 % para el primer año y 89 % para el segundo año de fertilización (Bemhaja, 1994). En cambio, Bermúdez y Ayala (2005) agregan que hay dos herramientas fundamentales para aumentar la baja en la cantidad y en la calidad de forraje del campo natural: la fertilización y la frecuencia con que se realizan los pastoreos. Con estas tecnologías se puede elevar el potencial de producción de estos campos.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, se puede decir que con el agregado de estos nutrientes (N y P) se potencia tanto la producción de forraje, como la productividad de las pasturas naturales.

2.2.2. Efectos del nitrógeno sobre la calidad del forraje

En Uruguay, si bien las fertilizaciones en primavera determinan un aumento en la producción de forraje, no siempre este aumento en la cantidad está acompañado de un incremento de calidad. Esto se explica, en parte, por el momento en el cual se realiza la fertilización y la promoción que la fertilización ejerce sobre las especies estivales, que son el principal componente de las praderas naturales uruguayas (Bemhaja y Olmos, citados por Zanoniani, 2009).

Para Ayala y Carámbula (1994) el N es el nutriente de mayor relevancia, basándose en que el componente principal de las pasturas naturales de la región son las gramíneas. En este sentido, son numerosos los trabajos que confirman al N como nutriente fundamental para incrementar la producción primaria de las praderas naturales. Así mismo, Berretta et al. (1998b) afirman que el aumento en la producción y en la calidad de las pasturas naturales frente a incrementos en el nivel trófico de N y P es un proceso relativamente lento, observándose, a partir del primer año de las aplicaciones, diferencias que aumentan a medida que continúa el agregado de nutrientes.

En lo que respecta a las pasturas fertilizadas, se visualiza un incremento en la acumulación de restos secos respecto a tratamientos sin fertilizar si no se realiza un correcto manejo de la defoliación. Si hay una oferta demasiado alta en primavera, existirá una tasa de senescencia tal que determinará una acumulación de estos restos secos (Lemaire, 1997).

Ayala y Carámbula (1994) mencionan que la fertilización nitrogenada en campo natural tiene como efecto principal el aumento en la producción de materia seca, debido a que, en general, la digestibilidad del forraje y el contenido de fibra detergente ácida (FDA) no varían. Con base en este comportamiento se llega a la conclusión de que la calidad de la pastura no se ve alterada. Al mismo tiempo, estos autores encontraron que con el agregado de N se llegan a obtener valores superiores a los del campo natural, particularmente en las estaciones de otoño e invierno. Las cifras promedio obtenidas por los autores fueron 8,7 % para campo natural, y 10,3 % para campo natural fertilizado con N.

Estudios realizados por Montossi et al. (2000) en un campo natural fertilizado indican que se produjo un aumento en la contribución de especies invernales respecto al campo natural. De acuerdo con esto, Rodríguez et al. (2008) agregan que se redujo el porcentaje de las malezas menores y enanas, malezas de campo sucio, gramíneas estivales y leguminosas. Por su parte, Boggiano et al. (2005) hacen énfasis en que este incremento en las especies invernales a niveles crecientes de N se da con OF de forraje bajas.

En experimentos realizados por Bemhaja (1994), la variación en la calidad de la pastura al agregar N depende del tipo de suelo en que se esté trabajando. En suelos de basalto se registró disminución en el contenido de FDA y fibra detergente neutro (FDN), y aumento en el porcentaje de PC. Por otra parte, al cambiar a suelos de areniscas de Tacuarembó, la calidad de la pastura continuó siendo muy baja, independientemente del agregado de N. En suelos de areniscas se observó un aumento en el vigor de especies estivales, las cuales no aportaron a aumentar la calidad de la pastura; en suelos de basalto se promovieron especies finas y tiernas, invernales. Con base en estos resultados se puede decir que el comportamiento frente a la fertilización nitrogenada es dependiente de la composición botánica que presenten los distintos tipos de suelos.

2.2.3. Efectos de la fertilización de nitrógeno con la estacionalidad del forraje

La producción de forraje a lo largo del año se ve muy afectada por el momento de aplicación del fertilizante. Es por esto que Ayala y Carámbula (1994) catalogan el momento de la aplicación como condicionante de la respuesta a la pastura. Estos autores manifiestan que conocer el rendimiento estacional de forraje es de mayor importancia para el productor que conocer el total anual, ya que el primero se compromete en mayor medida con la producción actual, siendo esta más importante para él que la producción total anual de forraje, la cual pierde relevancia.

Burgos de Anda (1974) estudió el efecto de la producción de forraje fertilizado con NP. Determinó que, bajo condiciones de fertilización, se produjo un aumento de la marcada estacionalidad en la producción que se da en los tratamientos de campo natural sin agregado de fertilizante. De esta manera, aumentaron las diferencias que se dan entre el verano y el invierno, aumentando también la producción total de forraje.

Boggiano et al. (2004) realizaron estudios sobre la respuesta del campo natural en invierno al fertilizante nitrogenado, fraccionando las aplicaciones desde finales de otoño hasta principios de primavera. Estos autores concluyeron que se produce un aumento en la contribución de las gramíneas invernales en respuesta al agregado de nitrógeno. Al mismo tiempo, Berretta y Levratto (1990), Bemhaja et al. (1998c) hacen énfasis en que el aumento de las especies invernales provocado por la fertilización nitrogenada, así como la incorporación de leguminosas, fertilización fosfatada y el manejo del pastoreo dirigidas a favorecer la floración de dichas especies, son posibles vías para hacer más invernal el tapiz.

2.2.4. Efectos de la fertilización nitrogenada en la producción animal

Estudios realizados por Peirano y Rodríguez (2004) del campo natural en otoño-invierno arrojan que el promedio de las cargas utilizadas fue de 1,4 y 2,6 animales por hectárea para los tratamientos N0 y N50 respectivamente, resultando en un 89,9 % de superioridad el tratamiento fertilizado. Por lo tanto, se puede concluir que la fertilización nitrogenada permite incrementar la producción primaria, permitiendo, de esta forma, el aumento de la carga animal.

Por otra parte, Boggiano et al. (2000), al agregar 120 kg/ha de N, manejando una carga animal de 1454 kg/ha/día de PV con una oferta de 4,2 %, observaron un incremento de 2,5 kg/ha/día de PV ganados por kg de N suministrado. A medida que disminuye la oferta de forraje, la respuesta de la carga al N se hace más sensible. Lucas y Mott, citados por Boggiano et al. (2000), expresan que, manteniendo la oferta constante, la carga aumenta al incrementar la producción de forraje los autores verificaron en este estudio que la mayor carga dada por más kg/ha de MS a oferta constante se logró gracias al agregado de N. El trabajo concluye afirmando que la carga animal y la tasa de crecimiento de la pastura se interrelacionan.

Peirano y Rodríguez (2004) llegaron a incrementar la carga animal en casi 90 % con fertilizaciones de 50 kg/ha de N, sin tener modificaciones en la ganancia media diaria por animal ni en la producción individual. Al mismo tiempo, Zanoniani (2009) encontró que fertilizaciones con 150 kg/ha de N y con

ofertas del orden del 7 %, permitieron mantener cargas de 1,4 UG/ha con una cantidad de forraje desaparecido equivalente al del mantenimiento animal.

Bajo una fertilización nitrogenada en campo natural con 92 kg/ha de N y 44 kg/ha de P₂O₅, en un sistema de pastoreo rotativo con 14 días de pastoreo y 42 de descanso, se obtienen ganancias anuales de aproximadamente 0,500 kg/animal/día en novillos, manejando una dotación de 0,9 UG/ha. Cuando se aumenta la carga a 1,5 UG/ha, las ganancias disminuyen a 0,300 kg/animal/día, similar a la que se obtiene en el campo natural sin fertilizar manejando dotaciones del entorno de 0,9 UG/ha (Berretta, 2005a).

2.3. EFECTO DEL MEJORAMIENTO EXTENSIVO SOBRE CAMPO NATURAL

2.3.1. Introducción de leguminosas en el campo natural

Ayala et al. (1996a) determinan como uno de los objetivos básicos de los mejoramientos extensivos la posibilidad de complementar adecuadamente la oferta del campo natural, especialmente en períodos críticos.

Según la FAO, la introducción de leguminosas en el campo natural proporciona N al sistema, aumentando la calidad y cantidad de gramíneas. Por lo tanto, protege los recursos genéticos nativos que contribuyen al mantenimiento sustentable de la biodiversidad (FAO, citado por Rebuffo et al., 2006). De esta manera, la leguminosa es la llave principal para introducir económicamente el nitrógeno en el ecosistema y de esa forma alcanzar una producción importante de forraje de buena calidad (Carámbula, 1992). Por otra parte, Millot et al. (1987) mencionan que una mejora en el rendimiento y calidad del tapiz, en forma directa, por la contribución del forraje de la leguminosa y, en forma indirecta, al aumentarse la disponibilidad de nitrógeno para las gramíneas nativas, posibilitará que las más productivas y exigentes se manifiesten.

La introducción de leguminosas, además de aportar alimento de alto valor nutritivo para el ganado durante un período anual específico, pueden contribuir al aumento de las reservas de nitrógeno del suelo, y así favorecer la producción de las gramíneas más productivas (Awan et al., Ball et al., citados por Bemhaja, 1998a).

Ayala et al. (1996a) asumen que los mejoramientos constituyen una herramienta de intensificación gradual de los establecimientos, y su éxito radica, fundamentalmente, en la persistencia productiva posible de obtener a largo plazo, a diferencia de lo que ocurre cuando se manejan pasturas más intensivas (verdeos, praderas convencionales). Por otra parte, Carámbula (1996a)

menciona que todos los diagnósticos efectuados en Uruguay coinciden en que el problema prioritario a resolver es la modificación de la base alimentaria en cantidad, calidad y distribución estacional. Por esto afirma que la complementación por medio de mejoramientos extensivos y su utilización estratégica permitirán disminuir el grado de extensividad de las áreas ganaderas a través de mejoras nutricionales que afectarán el comportamiento animal e incidirán en un todo sobre los sistemas de producción.

2.3.2. Características de las especies utilizadas

Según Carámbula (2007), el *Lotus tenuis* es una especie perenne-estival que se adapta a suelos medianamente fértiles de drenaje pobre y/o salinos. Tolerante al exceso de agua, mantiene la buena calidad nutritiva durante todo su ciclo productivo y posee alta producción de semillas. La otra especie utilizada fue *Trifolium pratense*, para completar el ciclo de producción, ya que Carámbula la caracteriza como bianual – invernial.

2.3.3. Fertilización con fósforo

Olmos (2001) menciona que una de las principales limitantes de los suelos de la región para la producción de forraje con leguminosas introducidas es la cantidad de fósforo disponible en el suelo. Prácticamente en ninguna de las unidades de suelo, en condiciones naturales, se encuentran los mínimos (10-12 ppm). Respecto a esto, Mas (1992) comprueba que el mejoramiento del campo natural mediante el agregado de fertilizante fosfatado no es una solución a las carencias que caracterizan a las pasturas nativas. Los estudios realizados al respecto indican que los incrementos en producción de forraje que se logran con la fertilización pueden variar entre el 10 y el 30 %, aproximadamente, dependiendo del suelo, pero en términos absolutos el aumento de la cantidad de forraje no es en ningún caso importante. Por su parte, Millot et al. (1987) se refieren a que, si bien pueden registrarse cambios favorables en composición botánica —como una mayor presencia de gramíneas “buenas”— la magnitud de la respuesta de una pastura al P, en ausencia de fertilización nitrogenada, está íntimamente asociada a su contenido de leguminosas productivas que mejoren el rendimiento en forma directa e indirecta.

La introducción de leguminosas en el tapiz es el paso complementario a la fertilización, de manera de incluir especies capaces de responder al agregado de fosfatos, ya que la ausencia de leguminosas nativas es una de las explicaciones a la escasa respuesta (Mas, 1992).

Olmos (2001), trabajando en la región Noreste del Uruguay, constató que el incremento en la dosis de fertilizante fosfatado aplicado trae aparejado

un cambio en la composición botánica de la pastura, lo que determina un marcado incremento en el contenido de leguminosa sembrada en cobertura, alcanzando entre un 70 y un 80 % de la misma con 80 kg P₂O₅/ha. Por otra parte, cuando los niveles de fosfato no son acompañados de refertilizaciones posteriores, la pastura comienza a disminuir paulatinamente su rendimiento, seguramente a consecuencia de los bajos niveles de fósforo disponibles, que han sido fijados por el suelo o utilizados por las plantas previamente.

Bemhaja (1998b), trabajando en determinar la respuesta del nivel de fósforo en la producción y persistencia en la región de Basalto, llegó a la conclusión de que niveles de 60 unidades de P₂O₅ permiten un buen establecimiento del componente leguminosa, y con refertilizaciones anuales de 40 unidades de P₂O₅ logran mantener su presencia y producción.

Silveira et al. (2015), evaluando el efecto de la fertilización fosfatada sobre la composición química de *Lotus tenuis* y *Trifolium repens* bajo 4 niveles de fertilización con fósforo, demostraron que el contenido de fósforo en planta presentó una respuesta positiva y significativa con el incremento de P a la siembra., el aumento fue resultado por la parte aérea como de raíz.

2.3.4. Efecto del mejoramiento sobre la producción

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. No obstante, existe otra variable que es básica y determinante para el éxito total o parcial del proceso de producción de materia seca. Se trata del manejo impuesto a la pastura, el cual puede ser plenamente controlado por el productor, ofreciendo las máximas posibilidades de manipulación (Carámbula et al., 1998).

Risso et al. (2002), analizando experimentos sobre campo natural mejorado en la región de Cristalino, llegaron a la conclusión de que, en un promedio de cinco años, la producción promedio anual de forraje resultó casi 10 % mayor en la cobertura de trébol blanco respecto al lotus El Rincón, pero en ambos mejoramientos fue muy superior al rendimiento anual de forraje (3100 kg MS/ha CN vs 7658 kg MS/ha CNM TbL) de los campos naturales representativos. Reportes similares hace Berretta (1998a), quien indica que el rendimiento de las pasturas mejoradas en Tacuarembó, situadas sobre suelos de basalto, según tipos de suelos y vegetaciones, supera al de las pasturas sin introducción de leguminosas entre un 50 y un 100 %, siendo el rendimiento invernal hasta tres veces superior. Por otra parte, Carámbula (1996a) menciona que, en comparación con las pasturas convencionales, los mejoramientos extensivos permiten triplicar fácilmente la producción de forraje sin afectar el

entorno natural, y provocan una distorsión menor sobre el equilibrio de las especies; además, existen menores posibilidades de avance de malezas.

Con respecto al *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón, Olmos (2001) ha evaluado con preparación de la cementera sobre suelos arenosos, mostrando una buena producción anual de forraje, conjuntamente con *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, sin embargo, se concentra más en los meses de primavera.

Ayala y Carámbula (1996b), estudiando el manejo de los mejoramientos, observaron que, cuando estos son expuestos a un manejo abusivo, presentan menor producción total anual, menor producción en los momentos más favorables para el crecimiento, menor capacidad de diferimiento de otoño a invierno, y menor porcentaje de utilización.

2.3.5. Efecto del mejoramiento sobre la variabilidad estacional

Olmos (2001) confirma la mayor concentración de la producción de forraje del lotus El Rincón en los meses de primavera, y la posibilidad de tener un buen aporte de forraje hacia fin de verano e inicio del otoño con las especies perennes (cvs. San Gabriel y Makú). Por otra parte, si bien el lotus presenta un volumen de forraje total anual similar al de trébol blanco, la distribución estacional es diferente, con una mayor producción estival y menor producción invernal respecto a este.

El mayor rendimiento de forraje de trébol blanco en comparación con lotus cv. El Rincón resultó, fundamentalmente, durante el invierno y el verano, sin diferencias importantes en otoño y primavera, por la contribución directa asociada a los ciclos productivos de las leguminosas mejoradas respectivas, siendo el lotus cv. El Rincón una leguminosa anual de semilla pequeña y lento establecimiento (Risso et al., 2002).

Carámbula (1996a) evaluó la evolución de la disponibilidad de los mejoramientos y del componente leguminosa (trébol blanco y lotus) durante tres años, donde se destaca la importante contribución de estas especies, manteniendo un aporte sostenido en el tiempo. Asimismo, se observa una marcada estacionalidad del aporte de las leguminosas con importantes picos en el período primaveral. Con relación a esto, Carámbula (2007), caracterizando el trébol rojo (*Trifolium pratense*) y el género Lotus, indica que la producción de cada uno de ellos en la primavera se encuentra en el entorno del 50 % del forraje producido en el año, y que la otra mitad se reparte en partes iguales entre otoño, invierno y verano. Por otro lado, Carriquiry (1992), realizando experimentos en la región Este, sostiene la importancia que tuvieron lotus Maku en primer lugar, y lotus El Rincón en segundo lugar; estas fueron las dos

especies con mayor producción otoño-invernal, habiendo sido, probablemente, las más uniformes durante el año, teniendo la ventaja de diferir el forraje del otoño hacia el invierno. También hace mención al *Lotus tenuis*, el cual tuvo un rendimiento invernal despreciable.

Si bien los mejoramientos extensivos presentan un desbalance estacional más marcado que la pastura nativa, su mayor producción de forraje otoñal permite lograr una importante acumulación de materia seca de muy buena calidad, y capaz de ser diferida a los meses de invierno (Ayala y Carámbula, 1996b). Carámbula (2007) sostiene que, si bien el trébol blanco ofrece la mitad de su forraje en primavera, su entrega invierno-otoñal superó ampliamente la del verano.

2.3.6. Efecto del mejoramiento sobre la calidad del forraje

El contenido proteico del forraje varía, entre otras cosas, según el tipo de especie, la etapa de crecimiento, las partes de la planta, la fertilidad del suelo y las condiciones imperantes (Minson, citado por Ayala et al., 1996a). Las mayores variaciones en proteína se registran cuando se confrontan leguminosas y gramíneas, aspecto puesto de manifiesto cuando se compara la media anual del campo natural (10,1 %) con la de los mejoramientos extensivos (19,3 %).

Peñagaricano (1995), trabajando sobre suelos CONEAT 5.02 b y 5.4 de la zona del cristalino, demostró que el contenido de proteína del forraje producido en los dos suelos es igual, 11,8 %, variando entre 8,4 y 16,5 %. El porcentaje de proteína de los mejoramientos es superior al del campo natural, cuyo contenido proteico oscila entre 6,2 % en invierno y 11,7 % en primavera. En cuanto a la digestibilidad del forraje producido, Peñagaricano (1995) muestra que, a lo largo del año y para cada suelo, son similares (53,3 y 54,8 %), superando la digestibilidad del campo natural, que oscila entre un 39 % en estados de madurez y 55 % en estado vegetativo.

La calidad de una pastura donde se ha sembrado lotus en cobertura depende de la proporción de la leguminosa en la misma y de su estado fenológico. Olmos, citado por Olmos (2001), observó el cambio en la digestibilidad de la materia orgánica de la mezcla (campo natural más lotus) al incrementarse el nivel de fertilización fosfatada, y como consecuencia del incremento en la proporción de leguminosa en la pastura. Un efecto similar ocurrió con otros dos parámetros de calidad de la pastura estudiados. Al aumentar el nivel de fertilización se incrementa el contenido de proteína y también el contenido de fósforo del forraje (Olmos, citado por Olmos, 2001).

2.3.7. Efecto del mejoramiento sobre la producción animal

Rebuffo et al. (2006) evidencian una mejora global de los sistemas de producción, que no solo apunta a incrementar la productividad, sino también a un aumento en la calidad de los productos, sincronización y acortamiento de los ciclos productivos de recría y engorde, que se traduce en una mejora en el ingreso neto del predio. La tendencia en los valores de los parámetros de calidad de la pastura mejorada con lotus se mantendrá en la medida que la proporción del mismo sea importante; esto permitirá, por lo tanto, una mejor performance animal en condiciones de pastoreo (Minson, citado por Olmos, 2001).

Con el incremento en el contenido de nitrógeno del forraje consumido en una pastura de mejor calidad, no solo es mayor el consumo diario individual, sino que, a consecuencia de ello, la ganancia de peso vivo por día también es mayor (Humphreys, Siebert et al., citados por Olmos, 2001). Carámbula (2007) refuerza lo anterior, mencionando que existen numerosos trabajos que han demostrado que hasta un 10 % de leguminosas en la pastura permite aumentar un 50 % el consumo voluntario. Por otra parte, Risso et al. (1998) consideran que, con planteamientos sencillos, incorporando el manejo controlado del pastoreo, campo mejorado y categoría de animales eficientes, se permite una importante intensificación del engorde con altos niveles de producción de carne.

El aporte de forraje de calidad del mejoramiento, aún en condiciones críticas, complementado con la utilización ajustada del mismo y del campo natural, potencia a este componente, posibilitando el manejo de una dotación importante de categorías eficientes, con buen comportamiento individual. Esto permite terminar novillos de distintos tipos raciales con menos de tres años (Risso et al., 1996).

Ayala y Carámbula (1995) estudiaron el desempeño de novillos Hereford sobre campo nativo y su mejoramiento en la región Este. Fueron manejados a base de dos cargas (1,07 UG/ha y 1,22 UG/ha). Los resultados obtenidos mostraron una ganancia promedio anual de 0,70 kg/animal/día, sin diferencias significativas entre cargas, mientras que en el campo natural (testigo) se lograron desempeños significativamente menores, con ganancias de 0,28 kg/animal/día en promedio.

La inclusión de leguminosas en solo el 10 % del área de los predios de la zona del cristalino permite aumentar la productividad en un 20 % (de 69 a 99 kg/ha de carne equivalente). A la vez, los aumentos del ingreso neto, más que se duplican. Incrementar el área de leguminosas a 30 % —un objetivo

alcanzable en el mediano plazo— permitiría aumentar el producto a 161 kg/ha de carne equivalente. (Ferreira et al., citados por Rebuffo et al., 2006).

2.4. EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE

La oferta de forraje (OF) está definida como los kilos de materia seca cada cien kilos de peso vivo por día. Esta es una medida muy atractiva porque integra información no solo de la cantidad de pasto, sino también de la cantidad de kilos de peso vivo, que son la cantidad de la demanda de forraje del sistema (Maraschin et al., citados por Soca, 2014).

Cada vegetación tiene una producción potencial que va a determinar la capacidad de carga de ellas. Determinar la dotación adecuada a cada tipo de campo es la decisión de manejo más importante (Holechek et al., Heady et al., citados por Berretta, 1996).

El desempeño de cualquier comunidad vegetal está altamente influenciado por la frecuencia y severidad de defoliación, la estructura de la planta y el estado de desarrollo al momento de pastorear, factores que provocan influencia tanto a corto, como a largo plazo. A su vez, determinan los niveles de calidad y de cantidad que son capaces de alcanzar a lo largo del tiempo (Ayala y Bermúdez, 2005). Sobre esto, Boggiano (2014) menciona que la carga animal actúa a través del consumo definiendo la cantidad y la calidad de la biomasa removida y remanente presente en el campo. Tanto la carga como las características del forraje disponible actúan sobre el comportamiento ingestivo de los animales, condicionando su desempeño individual, modificando la frecuencia e intensidad de defoliación y, por lo tanto, el índice de área foliar de la pastura.

2.4.1. Efecto de la oferta de forraje sobre la producción primaria

Nabinger et al. (2007) mencionan que el pastoreo puede estimular o disminuir la producción de forraje, por lo cual resulta necesario identificar combinaciones entre intensidad y frecuencia de defoliación para que exista una adecuada productividad sin deteriorar las pasturas. Respecto al manejo del pastoreo, Altesor et al. (2005) mencionan que, al remover o impedir la acumulación de restos secos, aumenta la absorción de luz por parte del dosel y, por lo tanto, se logra aumentar la producción de materia seca de la pastura modificando condiciones microambientales que alteran la dinámica de los nutrientes y del agua.

A medida que los días de descanso se incrementan, el porcentaje de la radiación solar absorbida por el dosel del campo natural aumenta. Sin embargo,

la intensidad de pastoreo definida por las OF impone respuestas diferentes: a mayor intensidad de pastoreo (4 % OF), el índice de área foliar remanente es menor; la pastura se recupera más lentamente, no alcanzando los valores de intercepción que se logran con menores intensidades de pastoreo (OF 9% y 14 % PV). Visto de otra manera, si se considera que en los 20 días de descanso los tratamientos con menor intensidad (OF 9 % y 14 % PV) llegan a valores de absorción muy cercanos al máximo en el tratamiento de 4 % OF, esto no se logra. Esto indica que, a mayor intensidad de pastoreo, menos radiación es capturada por la pastura, más radiación se pierde y no va aportar para la fotosíntesis, limitando la producción de forraje (Boggiano, 2014).

La modificación de la OF en las distintas estaciones del año permite potencializar la producción de forraje. En el sur de Brasil, con OF de 8 % en primavera y 12 % durante el resto del año, con pastoreo continuo, se obtiene la máxima tasa de crecimiento: 15 kg/ha/día de MS, lo que lleva a obtener producciones de hasta 4402 kg/ha de MS. Los mínimos registros se encuentran con OF de 4 % a lo largo de todo el año, con tasas de crecimiento de 2 kg/ha/día de MS y producciones de forraje de 1726 kg/ha de MS (Reffatti et al. 2008, Mezzalira et al. 2012).

2.4.2. Efecto de la oferta de forraje sobre la estacionalidad de la producción

Altesor et al. (2005), estudiando el efecto del pastoreo, observaron que la clausura al mismo induce cambios importantes en la dinámica estacional de la productividad, incrementándose significativamente en el período otoño-invierno —precisamente el correspondiente al déficit forrajero—. A su vez, Boggiano et al. (2005) evidenciaron un aumento en la relación entre gramíneas invernales y gramíneas estivales cuando los manejos son más laxos, en invierno y en primavera temprana (80 días), y más frecuentes en verano (20/40 días), aunque en esta estación dependerá del régimen hídrico.

Soares et al. (2005) observaron el efecto de la oferta de forraje en las distintas estaciones del año. En la primavera se constató que la tasa de acumulación de forraje tuvo diferencias entre tratamientos, siendo el tratamiento de 16 % de oferta de forraje el que presentó menor tasa de acumulación de materia seca, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos de 8 % y 12 %. El valor medio de la TC fue de 10,3 kg/ha/día de materia seca. Setelich (1994), por su parte, también encontró un efecto significativo de la oferta de forraje en la TC de materia seca, y el valor promedio encontrado fue de 13 kg/ha/día. En verano, la TC promedio no tuvo diferencias significativas con la de la primavera. La mayor TC estival se verificó en las oferta de forraje más bajas, mientras que en invierno se dio el efecto inverso. La mayor producción en invierno con ofertas de forraje altas puede estar explicada por la

mayor participación de las especies invernales junto con las matas, según lo observado por Setelich (1994), y la posible protección que el estrato podría estar causando sobre las gramíneas estoloníferas de verano. En otoño, la TC tuvo un comportamiento intermedio; parece más sensible a las condiciones climáticas a ofertas de forraje bajas, acumulando más materia seca en primavera y en verano y menos en otoño e invierno, cuando se compara con ofertas de forraje mayores.

Do Carmo et al. (2013), trabajando con diferentes ofertas de forraje (alta oferta 8 % y baja oferta 6%) y con vacas de cría, hallaron que la oferta de forraje y la estación del año influyeron sobre la masa y altura del forraje, factores que afectaron la producción estacional, lo cual contribuyó a explicar el efecto de la oferta de forraje sobre la producción anual.

2.4.3. Efecto de la oferta de forraje sobre la producción animal

La determinación de la oferta de forraje necesaria para cada categoría que compone el stock y alcanzar un adecuado desempeño productivo contribuirán a la meta de una mejor productividad sustentable de los sistemas (Aviaga et al., 2019).

Boggiano (2014) reporta que, a ofertas por encima del 11 %, los incrementos en la ganancia animal se dan a menor ritmo, y llegan a disminuir con ofertas de forraje superiores al 14 %, dado que los gastos de cosecha por el proceso de búsqueda para mantener una dieta de calidad se incrementan. Esta reducción en el desempeño individual, sumado a la menor carga animal determina la reducción de la producción por superficie. Por otra parte, resaltó que el ajuste de la carga permitió duplicar la producción animal, ajustando la defoliación a los ritmos de crecimiento de la pastura natural, promoviendo una mayor producción de forraje.

Nabinger (1998), por su parte, comparó la producción primaria y secundaria del campo natural bajo distintas OF (4, 8, 12 y 16 %). Las reducciones en la presión del pastoreo (OF mayores) obtuvieron un incremento en la producción primaria, cuyos valores fueron 2015, 3488, 3723 y 3393 kg/ha de MS para 4, 8, 12 y 16 %, respectivamente. Las diferentes ofertas de forraje aseguraron ganancias de 78, 132, 145 y 116,5 kg/ha de PV, lo cual se asemeja a la tendencia de la producción primaria.

Con el manejo de las mismas OF %, Fonseca do Amaral et al. (2008) mostraron que los mejores desempeños animales se registraron con OF de 8 % en primavera y 12 % en el resto del año, manteniendo ganancias de 0,346 kg/animal/día promedio anual; muy superiores a las que se manejaron

con OF 4 %, que mantuvieron ganancias de 0,036 kg/animal/día como promedio anual.

Do Carmo et al. (2013) encontraron que vacas de cría manejadas con 8 % de oferta de forraje no tuvieron cambios en la condición corporal, y se mantuvieron por encima de 4. Sin embargo, aquellas que fueron sometidas a oferta de forraje de 6 % se mantuvieron con condición por encima de 4 en primavera de 2008. En cambio, en verano, al momento del entore, y en primavera de 2009, resultó por debajo de 4.

2.5. HIPÓTESIS

Niveles crecientes de intervención determinarán aumentos de carga asociados a una mayor producción primaria.

A su vez, esta mayor producción primaria asociada a una mayor calidad de la pastura determinará un incremento en la ganancia individual. Por lo tanto, niveles crecientes de intervención de pasturas naturales determinarán una mayor producción secundaria por superficie.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES GENERALES DEL EXPERIMENTO

3.1.1. Localización y período de evaluación

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, ubicada en el kilómetro 363 de la ruta General Artigas No. 3, del departamento de Paysandú, Uruguay (32 ° 20' 9'' latitud Sur y 58 ° longitud Oeste, 61 ms. n. m.) en un sector del potrero 18. El período evaluado estuvo comprendido entre el 8 de julio y el 15 de diciembre del 2017. Este fue dividido en seis períodos, quedando conformado por: período 1 (8/7 al 9/8), período 2 (9/8 al 2/9), período 3 (2/9 al 13/10), período 4 (13/10 al 4/11), período 5 (4/11 al 27/11) y período 6 (27/11 al 15/12).

3.1.2. Información meteorológica

Para realizar la caracterización climática se utilizó información meteorológica de la estación automática de la EEMAC para el período evaluado. Se tomó la serie histórica 2002-2014 de dicha estación. Con la información recabada se procedió a realizar el balance hídrico, para el cual se tuvo en cuenta una capacidad de almacenaje de agua por parte de suelos CONEAT 11.3 de 86 mm (Molfino, 2009).

3.1.3. Descripción del sitio experimental

3.1.3.1. Suelos

Los suelos del área experimental pertenecen a la Unidad de Suelos San Manuel. Conforme a la clasificación de suelos del Uruguay, pueden ser caracterizados como Brunosoles éutricos típicos, encontrándose Solonetz como suelo asociado (Altamirano et al., 1976) desarrollados sobre formación Fray Bentos, según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, citado por Bossi et al. (1975). El relieve es de pendientes moderadas y lomadas suaves (Durán, 1985).

3.1.3.2. Vegetación

La vegetación dominante está conformada por un estrato alto dominado por especies arbustivas de monte de parque, característico de zonas cercanas al río Uruguay; *Acacia caven* Molina (espinillo) aparece como dominante y *Prosopis affinis* como especie asociada. En el estrato medio aparecen los renuevos de *Acacia caven* mencionada anteriormente y otras especies subarbustivas clasificadas como malezas de campo sucio, como: *Baccharis*

coridifolia, *B. punctulata* DC, *B. trimera*, *Eupatorium buniiflorum* y *Eryngium horridum*, entre otras. En conjunto con estas especies hay 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*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Setaria geniculata* y *Paspalum plicatulum* como estivales; y *Bromus auleticus*, *Piptochaetium stipoides*, *Stipa megapotamica*, *S. setigera* como invernales. Como leguminosas asociadas se destacan *Medicago lupulina*, *Desmodium incanum*, *Adesmia bicolor* y *Trifolium polymorphum* (Larratea y Souto, 2013).

3.1.3.3. Antecedentes de pastoreo

Según Zanoniani (2009), el área del experimento cuenta, en su mayoría, con una historia de más de 20 años de cría vacuna, correspondiendo a un “campo virgen”, según sugiere la presencia de especies que así lo caracterizan, como *Bromus auleticus* Trinus, *Dorstenia brasiliensis* Lamarck (Rosengurtt, 1979) y *Geranium albicans* St. Hill.

3.1.3.4. Animales experimentales

El experimento se llevó a cabo con novillos Holando de uno a dos años, con un peso promedio al inicio de 244 kg, con un máximo de 310 kg y un mínimo de 213 kg. Los animales fueron asignados al azar en cada uno de los tratamientos, manteniendo el procedimiento sanitario.

3.1.3.5. Tratamientos y diseño experimental

En el experimento se evaluaron distintos niveles de intervención en el campo natural: 1- Sin intervención (CN); 2- Introducción de leguminosas en torno a 8 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. E116 y 6 kg/ha de *Lotus tenuis* cv. El Matrero + 40 kg/ha de 7-(40/40)-0 (CNM); 3- Fertilización nitrogenada con 60 kg/ha/año de N, la mitad a fines de invierno y principios de primavera, y la otra mitad en otoño (60N) + 40 kg de P₂O₅; 4- Fertilización nitrogenada con 120 kg/ha/año en dosis divididas al igual que el tratamiento 3: (120N) + 40 kg de P₂O₅ en otoño.

Para los tratamientos nitrogenados se utilizó una fuente amoniacal bajo la forma de UREA granulada como fertilizante (46-0-0). La primera aplicación se llevó a cabo en el mes de mayo de 2017 y la segunda en setiembre; cada una con 30 kg/ha de N y 60 kg/ha de N, para los tratamientos fertilizados con 60 y 120 kg/ha de N, respectivamente. Estos tratamientos recibieron 100 kg/ha de 7-(40/40)-0 + 4 % S.

Cabe aclarar que se realizó control sobre malezas con 1,5l/ha de 2,4 DB y 350 cc de flumetsulam.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones. Fueron ubicados según la topografía y tipo de suelo. Los bloques 1, 2, 3 y 4 fueron subdivididos, asignando al azar cada uno de los tratamientos. El tamaño promedio de las parcelas CN, CNM, 60N y 120N fueron de 0,72, 0,71, 0,26 y 0,26 ha respectivamente, lo que totaliza un área de 7,86 ha.

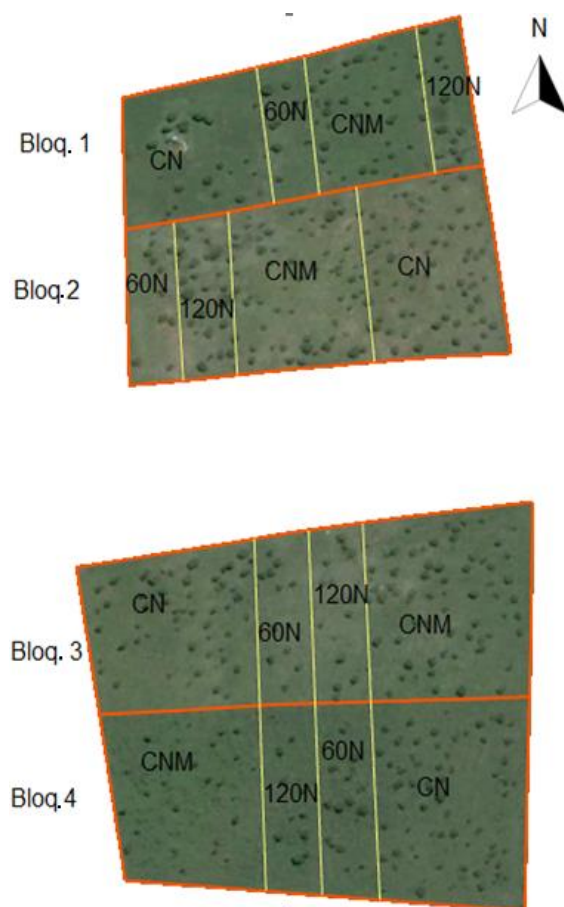


Figura No. 1. Croquis del área experimental

3.1.3.6. Manejo del pastoreo

Se aplicó pastoreo rotativo de carga variable (Mott y Lucas, 1952). En el primer ciclo se involucraron los períodos 1, 2 y 3 (invierno), 15 días de ocupación en la parcela y 45 días de descanso, lo que totalizó un ciclo de pastoreo de 60 días para la totalidad de los bloques. El segundo ciclo, en el que se involucran los períodos 4, 5 y 6 (primavera), se hicieron 10 días de

ocupación y 30 días de descanso, totalizando 40 días del ciclo de pastoreo. Se fijó una OF % objetivo de 6-8 % para invierno y 10-12 % para primavera.

Para el ajuste de la OF % se utilizaron animales fijos “testers” y animales “volantes”, con el fin de lograr las OF % objetivo en cada período de ocupación de la parcela, según el método put-and-take. Este método se realizó con la finalidad de que las comparaciones entre tratamientos sean válidas, ya que así se logran intensidades de pastoreo uniformes (Blaser et al., Mott y Lucas, citados por Maraschin, 1993).

El número de animales asignados a cada tratamiento se calculó en función al tamaño de la parcela, y se agregaron los animales “volante” para acompañar el aumento gradual de la producción de forraje.

3.1.4. Determinaciones en la pastura

3.1.4.1. Estimación de la materia seca presente

Para la estimación de materia seca se aplicó el método de doble muestreo por escala visual (Haydock y Shaw, 1975). Las mediciones se realizaron al momento previo de entrar a la parcela (disponible), y una vez retirados los animales de parcela, se procedió a medir el remanente.

El método de estimación de materia seca presente utilizado permite la estimación visual de muchas muestras (cuadros 0,11 m²), asignando a cada muestra un valor relativo (del 1 al 5) con respecto a una escala de referencia.

Previo al muestreo se recorrieron las áreas asignadas para hacer el relevamiento y poder identificar las zonas representativas y asignar los valores de las muestras a tomar. Una vez recorrida el área se procedió de la siguiente manera: se le asignó el valor 1 a un cuadro de menor biomasa (que fuera un sitio repetible en el potrero) y se dejó señalado en el campo. El 5 es el cuadro que presenta mayor cantidad de forraje. Luego se procedió a asignar el valor 3, que presenta un valor de forraje intermedio entre 1 y 5 ya marcados. Por último, se asignó el valor 2 a la cantidad intermedia entre 1 y 3 y el valor 4 entre 3 y 5. El número de muestras para la estimación visual fueron 30 para las parcelas menores y 60 para las parcelas de mayor superficie.

Para calibrar el método se utilizaron entre 10 y 15 muestras. Se tomaron 15 muestras para los tratamientos CN y CNM, siendo 3 repeticiones para cada valor de escala. Para los tratamientos nitrogenados (60N y 120N) se realizaron 10 muestras (dos repeticiones de cada escala) por ser áreas más pequeñas respecto a los demás tratamientos. Una vez definida la escala, se tomaron cinco mediciones de altura en centímetros por cada una, tomando

como referencia la máxima altura de la hoja verde que hace contacto con la regla. Cabe aclarar que se manejaron distintas escalas para la disponible y remanente.

Para estimar el promedio de altura y su dispersión se registraron 50 mediciones de altura en los tratamientos nitrogenados y 100 en las parcelas de CN y CNM.

Una vez que las muestras fueron obtenidas, fueron llevadas al laboratorio para pesarlas en fresco y en seco; luego de ser secadas en estufas de aire forzado a 60 °C durante 48-72 horas para asegurar que mantengan un peso constante.

Posteriormente se ajustaron ecuaciones de regresión con los valores de kg/ha de MS, tanto por escala visual como por altura, y se seleccionó el de mayor coeficiente de determinación de las funciones (R^2).

3.1.4.2. Estimación de la producción de materia seca

La producción neta de materia seca (PMS) corresponde a la materia seca producida durante cada ciclo de pastoreo. Las producciones se obtuvieron como la sumatoria de lo producido en cada período de descanso (diferencia entre los kg/ha de materia seca presente al inicio del pastoreo y los kg/ha de materia seca remanente del pastoreo anterior de la misma parcela) y la cantidad producida en los días de ocupación (tasa de crecimiento/día*cantidad de días).

3.1.4.3. Estimación de la tasa de crecimiento diario de forraje

Para estimar la tasa de crecimiento diaria de forraje (TC), se le restó a la materia seca presente en el momento antes del pastoreo el remanente del pastoreo del ciclo anterior, y se dividió entre la cantidad de días de descanso.

3.1.4.4. Materia seca disponible

La materia seca disponible (disp.) fue estimada a través de la materia seca presente sumando la cantidad producida durante el pastoreo ($TC \times \text{días de pastoreo}$).

3.1.4.5. Materia seca remanente

La cantidad de materia seca remanente (rem.) se estimó como la cantidad de materia seca al finalizar el pastoreo.

3.1.4.6. Materia seca desaparecida

La materia seca desaparecida (des.) fue calculada como la diferencia entre la materia seca disponible al momento de ingreso de los animales a pastorear y la materia seca remanente luego de culminar el pastoreo.

3.1.5. Determinación de la composición botánica

El método Botanal (Tothill et al., 1992) permite la estimación de la contribución porcentual al forraje presente de especies y/o grupos de especies previamente establecidos. Se propone la descripción a nivel de fracciones dominantes que se agrupan por características de ciclo de producción, tipo productivo, tipo vegetativo y hábito de vida. Para este trabajo se definieron siete grupos y fracciones: 1- Gramíneas anuales invernales tiernos-finos (GAI T/F); 2- Gramíneas perennes-invernales tiernos-finos (GPI T/F); 3- Gramíneas perennes estivales tiernos-finos (GPE T/F); 4- Gramíneas perennes estivales ordinarias-duras (GPE O/D); 5- Hierbas enanas/malezas menores (HE/MM); 6- Restos secos (RS); 7- Leguminosas (leg.). Para calcular la contribución de materia seca de cada grupo de especies se utilizó el ranking propuesto por Tothill (1978).

3.1.5.1. Estimación de los kg/ha de materia seca disponible verde y remanente verde

Para estimar los kg/ha de MS verde se restó a los kg/ha de materia seca total, los kg/ha de MS de los restos secos.

3.1.6. Determinaciones en producción secundaria

3.1.6.1. Peso vivo

La determinación del peso vivo (PV) de los animales se realizó cada 30 días en los períodos 1, 2 y 3 (correspondientes al invierno), y cada 20 días en los períodos 4, 5 y 6 (correspondientes a la primavera); con 12 horas de ayuno (peso destarado) para minimizar el error que resulta de las variaciones por llenado diferencial del tracto digestivo.

3.1.6.2. Carga total

Para la determinación de la carga total (CT) se tomaron los pesos de los novillos asignados a cada tratamiento y se lo dividió entre el área correspondiente.

3.1.6.3. Ganancia animal

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

3.1.6.4. Ganancia por hectárea

Para el cálculo de la ganancia de PV por hectárea (kg/ha) se procedió a extrapolar la ganancia media de los animales "tester" al número total de animales presentes en cada tratamiento para cada uno de los períodos, para luego dividir entre la cantidad de hectáreas. Para el período total se procedió a sumar las ganancias obtenidas en cada período.

3.1.6.5. Oferta de forraje

La oferta de forraje (OF %) se define como la cantidad de materia seca cada 100 kg de peso vivo animal. A partir de los kg de materia seca disponible, el período de ocupación de las parcelas y la oferta objetivo, se estimó la cantidad de kg de peso vivo necesarios para lograr las ofertas objetivo y se ajustó la carga con animales que se mantuvieran fijos (tester) y otros volante que ingresaron conformemente fue aumentando la disponibilidad de forraje.

3.2. MODELO ESTADÍSTICO

Para el cálculo del disponible, disponible verde, remanente, remanente verde, materia seca desaparecida, materia seca promedio, oferta de forraje y tasa de crecimiento se consideró un modelo lineal considerando el tratamiento y el período y su interacción. Se realizó el análisis de varianza (P valor < 0,05) de estas variables considerando todos los períodos. La comparación de medias se realizó utilizando el test de Tukey con una probabilidad del 5 %.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon(a) + \beta_j + P_k + (\tau_i * P_k) + \varepsilon(b)$$

Donde: Y_{ij} es la variable de interés; μ es la media general; τ_i es el efecto del i-ésimo tratamiento; $\varepsilon(a)$ interacción bloque*tratamiento; β_j es el efecto del j-ésimo bloque; P_k efecto del k-ésimo período; $(\tau_i * P_k)$ efecto de la interacción. $\varepsilon(b)$ es el error residual a la observación Y_{ij} .

Hipótesis estadística

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

Ha: al menos una de las medias de los tratamientos o períodos es diferente.

Para el análisis de ganancia media diaria de los animales se utilizó un modelo mixto, considerando el tratamiento, el período y su interacción como efectos fijos y el animal como efecto aleatorio. Se realizó el análisis de varianza (P valor $< 0,05$) de estas variables. La comparación de medias se realizó utilizando el test de Tukey con una probabilidad del 5 %.

$$\text{GMD} = \text{tratamiento} + \text{período} + \text{tratamiento} \times \text{período} + (1/\text{caravana})$$

Donde: GMD = ganancia media diaria

Para determinar las variables de la pastura que afectan la ganancia media diaria de los animales se realizó un análisis multivariado, a partir de árboles de regresión.

El modelo considerado fue:

$$\text{GMD} = \text{PVI} + \text{edad i.} + \text{disp.} + \text{disp. v.} + \text{rem.} + \text{rem. v.} + \text{des.} + \text{MS prom.} + \text{TC} + \text{OF \%} + \text{alt. d.} + \text{desv. alt. disp.} + \text{alt. rem.} + \text{desv. alt. rem.}$$

Donde: GMD es la ganancia media diaria (kg/animal/día); PVI es el peso vivo inicial de cada animal; edad i. es la edad inicial de cada animal; disp. es la materia seca disponible; disp. v. es el forraje disponible verde; rem. es la materia seca remanente; rem. v. es la materia seca remanente verde; des. es la materia seca desaparecida en cada período de pastoreo; MS prom. es la materia seca promedio en cada período de pastoreo; TC es la tasa de crecimiento de cada tratamiento; OF % es la oferta de forraje; alt. d. es la altura del disponible; desv. alt. disp. es el desvío de la altura del disponible; alt. rem. es la altura del remanente; desv. alt. rem. es el desvío de la altura remanente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

4.1.1. Temperatura y precipitaciones

Con respecto al registro entre los años 2002 y 2016, las temperaturas registradas en el año 2017 —durante el período en el que transcurrió el ensayo— fueron levemente superiores en los meses de junio a septiembre (entre 1 y 2 °C); en octubre y noviembre se lograron igualar, mientras que en diciembre se vuelve a presentar una ligera subida de 1°C.

Al comparar las precipitaciones, se observa que, para el año en estudio, se registraron 23 % más de precipitaciones con respecto al promedio de los años 2002-2016. Las mayores precipitaciones se presentaron en los meses de febrero, mayo, agosto y setiembre del año en estudio. Se destaca que, en el mes de junio, las precipitaciones fueron casi nulas para el año 2017: 20 mm. Fue en el mes de febrero donde se dieron las mayores diferencias: se registraron más del doble de precipitaciones que el promedio.

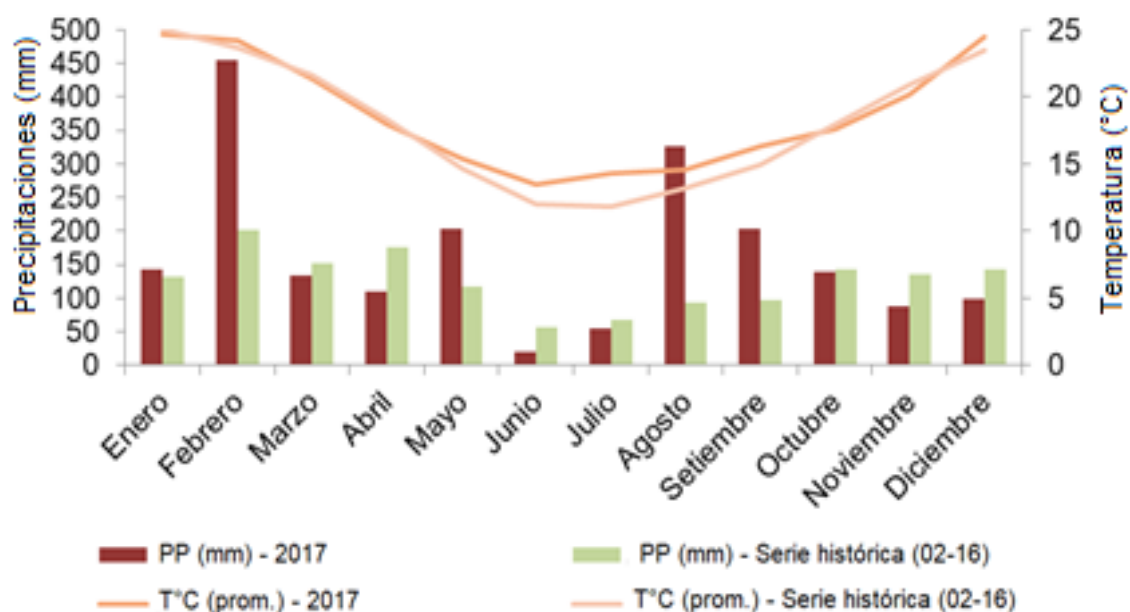


Figura No. 2. Registro mensual de precipitaciones y temperatura media del año 2017, y promedio de la serie histórica 2002-2016

4.1.2. Balance hídrico

Se realizó un balance hídrico Thornthwaite-Mather (Pereira, 2005) para el período en estudio; se utilizaron las precipitaciones, la evapotranspiración, el índice del cultivo y la capacidad de almacenaje de agua del suelo (CAAD) del sitio experimental.

Mediante el registro de precipitaciones y evapotranspiración potencial se calculó el balance hídrico desde el 1 de mayo hasta el 31 de diciembre de 2017. A través de estos se calculó el almacenaje de agua en el suelo (alm.) y la evapotranspiración real (ETR), teniendo en cuenta que en los suelos CONEAT 11.3 el agua potencialmente disponible neta es de 86 mm (Molfino, 2009). De esta forma se calcularon los períodos de saturación y déficit hídricos. Se tomó como punto de referencia el 40 % del agua potencialmente disponible neta (APDN), debido a que por debajo de este porcentaje se dificulta la absorción de agua por parte de las plantas (García Petillo, 2012).

En la Figura No. 3 se puede observar el balance hídrico del suelo para el período comprendido entre mayo y diciembre, y su relación con la ETP y las precipitaciones. El estudio comienza el 15 de mayo ya que es la primera fecha del invierno donde el suelo logra llegar a su capacidad de campo (86 mm). Se evaluaron los registros cada 15 días, obteniendo períodos quincenales.

Para todos los meses se observa un balance hídrico positivo, con la excepción de diciembre, en el cual se registró un déficit de agua en el suelo. Esto se debió a que a partir de la primera quincena de noviembre la ETR comenzó a ser superior al valor de las precipitaciones; esto hizo que el almacenamiento de agua en el suelo fuera descendiendo progresivamente y se llegara a un déficit de agua en la primera quincena de diciembre. Por otra parte, en la segunda quincena de noviembre, el almacenaje de agua en el suelo comenzó a ser inferior al 40 %.

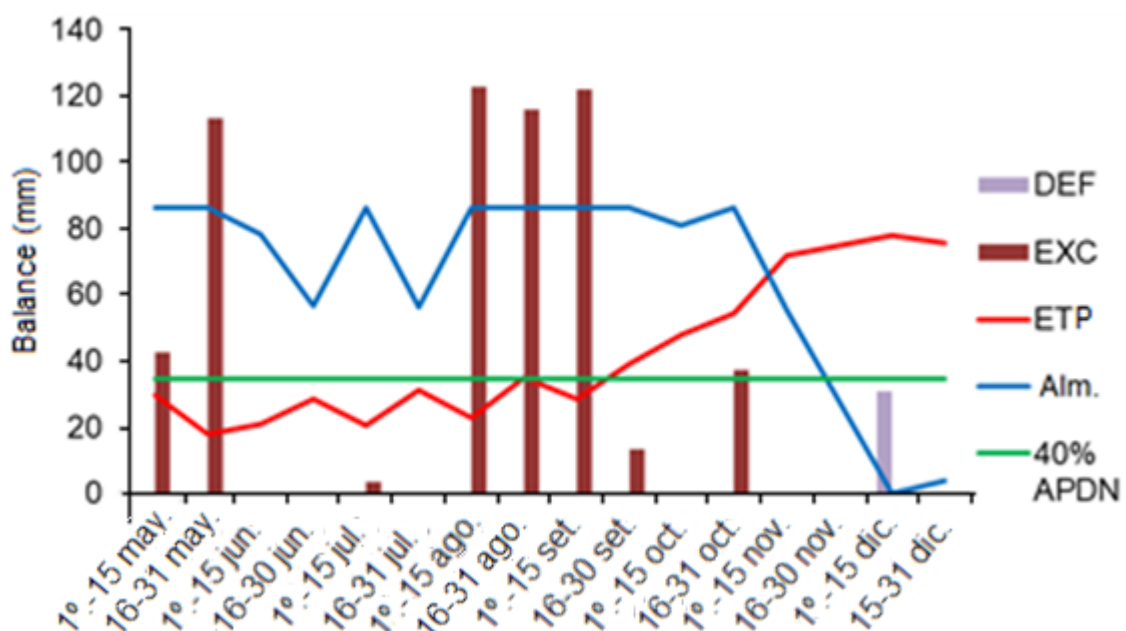


Figura No. 3. Balance hídrico, ETP y precipitaciones entre mayo y diciembre de 2017

Se puede concluir que, para el período de estudio, el suelo logra estar, en el 50 % del tiempo, en su capacidad de campo, presentando períodos de déficit hídrico.

4.2. PRODUCCIÓN PRIMARIA

La materia seca disponible fue significativamente diferente entre períodos, pero no así entre tratamientos y su interacción (Cuadro No. 1). Lo mismo ocurrió para la materia seca disponible verde, la remanente, la remanente verde y la MS promedio, que mantuvieron las diferencias significativas solo por período. Con respecto a la materia seca desaparecida, esta fue significativamente diferente entre tratamientos y período, pero no para su interacción. En relación a la PMS, esta presentó diferencias significativas solo para tratamiento, pero no para período y su interacción. Por último, en la TC existió una interacción tratamiento*período significativamente diferente.

Cuadro No. 1. P-valor del efecto tratamiento, período y su interacción (tratamiento*período) sobre la materia seca disponible, disponible verde, remanente, remanente verde, desaparecida, materia seca promedio, oferta de forraje (%), producción neta de materia seca y tasa de crecimiento diaria de forraje

	Tratamiento	Período	Tratamiento*período
Disp.	0.1957	<0.0001	0.4548
Disp. v.	0.5531	<0.0001	0.9291
Rem.	0.8028	0.0092	0.9922
Rem. v.	0.1307	<0.0001	0.2416
Des.	0.0499	0.0359	0.4461
MS prom.	0.6327	0.0004	0.8854
OF %	<0.0001	0.0167	0.8502
PMS	0.0205	Ns	Ns
TC	0.0532	<0.001	0.0122

La materia seca disponible y la MS disponible verde (Cuadro No. 2) fueron significativamente diferentes entre períodos: llegaron a alcanzar diferencias de 1581 y 1530 kgMS/ha respectivamente.

Cuadro No. 2. Efecto del período sobre las medias de forraje disponible y disponible verde (MSkg/ha)

	1	2	3	4	5	6	P-valor
Disp.	2730 ^{ab}	2142 ^c	2833 ^b	2802 ^{bc}	3723 ^a	3470 ^{ab}	<0,0001
Disp. v.	2414 ^{bc}	1932 ^c	2681 ^{bc}	2721 ^{bc}	3462 ^a	2944 ^b	<0,0001

Medias con letra distinta son significativamente diferentes entre períodos (p<0,05).

El incremento en la temperatura, las horas de luz y el agua (que no fue limitante casi hasta el final del período) explican el progresivo aumento en el forraje disponible hasta el período 5. En el período 6 ocurre un leve descenso: en este momento el agua fue limitante, encontrándose por debajo del 40 % del agua disponible, dificultando la absorción por parte de las plantas. En base a esto Anslow y Green, Guillet et al., citados por Azanza et al. (2004), mencionan que el crecimiento estacional de las pasturas está definido por la temperatura y radiación, siendo la temperatura la determinante de la tasa de crecimiento.

A su vez, Olmos (1997) menciona que en invierno, por lo general, el suelo se encuentra húmedo, pero la temperatura media es muy baja y las heladas son frecuentes. En cambio, las especies invernales no son frecuentes, por lo tanto, la producción de forraje desciende notoriamente. Con respecto a la primavera, Olmos, citado por Olmos (1997), menciona que al comienzo de la

estación existe buena disponibilidad de agua en el suelo y la temperatura está en aumento; es en este momento que registran las máximas tasas de crecimiento.

El disponible verde se mantuvo entre un 85 y un 97 % respecto al disponible total, valores más elevados en comparación a los obtenidos por Olmos (1992), que estuvieron en torno al 40 %. Esta diferencia puede deberse a la alta presencia de especies invernales presentes en el experimento y las temperaturas por encima del promedio. Esto repercute en menor senescencia del forraje disponible existente, principalmente de las especies estivales, y una mayor tasa de crecimiento. El máximo de disponible verde (97 %) se da en el período 4, momento en el que se da el salto en la tasa de crecimiento (Cuadro No. 7), principalmente en los tratamientos CN y CNM. En cambio, el valor mínimo (85 %) se da en el período 6; aparentemente, la temperatura media estaría jugando un papel preponderante, al ser más elevada que en el resto de los períodos, que en conjunto con un déficit hídrico, provoca un incremento en la cantidad de restos secos.

El forraje remanente, el remanente verde y la MS prom. (Cuadro No. 3) tuvieron diferencias significativas, y mantuvieron similar comportamiento al disponible y al disponible verde, incrementándose en un principio hasta el período 5 y luego descendiendo.

Cuadro No. 3. Efecto del período sobre la media de forraje remanente, remanente verde y materia seca promedio (MSkg/ha)

	1	2	3	4	5	6	P-valor
Rem.	1867 ^b	1602 ^b	2190 ^b	2365 ^{ab}	2951 ^a	2312 ^{ab}	<0,0001
Rem. v.	1323 ^d	974 ^{cd}	1908 ^{bc}	2157 ^b	2165 ^a	997 ^{cd}	<0,0001
MS prom.	2299 ^{bc}	1872 ^c	2512 ^{bc}	2583 ^{abc}	3337 ^a	2891 ^{ab}	<0,0001

Medias con letra distinta son significativamente diferentes entre períodos ($p < 0,05$).

Asociado al forraje disponible se encuentra el forraje remanente, y se comporta de manera similar. En ningún caso llega a valores por debajo de entre 1006 y 1444 reportados por Boggiano (2014), que hace referencia a que, en cuanto a mayor remanente postpastoreo, el área foliar remanente también será mayor. Por lo tanto, cuanto mayor sea el área foliar remanente, más rápido llegará al máximo de intercepción de luz (máximo de producción acumulable), frente a las áreas más intensamente defoliadas que deben reponer sus estructuras para luego recuperar la tasa de acumulación de forraje.

La diferencia entre el remanente verde y el remanente fue mayor a la obtenida entre el disponible verde y el disponible para todos los períodos, lo que

es resultado de la expresión de la selectividad animal, que consumen preferentemente el material verde frente a los restos secos, determinando el aumento en la contribución por parte de estos en el remanente.

La MS promedio obtenida mantiene el comportamiento del forraje disponible y el forraje remanente. Con estos resultados obtenidos, la tasa de ingestión de forraje se maximiza; Da Trindade et al. (2019) demuestran que esta se logra con forrajes por encima de 1300 kg/ha de MS u ocho centímetros de altura. Asimismo, también menciona que cuanto mayor es la cantidad de forraje ofrecida, el animal aumenta la selectividad, e incrementa así la calidad de la dieta ingerida; esto repercute en el aumento del intervalo entre bocados, pero estos son de mayor masa. Por lo tanto, cuanto mayor sea la cantidad de forraje, mayor es el potencial de los animales para expresar sus preferencias, lo que resulta en una dieta de mayor calidad.

El forraje desaparecido (Cuadro No. 4) presentó diferencias significativas entre períodos en p-valor, pero no con un test de Tukey al 5%, resultando en promedio unos 1075kg/ha de MS.

Cuadro No. 4. Efecto del período sobre la media de forraje desaparecido (MSkg/ha)

	1	2	3	4	5	6	P-valor
Des.	1420	869	952	723	1303	1540	0,0359

Medias con letra distinta son significativamente diferentes entre períodos ($p < 0,05$).

Al igual que los forrajes disponible y remanente, el forraje desaparecido mantuvo la misma tendencia, presentando valores de hasta 100 % superiores en los dos últimos períodos con respecto a los primeros. Esto pudo deberse al ajuste de carga para acompañar el crecimiento de la pastura natural y lograr mantener la OF %.

En el caso del efecto tratamiento para las medias de forraje, el desaparecido (Cuadro No. 5) sí presentó diferencias significativas.

Cuadro No. 5. Medias de forraje desaparecido (MSkg/ha) para cada tratamiento en el total del experimento

	CN	CNM	60N	120N	P-valor
Des.	788 ^b	964 ^{ab}	1346 ^a	1244 ^{ab}	0,0499

Medias con letra distinta son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

El forraje desaparecido presentó similares respuestas a la PNMS (Cuadro No. 6). Las diferencias en el efecto tratamiento, mencionadas

anteriormente, pudieron deberse al acompañamiento de una mayor producción de forraje y al ajuste del manejo de la OF %, la cual fue menor para los tratamientos nitrogenados (Cuadro No. 10), lo que permite el aumento del desaparecido.

La PMS fue diferente entre tratamientos (Cuadro No. 6). Esta fue superior en un 49 % en los tratamientos nitrogenados (60N y 120N) respecto al testigo y en un 25 % en CNM respecto al testigo.

Cuadro No. 6. Medias de producción de materia seca (MSkg/ha) para cada tratamiento en el total del período del experimento

	CN	CNM	60N	120N	P-valor
PMS	3753 ^b	4718 ^{ab}	5593 ^a	5462 ^a	0,0205

Medias con letra distinta son significativamente diferentes entre periodos ($p < 0,05$).

Las PMS de los diferentes tratamientos son superiores a los reportados por Boggiano (2003), quien obtuvo como resultado producciones de entre 4.000 y 6.000 kg/ha/año de MS para campos sobre sedimentos arenosos del cretácico, obteniendo distribuciones de 17 % para invierno y 22 % para primavera.

La superioridad de los tratamientos nitrogenados respecto al testigo se asemeja, en porcentaje, a los obtenidos por Berretta (2005a), quien encontró que, con aplicaciones de 90 kg N/ha/año y 44 kg P₂O₅/ha/año, se incrementa la producción de materia seca, que se estabiliza en un 60 % superior con respecto al campo sin N+P. Según Berretta, citado por Larratea y Souto (2013), la eficiencia de producción de MS/kg de nutriente aumenta progresivamente desde el primer al tercer año de fertilización, concluyendo que es un proceso lento. Por otro lado, Luberriaga y Robuschi (2019), evaluando la composición botánica en el mismo lugar y tiempo del trabajo experimental que se está presentando, determinaron que en los tratamientos fertilizados con nitrógeno y fósforo, estos contaban con una presencia importante de gramíneas anuales invernales del tipo productivo tierno/fino, resaltando su eficiencia en el uso del nitrógeno, que se traduce en mayor PNMS.

El CNM mantuvo resultados intermedios entre los nitrogenados y el testigo. La causa puede referirse a la mala implantación por parte de la leguminosa, según Gallinal et al. (2016). Esto repercutió en una baja contribución, tanto por parte de las leguminosas en el total de MS (4 % del total), como en el aporte de N al sistema.

Cuadro No. 7. Efecto de la interacción tratamiento*período para la tasa de crecimiento diaria (kg/ha/día)

	1	2	3	4	5	6
CN	38,27 ^{abc}	9,27 ^c	10,56 ^c	26,51 ^{bc}	41,89 ^{abc}	32,91 ^{abc}
CNM	37,07 ^{abc}	17,43 ^{bc}	13,26 ^c	24,16 ^{bc}	72,64 ^a	35,21 ^{abc}
60N	50,57 ^{ab}	24,28 ^{bc}	34,53 ^{bc}	25,36 ^{bc}	38,69 ^{abc}	46,21 ^{abc}
120N	43,52 ^{abc}	33,43 ^{bc}	36,33 ^{bc}	24,96 ^{bc}	27,74 ^{bc}	43,21 ^{abc}

Medias con letra distinta son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

En general se pueden observar altas TC para todos los períodos. Se destaca en los primeros períodos la superioridad a los reportados por Duhalde y Silveira (2018), quienes obtuvieron TC entre 9 y 15 kg MS/ha/día en invierno. Parte de la razón radica en que las temperaturas estuvieron por encima del promedio al período evaluado. Los períodos 5 y 6, sí se asemejan a las TC manejadas por Duhalde y Silveira (2018), que fueron entre 20 y 43 kg MS/ha/día en primavera.

Los tratamientos nitrogenados (60N y 120N) en los primeros períodos (1, 2 y 3) mantuvieron una TC superior en comparación al CN y CNM, logrando estabilizarla durante el período evaluado. Por otro lado, se destacó la TC en el período 5 por parte de tratamiento CNM, que se puede atribuir al incremento en la producción por parte de la leguminosa.

Cuadro No. 8. Contribución promedio en la materia seca disponible de componentes botánicos, según tratamiento en el total del período (MSkg/ha)

MSkg/ha	CN	CNM	60N	120N	P-valor
GAI T/F	405 ab B	681 ab B	1443 a A	1559 a A	<0,0001
GPI T/F	828 a	931 a	596 b	792 b	ns
GPE T/F	822 a A	771 a AB	561 b AB	343 bc B	0,0207
GPE O/D	191 b A	159 bc AB	118 b AB	29 c B	0,0175
HE/MM	98 b AB	148 bc A	55 b B	62 c B	0,0007
RS	209 b	226 bc	186 b	241 bc	ns
Leg.	5,2 b B	109 c A	2 b B	2 c B	<0,0001
P-valor	0,0018	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

Medias con letra distinta son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Minúsculas comparan entre grupos de especies en un mismo tratamiento y mayúscula entre tratamiento.

Cuadro No. 9. Contribución promedio en el disponible de componentes botánicos, según tratamiento en el total del período, en el porcentaje (%)

%	CN	CNM	60N	120N	P-valor
GAI T/F	14 b D	22 b C	46 a B	49 a A	<0,0001
GPI T/F	33 a A	30 a B	20 b D	26 b C	<0,0001
GPE T/F	30 a A	24 b B	19 b C	11 c D	<0,0001
GPE O/D	8 c A	5 cd AB	4 cd B	1 e C	<0,0001
HE/MM	4 cd B	5 cd A	2 cd C	2 de C	<0,0001
RS	9 bc A	8 c AB	5 c B	7 cd AB	0,025
Leg.	0,2d B	4 cde A	0 d B	0 e B	<0,0001
P-valor	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

Medias con letra distinta son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Minúsculas comparan entre grupos de especies en un mismo tratamiento y mayúscula entre tratamiento.

La contribución específica de cada grupo de especies expresada, tanto en kg/ha de MS como en porcentaje (%), fue significativa dentro de todos los tratamientos (Cuadros No. 7 y No. 8).

Considerando las diferencias expresadas en kg/ha de MS, se observó que para CN las mayores contribuciones fueron, por una parte, del grupo GPI T/F, el cual está compuesto por *Bromus auleticus*, *Piptochaetium bicolor*, *P. montevidiense*, *P. stipoides* y *Stipa setigera* y, por otra parte, del grupo GPE T/F, representado por *Axonopus affinis*, *Paspalum dilatatum* y *P. notatum*. Las GAI T/F, representadas principalmente por *Lolium multiflorum*, presentaron un aporte intermedio. En tanto, el resto de los grupos, donde se incluyen las GPE O/D, HE/MM, RS y leguminosas, presentaron la menor contribución.

El CNM registró diferencias entre grupos, con un orden similar al del CN, registrando la mayor contribución de parte de los grupos GPI T/F y GPE T/F, seguidos por las GAI T/F, con un aporte intermedio. El resto de los grupos, incluidas las leguminosas (*Lotus tenuis*, *Medicago lupulina* y *Trifolium pratense*) tuvieron una contribución baja. Por otro lado, en el tratamiento 60N, la mayor contribución la registró el grupo GAI T/F, seguido por GPI T/F y GPE T/F. Para el tratamiento 120N, las especies que más aportaron fueron las GAI T/F.

Al comparar la contribución utilizando porcentajes (%) de cada grupo de especies entre tratamientos, se observó un mayor número de diferencias. El aporte relativo de las GAI T/F fue mayor en 120N, seguido por 60N, en tercer lugar CNM y, finalmente, el testigo. Las GPI T/F fueron en el sentido casi opuesto al de las anteriores, siendo su mayor contribución relativa en el CN, al que le siguieron CNM, 120N y 60N, en ese orden. Las GPE T/F tuvieron una mayor presencia relativa en CN, siguiendo luego su aporte en el orden de

menor a mayor intervención: CNM, 60N y 120N. El grupo GPE O/D siguió igual tendencia que las GPE T/F. Las HE/MM tuvieron una contribución relativa superior en CNM, intermedia en CN y menor en los tratamientos nitrogenados. Los RS fueron relativamente mayores en el testigo, su aporte fue intermedio en CNM y 120N, y el más bajo en 60N. Por último, las leguminosas manifestaron una contribución superior en CNM en relación al resto de los tratamientos.

4.3. PRODUCCIÓN SECUNDARIA

La OF % y la CT mostraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, pero solo la OF % mostró diferencias entre períodos. Con respecto a la GMD, esta no presentó diferencias tanto entre tratamientos como en los diferentes períodos, pero sí lo hizo en los tratamientos por período.

Cuadro No. 10. P-valor del efecto tratamiento, período y su interacción (tratamiento*período) sobre la oferta de forraje (%), carga total y ganancia media diaria

	Tratamiento	Período	Tratamiento*período
OF %	0,0001	0,017	ns
CT	0,0005	ns	ns
GMD	ns	ns	0,004

A continuación se resumen los efectos de los tratamientos sobre las variables que más se relacionan con la producción secundaria.

Cuadro No. 11. Efecto del tratamiento en la oferta de forraje, carga total y ganancia media diaria

	CN	CNM	60N	120N
OF (%)	14,05 ^a	14,75 ^a	9,55 ^b	9,20 ^b
CT (kg/ha)	421 ^a	451 ^a	888 ^b	889 ^b
GMD (kg/animal/día)	0,653	0,809	0,854	0,972

Medias con letra distinta son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Los tratamientos nitrogenados fueron los que tuvieron mayores GMD y CT, sin existir diferencias significativas entre ellos. El CNM tuvo una superioridad de 23,9 % con respecto al testigo. Esto es debido a que la producción de materia seca fue un 25,7 % superior; aunque no existieron diferencias significativas, esto pudo haber modificado la capacidad de carga. Los tratamientos 60N y 120N fueron los que tuvieron cargas más altas

determinando menores ofertas de forraje. Estos tratamientos, como era de esperarse, resultaron en mayor producción de las gramíneas anuales invernales (principalmente *Lolium multiflorum*), por ende, mayores GMD.

En cuanto a la GMD, todos los tratamientos presentaron valores mayores de ganancias que el testigo, sin diferenciarse estadísticamente. Esta diferencia se podría explicar a través de una mejora en la calidad de la pastura consumida y a la MS producida. Experimentos realizados por Bemhaja (1994) muestran que tanto el agregado de N como la introducción de leguminosas mejoran la calidad de la pastura, ya que la frecuencia de especies invernales aumenta con ambos tipos de mejoramientos, ofreciendo, de esta forma, una dieta con menor contenido de fibra y mayor de PC. Cabe destacar que los tratamientos nitrogenados soportan una carga total que supera a los tratamientos de CN y CNM en casi el doble, manteniendo las GMD.

Cuadro No. 12. Efecto del tratamiento en la ganancia diaria a través de los períodos en donde se constata el peso de los animales

	1	2	3	4	5	6
CN	0,26 ^{bcdef}	0,18 ^{def}	1,51 ^{abc}	1,30 ^{abcde}	0,44 ^{bcdef}	0,22 ^{bcdef}
CNM	-0,08 ^{def}	0,63 ^{bcdef}	1,70 ^{ab}	1,32 ^{abcde}	1,46 ^{abc}	-0,17 ^{ef}
60N	0,45 ^{bcdef}	0,73 ^{abcdef}	1,37 ^{abcde}	1,50 ^{abcde}	0,52 ^{abcdef}	0,57 ^{abcdef}
120N	0,40 ^{bcdef}	0,90 ^{abcdef}	1,61 ^{abcd}	1,64 ^{abc}	0,83 ^{abcdef}	0,22 ^{bcdef}

Medias con letra distinta son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Las mayores GMD se observan en los meses de primavera en todos los tratamientos. Esto se debe a que en esta estación se dan las mayores tasas de crecimiento de las pasturas, por lo que aumenta tanto su cantidad como su calidad. Con respecto a los meses de invierno, se observa una pérdida de peso en el tratamiento CNM. En cuanto a los demás tratamientos, estos mostraron valores de GMD positivos. Con respecto a los dos últimos períodos, se nota una disminución en las GMD, debido, en parte, a que se produjo un déficit hídrico que trajo aparejado una disminución en la calidad y cantidad de forraje disponible, que, acompañado de un aumento en la carga animal, produjo una caída en la OF %. Sin embargo, en el período 5, el tratamiento de CNM logró mantener las GMD elevadas gracias a la contribución por parte del componente leguminosa.

Cuadro No. 13. Evolución de la oferta de forraje en los diferentes períodos

	1	2	3	4	5	6
OF%	13,28 ^a	10,89 ^{ab}	13,73 ^a	11,15 ^{ab}	11,99 ^{ab}	6,83 ^b

Medias con letra distinta son significativamente diferente ($p < 0,05$).

No hubo diferencias en las ofertas de forraje (OF %) de los períodos 1 al 5. Las diferencias significativas se observan en los períodos 1 y 3 con respecto al período 6, el cual corresponde a los meses de noviembre y diciembre. En este período se observa una clara disminución, lo que se debe a que en esos meses se produjo un aumento de la carga animal y un déficit hídrico que influyó la producción de forraje.

Cuadro No. 14. Ganancia total de peso para cada uno de los tratamientos

	CN	CNM	60N	120N
kg/ha	115	148	272	330

Sin análisis estadístico por falta de repetición de observaciones.

Como se puede observar, existe una diferencia en la producción secundaria de CN y CNM respecto a los tratamientos nitrogenados. Si bien no se pudo realizar el análisis estadístico, queda ilustrada la gran diferencia, que se da principalmente por la carga que mantuvieron los tratamientos nitrogenados y su capacidad de mantener la GMD.

Cuadro No. 15. Ganancia total para cada período

	CN	CNM	60N	120N
1	8	-2	26	23
2	4	15	35	43
3	62	70	112	132
4	34	34	58	79
5	11	36	47	51
6	-3	-5	-6	2

Sin análisis estadístico por falta de repetición de observaciones.

A través del cuadro se pretende ilustrar la ganancia total para cada período, donde quedan mostrados los momentos donde se obtuvieron las mayores ganancias totales en kg/ha para cada tratamiento; se observa una marcada superioridad en la producción en kg/ha en el tratamiento 3. Esto pudo deberse a que en este período es donde se registraron las mayores ofertas de forraje y las mayores alturas del disponible, haciendo que disminuya el intervalo entre bocados, pero estos son de mayor masa, más pesados, haciendo que aumente el consumo. Según Carámbula (1991), la tasa de digestibilidad de la

materia seca de las pasturas muestra un pico en invierno y comienza a decaer lentamente en primavera, pero se compensa con el aumento en la producción.

Árbol de regresión donde se buscó analizar todos los animales independientemente del tratamiento y ver cuáles son las variables de la pastura que explicaron la GMD.

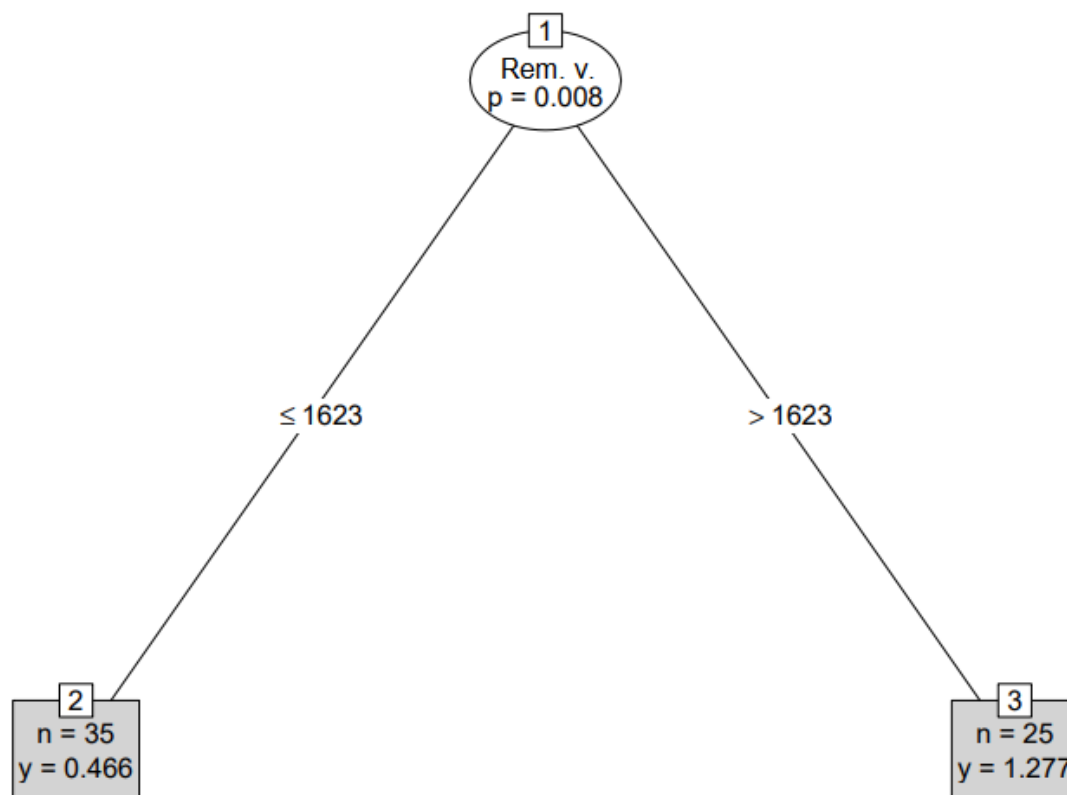


Figura No. 4. Árbol de regresión

El árbol de regresión muestra la tendencia que, cuando se mantuvo el remanente verde por encima de 1623 kg/ha de MS verde, los animales experimentaron las mayores GMD, y las más bajas cuando los valores de remanente verde estaban por debajo del mencionado.

4.4. CONSIDERACIONES FINALES

Debido a la mala implantación que tuvieron las leguminosas y a su baja presencia en el potrero en estudio, no permitió diferenciarse tanto en la PMS, como en la carga y la GMD con respecto al campo natural.

No hubo diferencias en PMS entre los tratamientos fertilizados y mejorados, pero sí logró diferenciarse en OF % y CT, lo cual repercutió en una mayor producción por hectárea (kg/ha).

A través de la fertilización nitrogenada se logró un impacto productivo que se vio reflejado en mayores ganancias de peso vivo por animal.

Existe un efecto residual del nitrógeno de las fertilizaciones anteriores, obteniéndose como consecuencia un aumento de *Lolium multiflorum*.

5. CONCLUSIONES

Incremento en la intensificación produjeron aumentos en la producción de forraje. La fertilización nitrogenada permitió aumentar la producción de forraje, no siendo así en el caso del mejoramiento con leguminosa respecto al campo natural.

Como resultado de la intensificación fue posible aumentar la carga en kg/ha de PV manteniendo la ganancia animal (GMD) respecto al testigo.

Los niveles de intensificación no presentaron diferencias en ganancia individual (GMD).

6. RESUMEN

El experimento se realizó en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, ubicada en el km 363 de la ruta General Artigas No. 3, departamento de Paysandú, Uruguay, en un área del potrero 18. El período de evaluación del experimento fue desde principios de invierno (11/7/2017) a fines de primavera (15/12/2017), dividiéndose en seis ciclos de pastoreo, desde el 11/7/2017 al 9/8/2017, 9/8/2017 al 2/9/2017, 2/9/2017 al 13/10/2017, 13/10/2017 al 4/11/2017, 4/11/2017 al 27/11/2017 y 27/11/2017 al 15/12/2017. El objetivo del presente trabajo es evaluar la respuesta en invierno-primavera de una pastura natural sometida a niveles crecientes de intervención, con leguminosa + fósforo y nitrógeno + fósforo, bajo pastoreo rotativo con ofertas de forraje controladas, en: producción de forraje y la producción de peso vivo. El diseño experimental fue en bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones, evaluando dos niveles de nitrógeno, 60 y 120 kg/ha de N, CNM y CN como testigo. Los animales utilizados fueron novillos de la raza Holando. Las variables medidas fueron: forraje disponible (disp.), forraje disponible verde (disp. v.), forraje remanente (rem.), forraje remanente verde (rem. v.), forraje desaparecido (des.), materia seca promedio (MS prom.), producción neta de materia seca (PNMS), tasa de crecimiento (TC), oferta de forraje (OF %), carga total (CT), ganancia media diaria (GMD), ganancia total para cada uno de los tratamientos y ganancia total para cada período. Los resultados muestran que hubo un efecto significativo en el forraje disponible para el período en estudio. A medida que aumentaba la temperatura, las horas de luz y el agua (que no fue limitante hasta casi el último período) se observó un incremento progresivo. Esto se da hasta el período 5, en que termina descendiendo debido a la presencia del déficit hídrico. El forraje disponible verde demostró una tendencia similar incrementando hasta el período 4, momento en que se dan las máximas tasas de crecimiento y se observan las menores diferencias entre el disponible y el disponible verde. Luego desciende por el déficit hídrico. Asociado al forraje disponible se encuentra el forraje remanente, que mostró la misma tendencia. Según los valores obtenidos, en todos los períodos estuvieron por encima del óptimo para una rápida recuperación. La diferencia entre el remanente y el remanente verde fue mayor al obtenido entre el disponible y el disponible verde para todos los períodos, lo que es resultado de la expresión de la selectividad animal, que consumen preferentemente el material verde frente a los restos secos, determinando el aumento en la contribución por parte de estos en el remanente. La materia seca promedio obtenida mantiene el comportamiento del disponible y el remanente; con los resultados manejados, la tasa de ingestión de forraje se maximiza. El forraje desaparecido tuvo diferencias entre períodos y tratamiento. Esto pudo deberse al ajuste de carga para acompañar el crecimiento de la pastura natural y lograr mantener la OF %. La PNMS fue diferente entre

tratamientos. Esta fue superior en un 49 % en los tratamientos nitrogenados (60N y 120N) respecto al testigo, y en un 25 % en CNM respecto al testigo. En cuanto a la TC, la interacción tratamiento*período se diferenció significativamente; en general, se observaron altas TC para todos los períodos. Parte de la razón radica en que las temperaturas estuvieron por encima del promedio. En invierno, la TC de los tratamientos nitrogenados mostraron una superioridad a los demás debido al efecto del nitrógeno en el forraje, lo que logró mantenerla estable durante todo el período evaluado. En cuanto a la composición botánica, las gramíneas perennes invernales tierno-finas (GPI T/F) fueron las que tuvieron mayor contribución en CN y CNM, mientras que el agregado de nitrógeno resultó en un aumento de las especies gramíneas anuales invernales tierno-finas (GAI T/F). En cuanto a la producción secundaria, los tratamientos nitrogenados fueron los que tuvieron mayores GMD y CT, sin existir diferencias significativas entre ellos. Los tratamientos 60N y 120N fueron los que tuvieron cargas más altas, debido a las bajas ofertas de forraje. Estos tratamientos, como era de esperarse, resultaron en una mayor producción de forraje, y, por ende, mayores GMD. En cuanto a la GMD, todos los tratamientos presentaron mayores ganancias que el testigo, y se obtuvieron las mayores en primavera en todos los tratamientos. Esto está dado tanto a la cantidad como la calidad del forraje producido. En cuanto a los dos últimos períodos, se observó una disminución de las GMD, provocado por un factor climático. En la OF % se observaron diferencias significativas en los períodos 1 y 3 con respecto al último período, provocado por un aumento en la carga animal, acompañado de un déficit hídrico que influenció la producción de forraje. Con lo que respecta a la ganancia total en kg/ha, se observa una superioridad en los tratamientos nitrogenados respecto a los sin fertilizar. Esto es debido a la carga que mantuvieron dichos tratamientos y a su capacidad para mantener las GMD. A su vez, se observa una marcada superioridad en producción de kg/ha en el período 3, explicada por las mayores tasas de crecimiento que se manifestaron en esas fechas.

Palabras clave: Pastura natural; Leguminosa; Nitrógeno; Pastoreo rotativo; Forraje; Peso vivo.

7. SUMMARY

The experiment was done at the Mario A. Cassinoni Experimental Station (EEMAC) of the Agronomy Faculty, located at Km. 363 of the General Artigas Route Nr. 3, Department of Paysandú, Uruguay, in an area of pasture 18. The evaluation period of the experiment was from the beginning of the winter (11/7/2017) to the end of the spring (12/15/2017), divided into six cycles of grazing: from 7/11/2017 to 8/9/2017, 8/9/2017 to 2/9/2017, 2/9/2017 to 10/13/2017, 10/13/2013 to 4/11 / 2017, 11/4/2017 to 11/27/2017 and 11/27/2017 to 12/15/2017. The objective of this research is to evaluate the winter-spring response of a natural pasture subjected to increasing levels of intervention, with legume + phosphorus and nitrogen + phosphorus, under rotational grazing with controlled forage offers, in forage production and production of live weight. The experimental design was in complete random blocks (BCA) with four replications, evaluating two nitrogen levels: 60 and 120 kg / ha of N, CNM and CN as control. The animals that were used were steers of the Holando breed. The variables measured were: available forage (disp.), available green forage (disp. v.), remaining forage (rem.), remaining green forage (rem. v.), disappeared forage (des.), average dry matter (MS prom.), net production of dry matter (PNMS), growth rate (TC), forage supply (OF %), total load (CT), average daily profit (GMD), total profit for each of the treatments and total profit for each period. The results showed that there was a significant effect on the available forage for the period under study. The temperature increase, the hours of light and the water (which was not limiting until almost the last period) determined its progressive increase up to period 5, in which it ends later declining due to the presence of water deficit. The available green forage showed a similar trend increasing until period 4; at this time the maximum growth rates occurred, causing the smallest differences between available forage and available green forage, and then declined due to the water deficit. Associated with the available forage, there is the remaining forage, which showed the same trend. In the obtained values, in all periods they were above the optimum for a fast recovery. The difference between remaining forage and remaining green forage was greater than the one obtained between available and available green forage for all periods, which is a result of the expression of animal selectivity, which preferably consumes the green material against dry residues, determining the increase in their contribution to remaining forage. The obtained average dry matter maintains the behavior of the available forage and the remaining forage. With the results managed, the forage ingestion rate is maximized. Disappeared forage had differences between periods and treatment. This could be due to the adjustment of load to accompany the growth of the natural pasture and the managing to maintain the forage supply. The net production of dry matter was different between treatments. This was 49 % higher in the nitrogenous treatments (60N and 120N) compared to the control, and 25 % in CNM

compared to the control. Regarding total load, the treatment*period interaction differed significantly; in general, high total load was observed for all periods. Part of the reason was that the temperatures were above average. In winter, the total load of the nitrogenous treatments showed superiority to the others, because of the effect of nitrogen on the forage, managing to keep it stable throughout the period evaluated. Regarding the botanical composition, the tender-fine winter perennial grasses (GPI T/F) were the ones that had the greatest contribution in CN and CNM, while the addition of nitrogen resulted in an increase in the annual tender-fine winter grass species (GAI T/F). Regarding secondary production, nitrogenous treatments were those with the highest GMD and CT, without significant differences between them. The 60N and 120N treatments were the ones with the highest loads given because of the low forage offers. These treatments, as expected, resulted in higher forage production and, therefore, higher average daily profit. As for it, all the treatments presented higher gains than the control, obtaining the highest in spring in all the treatments. This is due to both the quantity and the quality of the forage produced. Regarding the last two periods, a decrease in the average daily profit caused by a climatic factor was observed. In forage supply, significant differences were noted in periods 1 and 3 compared to the last period, caused by an increase in animal load, accompanied by a water deficit that influenced forage production. Regarding the total gain in kg/ha, a superiority is observed in nitrogenous treatments compared to those without fertilization. This is due to the burden that these treatments maintained and their ability to maintain the average daily profit. Besides, there is a marked superiority in production of kg/ha in period 3, explained by the higher growth rates that were manifested at that time.

Key words: Natural pasture; Legume; Nitrogen; Rotational grazing; Forrage; Live weight.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
2. Altesor, A.; Piñeiro, G.; Lezama, F.; Rodríguez, C.; Leoni, E.; Baeza, S.; Paruelo, J. M. 2005. El efecto del pastoreo sobre la estructura y el funcionamiento de las praderas naturales uruguayas; ¿qué sabemos y cómo podemos usar el conocimiento para manejarlas mejor? In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 21-32 (Serie Técnica no. 151).
3. Aviaga, R.; Pereira, M.; Duarte, E. 2019. De pasto a carne: manejo del pasto y el ganado, tomando decisiones con información objetiva. Revista del Plan Agropecuario. no. 170:48-50.
4. Ayala, W.; Carámbula, M. 1994. Nitrógeno en campo natural. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Serie Técnica no. 51).
5. _____.; _____. 1995. Evaluación productiva de mejoramientos extensivos sobre suelos de lomadas en la región Este. In: Ayala, W.; Carámbula, M.; Scaglia, G. eds. Mejoramientos extensivos: manejo y utilización. Montevideo, INIA. pp. 26-35 (Actividades de Difusión no. 75).
6. _____.; Bermúdez, R.; Carámbula, M. 1996a. Manejo y utilización de mejoramientos extensivos. In: Jornada Anual de Producción Animal (1996, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 69-88 (Actividades de Difusión no. 110).
7. _____.; Carámbula, M. 1996b. Mejoramientos extensivos en la región Este; manejo y utilización. In: Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Tacuarembó, INIA. pp. 177-182 (Serie Técnica no. 80).
8. _____.; Bermúdez, R. 2005. Estrategias de manejo en campos naturales sobre suelos de lomadas en la región Este. In:

Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 41-50 (Serie Técnica no. 151).

9. _____.; _____.; Carámbula, M. 2012. Manejo y utilización de mejoramientos extensivos. In: Berretta, E. J.; Morón, A.; Risso, D. F. eds. 21 años de investigación: recopilación 1991-2011 pasturas, producción animal. Montevideo, INIA. pp. 70-89.
10. Azanza, A.; Panissa, R. J.; Rodríguez d'Avila, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 78 p.
11. Bemhaja, M. 1994. Fertilización nitrogenada en sistemas ganaderos. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 46-56 (Serie Técnica no. 51).
12. _____. 1998a. Mejoramiento de campo en basalto profundo. Evaluación de leguminosas: géneros, especies y variedades. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Serie Técnica no. 102).
13. _____. 1998b. Mejoramiento de campo: fertilización fosfatada. In: Seminario de Actualización de las Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 75-82 (Serie Técnica no.102).
14. _____.; Berretta, E.; Brito, G. 1998c. 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., 1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 119-122 (Serie Técnica no. 94).
15. Bermúdez, R.; Ayala, W. 2005. Producción de forraje de un campo natural de la zona de lomadas del este. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta

y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 33-40 (Serie Técnica no. 151).

16. Berretta, E.; Levratto, J. C. 1990. 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.
17. _____.; Do Nascimento, D. 1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal español-portugués. Montevideo, Uruguay, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 126 p. (Diálogo no. 32).
18. _____. 1996. Campo natural: valor nutritivo y manejo. In: Risso, D. F.; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 113-127 (Serie Técnica no. 80).
19. _____. 1998a. Efecto del pastoreo y de la introducción de especies en la evolución de la composición botánica de pasturas naturales. In: Seminario de Actualización de Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 91-97 (Serie Técnica no. 102).
20. _____.; Risso, D. F.; Levratto, J. C.; Zamit, W. S. 1998b. Mejoramiento de campo natural de basalto fertilizado con nitrógeno y fósforo. In: Seminario de Actualización de las Tecnologías para Basalto (1998, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 73-84 (Serie Técnica no.102).
21. _____. 2005a. Algunas consideraciones sobre el pastoreo racional Voisin. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 115-123 (Serie Técnica no. 151).
22. _____. 2005b. Producción y manejo de la defoliación en campos naturales de basalto. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 61-73 (Serie Técnica no. 151).
23. Boggiano, P.; Maraschin, G.; Nabinger, C.; Riboldi, J.; Cadenazzi, M. 2000. Efeito da adubação nitrogenada e oferta de forragem sobre a carga animal, produção e utilização da matéria seca numa

pastagem nativa do Rio Grande do Sul. *In*: Reunión Anual de la Sociedad Brasileira de Zootecnia (37^a, 2000, Viçosa). Trabalhos apresentados. Viçosa, s.e. s.p.

24. _____. 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 feb. 2020. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/UPCT/Diagn%F3sticoManejoIntegradoPasturas.pdf>
25. _____.; Berretta, E.; Cadenazzi, M.; Nöell, S. 2004. Respuesta poblacional de *Poa lanigera* (Nees) a la fertilización del campo natural de basalto. Grupo campo. *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. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 264- 265.
26. _____.; Zanoniani, R.; Millot, J. 2005. Respuestas del campo natural a manejos con niveles crecientes de intervención. *In*: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 105- 113 (Serie Técnica no. 151).
27. _____. 2014. Producción de pasturas. *In*: Curso de Producción Animal Sostenible en Pastoreo sobre Campo Natural (2014, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, MGAP. pp. 52- 67.
28. 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, Uruguay, Geoeditores. Esc. 1:1.000.000.
29. Burgos de Anda, A. 1974. Efecto de la fertilización mineral NP en la producción de forraje de campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 83 p.

30. Carámbula, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
31. _____. 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).
32. _____. 1996a. Mejoramientos extensivos: fundamentos. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 241-245 (Serie Técnica no. 80).
33. _____. 1996b. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
34. _____.; 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 (14^a., 1998, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 45-48 (Serie Técnica no. 94).
35. _____. 2007. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
36. _____. 2008. Pasturas naturales mejoradas. 2^a. ed. Montevideo, Hemisferio Sur. 530 p.
37. Carriquiry, E. 1992. Evaluación de leguminosas para mejoramientos extensivos. 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. 25-38.
38. Da Trindade, J.; Bonnet, O.; B. de David, D.; Wallau, M.; M. Genro, T. 2019. Comportamento ingestivo e seleção de dietas. In: Carvalho, P. C. de F.; Wallau, M. O.; Bremm, C.; Bonnet, O.; Trindade, J. K. da; Rosa, F. Q. da; Freitas, T. S. de; Moojen, F. G. eds. Nativão: 30 anos de pesquisa em campo nativo. Porto Alegre, RS. Universidade General de Rio Grande so Sul. pp. 42-46.

39. Do Carmo, M.; Espasandín, A.; Bentancor, D.; Olmos, F.; Cal, V.; Scarlato, S.; Carriquiry, M.; Soca, P. 2013. Cambios en la oferta de forraje y su efecto sobre la productividad primaria y secundaria de sistemas criadores con diversos grupos genéticos bajo pastoreo de campo natural. In: Soca, P.; Espasandín, A.; Carriquiry, M. eds. Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad y sostenibilidad de la cría vacuna en campo natural. Montevideo, INIA. pp. 43-54 (FPTA no. 48).
40. Duhalde, M.; Silveira, M. 2018. Efecto de la fertilización nitrogenada y mejoramiento de campo natural sobre la productividad invierno primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 176 p.
41. Durán, A. 1985. Factores y procesos de la formación del suelo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 143 p.
42. Fonseca do Amaral, M.; Mezzalana, J.; Silveira, M.; Cardoso, P.; Kunrath, T.; Cardoso, R.; Simon, L.; de Faccio Carvalho, P. 2008. Influência da manipulação estacional da oferta de forragem na produção animal em pastagem natural do sul do Brasil. In: Reunión de Grupo Técnico en Forrajeras de Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campos (22^a., 2008, Minas). Trabajos presentados. Minas, s.e. pp. 191-192.
43. Gallinal, J.; García Pintos, F.; García Pintos, R. 2016. Respuesta a los niveles de intervención de un campo natural sobre la producción primaria y secundaria. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 114 p.
44. García Petillo, M. 2012. Conceptos básicos para el manejo y diseño de riego. In: Seminario Internacional de Riego en Cultivos y Pasturas (2^o., 2012, Salto, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Grupo Desarrollo de Riego. pp. 23-32.
45. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. Measurement of continuously grazed pastures. In: Cayley, J. W. D.; Bird, P. R. eds. Techniques for measuring pastures. Victoria, Australia, s.e. pp. 13-20.

46. Hoglund, O. K.; Miller, H. W.; Hafenrichter, A. L. 1952. Application of fertilizers to aid conservation on annual forage range. *Journal of Range Management*. 5 (2):55-61.
47. Jaurena, M.; Formoso, D.; Gómez, R.; Rebuffo, M. 2013. Campo natural: patrimonio del país y fundamento de la estabilidad productiva de la ganadería. *Revista INIA* no. 32:31-35.
48. Larratea, F.; Soutto, J. P. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la productividad invierno primaveral de un campo natural del litoral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 141 p.
49. Lemaire, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. *In*: Simposio Internacional Sobre Produção Animal em Pastejo (1997, Brasil). Trabalhos apresentados. Viçosa, MG, BR, Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. pp. 116-141.
50. Luberriaga, J.; Robuschi, M. 2019. Respuesta a la intervención de un campo natural sobre la producción primaria y composición botánica. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 72 p.
51. Maraschin, E. G. 1993. Experiências de avaliação de pastagens com bovinos de corte no Brasil. *In*: Puignau, J. P. ed. Metodología de evaluación de pasturas. Montevideo, Uruguay, IICA. pp. 127-146.
52. Mas, C. 1992. Mejoramientos extensivos: antecedentes. *In*: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E. eds. Mejoramientos extensivos en la región Este: resultados experimentales 1991-1992. Montevideo, INIA. pp. 1-11 (Actividades de Difusión no. 75).
53. Mezzalana, J.; de Faccio Carvalho, P.; Kuhn, J.; Bremm, C.; Fonseca, L.; Fonseca, M.; Vizzotto, M. 2012. Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. *Ciencia Rural* (Santa María). 42 (7):1264-1270.
54. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2015. Censo agropecuario 2015. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 29

mar. 2019. Disponible en
<http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-anuario2015,O,es,0>,

55. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, FUCREA. 199 p.
56. Molfino, J. 2009. Estimación del agua disponible en los grupos CONEAT; metodología empleada. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado feb. 2020. Disponible en http://www.cebra.com.uy/renare/wp-content/files_mf/1341437011estimaciondelaguadisponibleenlosgruposconeat.pdf
57. Montossi.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Berretta, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica. Montevideo, Uruguay, INIA. 84 p. (Serie Técnica no. 113).
58. 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.
59. Nabinger, C. 1998. Princípios de manejo e produtividade de pastagens. In: Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos de Corte (3^a, 1998, Canoas, RS, Brasil). Ênfase, manejo e utilização sustentável de pastagens: anais. Canoas, Brasil, s.e. pp. 54-107.
60. _____.; 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.
61. Olmos, F. 1992. Aportes para el manejo de campo natural: efecto de la carga animal y el período de descanso en la producción y evolución de un campo natural de Caraguatá (Tacuarembó). Montevideo, INIA. 40 p. (Serie Técnica no. 20).
62. _____. 1997. Efectos climáticos sobre la productividad de pasturas en la región Noreste. Montevideo, INIA. 22 p. (Boletín de Divulgación no. 64).

63. _____. 2001. Mejoramiento de pasturas con lotus en la región Noreste. Montevideo, INIA. 48 p. (Serie Técnica no. 124).
64. Peirano, M.; Rodríguez, A. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 105 p.
65. Peñagaricano, J. 1995. Producción de Lotus Rincón sobre suelos de cristalino. *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. 36-40.
66. Pereira, A. R. 2005. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite Mather. *Bragantia*. 64(2):311-313.
67. Rebuffo, M.; Bemhaja, M.; Risso, D. 2006. Utilization of forage legumes in pastoral systems: state of art in Uruguay. (en línea). Lotus Newsletter. 36(1):22-33. Consultado feb. 2020. Disponible en <http://www.inia.org.uy/sitios/lnl/vol36/rebuffo.pdf>
68. Reffatti, M.; Mezzalira, J.; Silva, C.; Devicenzi, T.; Schmidt, F.; Adami, P.; Carvalho, P. 2008. Produção de forragem em função da manipulação estacional da oferta de forragem em pastagem natural do sul do Brasil. *In*: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur, Grupo Campos (22^a, 2008, Minas). Innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad. Minas, s.e. p. 211.
69. Risso, D. F.; Pittaluga, O.; Berretta, E. 1996. Recría y engorde de terneros y novillos en campo natural y mejorado de Basalto. (en línea). *In*: Jornada Unidad Experimental Glencoe (1996, Paysandú). Producción ganadera en basalto. Montevideo, INIA. pp. 1-8 (Actividades de Difusión no. 108). Consultado mar. 2020. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9531/1/SAD108cap12p1-8.pdf>
70. _____.; _____.; _____.; Zamit, W.; Levratto, J.; Carracelas, G.; Pigurina G. 1998. Intensificación del engorde en la región basáltica: I) Integración de campo natural y mejorado para la producción de novillos jóvenes. *In*: Seminario de Actualización en

Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 153-163 (Serie Técnica no. 102).

71. _____.; Berretta, E.; Zarza, A.; Cuadro, R. 2002. Productividad, composición y persistencia de dos mejoramientos de campo para engorde de novillos en la región de Cristalino. In: Risso, D.; Montossi, F. eds. Mejoramientos de campo en la región de Cristalino: fertilización, producción de carne de calidad y persistencia productiva. Montevideo, INIA. pp. 3-30 (Serie Técnica no. 129).
72. Rodríguez, R.; Rodríguez, T.; Andión, J.; Vergnes, P. 2008. Fertilización de campo natural; respuesta en producción de forraje. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur, Bioma Campos (22^a, 2008, Minas). Innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad: memorias. Montevideo, Uruguay, INIA. p. 175.
73. Rosengurtt, B. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Universidad de la República. División Publicaciones y Ediciones. 86 p.
74. Sevrini, M.; Zanoniani, M. 2010. Efectos de la fertilización nitrogenada y la intensidad de pastoreo sobre los componentes de la producción de forraje de *Bromus auleticus* Trinius en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 98 p.
75. Setelich, E. 1994. Potencial produtivo de uma pastagem natural do Rio Grande do Sul, submetida a distintas ofertas de forragem. Teses Master em Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Facultad de Agronomia. 169 p.
76. Silveira, D.; Hernández, J.; Cadenazzi, M.; del Pino, A.; Zanoniani, R.; Boggiano, P. 2015. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la composición química de *Lotus tenuis* y *Trifolium repens*. (en línea). Agrociencia (Uruguay). 19 (2):49-58. Consultado 6 nov. 2020. Disponible en <http://agrocienciauruguay.uy/ojs/index.php/agrociencia/article/view/301/256>

77. 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.
78. Soca, P. 2014. Aportes del campo natural a las mejoras del resultado y sostenibilidad de la cría vacuna en Uruguay. In: Curso de Producción Animal Sostenible en Pastoreo sobre Campo Natural (2014, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, MGAP. pp. 74-83.
79. Tothill, J. C. 1978. Measuring botanical composition of grasslands. In: Mannetje, L. t ' ed. Measurements of grassland vegetation and animal production. Hurley, Commonwealth Bureau of Pastures and field Crops. pp. 22-55 (Bulletin no. 52).
80. _____; Hargreaves, J. N. G.; Jones, R. N.; McDonald, C. K. 1992. Botanal: measuring the botanical composition of grazed pastures. St. Lucia, Brisbane, Queensland, Australia, CSIRO. Division of Tropical Crops and Pastures. 24 p.
81. Zanoniani, R. 2009. Efecto de la oferta de forraje y la fertilización nitrogenada sobre la productividad otoño invernal de un campo natural del litoral. Tesis Maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.