

Fertilización o reemplazo de especies. Revisión bibliográfica de los efectos sobre la  
productividad del pastizal natural

*Trabajo final presentado para optar al título de Especialista en Manejo de Sistemas Pastoriles*

**Ezequiel Martín Pacente**

Ingeniero Agrónomo- Universidad Nacional de Luján - 2011

Lugar de trabajo: INTA -EEA Pergamino



FAUBA



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano  
Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires

**Tutor/es**

Tutor

**Martín Fabio Garbulsky**

Ingeniero Agrónomo (UBA)

Magister en Recursos Naturales (UBA)

Doctor en Ecología Terrestre (Universidad Autónoma de Barcelona)

**JURADO DE TRABAJO FINAL**

Tutor

**Martín Fabio Garbulsky**

Ingeniero Agrónomo (UBA)

Magister en Recursos Naturales (UBA)

Doctor en Ecología Terrestre (Universidad Autónoma de Barcelona)

JURADO

**Adriana Mabel Rodríguez**

Ingeniera Agrónoma (UBA)

Magister en Recursos Naturales (UBA)

JURADO

**Victor Alejandro Deregibus**

Ingeniero Agrónomo (UBA)

Master Scientiae (Range Science, USA)

Doctor in Philosophy (Range Science, USA)



Escuela para graduados “Alberto Soriano”  
Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires,  
Argentina.

TRABAJO FINAL INTEGRADOR  
Para acceder al grado de Especialista  
en Manejo de Sistemas Pastoriles

**“Fertilización o reemplazo de especies. Revisión  
bibliográfica de los efectos sobre la productividad  
del pastizal natural.”**

Autor: Pacente, Ezequiel Martín

Director: Garbulsky, Martín

**Fecha de entrega: 20/10/2014**

## ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	1
1. Introducción.....	2
1.1. Pastizales naturales.....	2
1.1.1. Reemplazo de los Pastizales naturales.....	3
1.1.1.1. Sucesión en el ecosistema reemplazado.....	4
1.1.2. Nutrientes en el ecosistema.....	5
1.1.2.1. Fertilización.....	6
1.1.2.1.1. Nitrógeno.....	6
1.1.2.1.2. Fósforo.....	7
1.1.3. Efecto del animal sobre las plantas.....	7
2. Materiales y Métodos.....	8
2.1. Corrección nutricional.....	8
2.2. Reemplazo del pastizal.....	9
2.3. Análisis estadístico.....	9
2.3.1. Fertilización.....	9
2.3.2. Reemplazo del pastizal.....	9
3. Resultados.....	9
4. Discusión.....	12
5. Conclusiones.....	15
6. Bibliografía.....	16
7. Anexo.....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Efecto de la corrección nutricional edáfica (fertilización) sobre la PPNA de pastizales.....10

Fig. 2: Regresiones lineales de los distintos tratamientos de corrección nutricional y línea 1:1(puntos por encima de ella representan incrementos en la producción y puntos por debajo representan decrementos de la misma).....11

Fig. 3: Eficiencia en el uso de los nutrientes exógenos (kg MS/kg elemento nutricional aplicado) en función de la precipitación promedio.....11

Fig. 4: Relación entre la PPNA de pasturas y pastizales naturales y la precipitación promedio anual.....12

*“Declaro que el material incluido en esta tesis es, a mi mejor saber y entender, original producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifique explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en ésta u otra institución”.*

## **Agradecimientos**

A Oscar Bertín y Omar Scheneiter que me brindaron su apoyo para cursar la especialización y así favorecer mi formación académica.

Al INTA, EEA Pergamino por darme el financiamiento y la disponibilidad horaria para la realización de la especialización.

A Martin Garbulsky, por su dedicación, buena voluntad y predisposición para poder llevar a cabo la revisión bibliográfica.

A Alejandro Deregibus por darme la posibilidad de realizar la especialización con la beca que me otorgó y así favorecer mi formación académica.

A mi familia.

A todos les agradezco profundamente.

## Resumen

Los pastizales son los ecosistemas terrestres más extensos que existen en el mundo y se estima que ocupan un área de 52,2 millones de kilómetros cuadrados. Su productividad primaria neta aérea (PPNA) es una propiedad fundamental ya que determina la cantidad de energía que se encuentra disponible para otros niveles tróficos y está controlada por la calidad del suelo y la cantidad el agua. Suele intervenir el pastizal para lograr diversos objetivos, tales como, aumentar y concentrar o distribuir la PPNA durante el año y aumentar la calidad forrajera de las especies que lo componen. Este trabajo tiene por objetivo responder a dos cuestiones inherentes a la productividad primaria neta de los pastizales: la primera es evaluar el impacto de la fertilización sobre la producción de los pastizales con Nitrógeno (N), Fósforo (P) y ambos (N+P). Y la segunda es evaluar el efecto sobre la producción de biomasa aérea del reemplazo de las comunidades originales del pastizal por una o varias especies forrajeras, las cuales pueden ser exóticas o naturalizadas. Para conseguir estos objetivos se realizó una revisión bibliográfica y un análisis de los datos cuantitativos publicados en diferentes revistas científicas y técnicas con y sin referato.

La productividad de los tratamientos de corrección de la fertilidad edáfica con N; N+P y P se diferenciaron estadísticamente ( $p < 0,0001$ ) de la producción del pastizal natural. Al analizar, en promedio, el incremento de biomasa producido se destaca en primer lugar el tratamiento N+P con 1825 kg MS/ha/año, le sigue el tratamiento con N con 768 kg MS/ha/año y en último lugar es el tratamiento P con 531 kg MS/ha/año.

En el rango de precipitación entre los 800 y 1.140 mm, similar a los de la región pampeana, la PPNA de las pasturas implantadas se diferenció estadísticamente, ( $p < 0,0001$ ), mediante una prueba t, de la PPNA de los pastizales. La media de producción de los pastizales fue de 3.933 kg MS/ha/año y de las pasturas fue de 5.763 kg MS/ha/año. En la mayoría de los ensayos la productividad de la pastura bajo la misma precipitación fue superior a la del pastizal.

## 1. Introducción

Los pastizales naturales son los ecosistemas terrestres más extensos que existen en el mundo y se estima que ocupan un área de 52,2 millones de kilómetros cuadrados. Se caracterizan por la dominancia de vegetación herbácea con menos de un 10% de árboles y arbustos (Suttie *et al.*, 2005). Su productividad primaria neta aérea (PPNA) es una propiedad fundamental de su funcionamiento, ya que determina la cantidad de energía que se encuentra disponible para otros niveles tróficos (Ospina *et al.*, 2012) y está intrínsecamente ligada a la calidad del suelo y cantidad de agua (Houston y Hyder, 1975; Jones, 1996). De esta manera, la PPNA es el determinante principal de la carga animal en sistemas pastoriles silvestres y domésticos (Oosterheld *et al.*, 1992).

En los pastizales naturales se suele intervenir para lograr diversos objetivos, tales como: aumentar y concentrar PPNA en una determinada época del año y aumentar la calidad forrajera de las especies que lo componen. Este trabajo tiene por objetivo responder a dos cuestiones inherentes a esta propiedad fundamental de los mismos. La primera es evaluar el impacto de la fertilización con Nitrógeno (N), Fósforo (P) y con su combinación (N+P) sobre la producción primaria de los pastizales. La segunda es analizar el aumento de la producción de biomasa aérea por el reemplazo de las comunidades originales del pastizal por una o varias especies forrajeras, las cuales pueden ser exóticas o naturalizadas. Para conseguir estos objetivos se realizó una revisión bibliográfica y un análisis cuantitativos de los datos publicados.

Para responder a estas dos cuestiones partimos de las siguientes preguntas

- La corrección nutricional con N y/o P ¿puede incrementar la PPNA de un amplio número pastizales de diversas partes del mundo?
- ¿Cómo se relaciona la eficiencia en la utilización del nutriente exógeno con la precipitación promedio anual?
- ¿Es conveniente reemplazar a las comunidades del pastizal por pasturas monofíticas o polifíticas? ¿Cuándo es aconsejable hacerlo?

### 1.1. Pastizales naturales

En la actualidad existen grandes superficies de pastizales dedicadas al pastoreo, entre las más importantes son: los que extienden desde el norte de Mongolia y de China a Europa, la meseta Qinghai-Tíbet adyacente al Himalaya, los de América del Norte, los de América del Sur, los de Australia, los pastizales semiáridos del Mediterráneo y Asia occidental, y los de África oriental (Suttie *et al.*, 2005). En general se dice, aunque no encontramos datos concretos que justifiquen esta premisa, que los pastizales rara vez producen la misma cantidad de biomasa aérea que una pastura implantada, de una/s determinada/s especie/s forrajera/s, sin embargo, tienen una capacidad innata, producto de la diversidad y naturalización de las especies, sin igual con las siguientes virtudes (Whitaker, 2000):

- ✓ Son económicos ya que requieren pocos insumos y tienen la capacidad para autopropagarse.
- ✓ Son estables en su funcionamiento frente a la sequía, inundación, incendios y a cortos períodos con altas cargas animales.
- ✓ Son resistentes bajo condiciones adversas, suelos pobres en nutrientes, suelos ácidos y alcalinos.
- ✓ Son vigorosos, poseen una rápida respuesta a la lluvia.
- ✓ Son conservadores, proporcionan una cubierta vegetal que protege el suelo de la erosión, mejoran la biota que vive dentro de él, y retienen la lluvia que cae sobre ella.
- ✓ Son fuente de material genético de especies forrajeras para los genetistas (Bilenca y Miñarro, 2004).

Los pastizales, por lo general, no pueden sostener altas cargas animales, como lo pueden hacer las pasturas implantadas con especies introducidas y fertilizadas (De León, 2004). Sin embargo, con bajas a moderadas cargas, su presencia y su contribución puede ser explotado y van a seguir desempeñando un papel en la producción animal (McIvor, 2005). Ya que las especies nativas tienen valiosas características agronómicas y pueden proporcionar una buena calidad de forraje (Archer y Robinson, 1988, citado por McIvor 2005).

Los pastizales del planeta se encuentran cada vez más degradados por diversas razones, una de la más importante es el sobrepastoreo (Zhou *et al.*, 2005). Iniciar un proceso de recuperación de los mismos es muy importante, por las características mencionadas anteriormente. La primera etapa esencial es proporcionar una cubierta vegetal permanente (Jones, 1996) mediante la exclusión transitoria al pastoreo, y la incorporación de las especies propias del ecosistema del pastizal a tratar. De esta forma se reavivan los procesos de formación del suelo, siendo muy importante la cubierta vegetal permanente del mismo, así como la productividad. Por lo tanto no se debe utilizar como el único criterio la producción animal a corto plazo para evaluar las características de las especies vegetales para ser utilizadas en el proceso de rejuvenecimiento (Jones, 1996).

#### 1.1.1. Reemplazo de los pastizales naturales

Históricamente, las sociedades humanas han utilizado a los pastizales como zonas de pastoreo o los han transformado y destinado a otros usos, como la agricultura o la forestación (Bilenca y Miñarro, 2004). Cuando son usados para la alimentación de ganados, para diversos fines productivos como por ejemplo carne, leche y lana, muchas veces los pastizales naturales fueron reemplazados por cultivos de especies forrajeras exóticas, con el fin de aumentar la producción de biomasa aérea.

Buscando antecedentes bibliográficos existen opiniones encontradas de distintos autores sobre esta práctica agronómica. Aunque no publiquen los datos de sus ensayos

para justificar sus posturas sobre los efectos positivos o negativos que tienen como consecuencia el remplazo de los pastizales por pasturas compuestas por especies de alto valor forrajero. A fines del siglo XIX Joulie (1898) (citado por Myers y Robbins, 1991) reconoce que el beneficio de reemplazar las comunidades es a corto plazo, él publicó lo siguiente “...en términos generales, la productividad obtenida de praderas permanentes o pasturas no son uniformes y tampoco son constantes en cantidad o calidad. Los rendimientos, que al principio son altos, si la pastura se ha establecido bajo condiciones adecuadas, caen pronto y toman un nivel de producción, que se mantiene durante un cierto número de años...”

A fines del siglo XX, en sintonía con esta premisa de Anonymous (1994) (citado por Jones, 1996) reportó que la productividad de las pasturas sembradas se reduce muy rápidamente a medida que envejecen, por lo que después de varios años no eran mejores a los pastos nativos que habían reemplazado. De la misma forma Myers y Robbins (1991) trabajando con pasturas implantadas en los trópicos y subtrópicos informaron que inicialmente son muy productivas pero decaen con el transcurso de los años, proceso enlazado con la disponibilidad de nutrientes del suelo, frecuentemente asociado con la pérdida de las valiosas especies forrajeras introducidas. La elevada producción inicial es consecuencia de una alta disponibilidad de N edáfico (Brian y Lawrence, 2011).

Jones (1996) define al reemplazo de las comunidades vegetales de los pastizales, como el punto de partida de una espiral descendente que es extremadamente difícil de revertir. Cada vez que se repite el proceso, se comienza en un nivel de producción mucho más bajo, con una peor estructura del suelo, con niveles bajos de materia orgánica del suelo, y con una carga mayor de semillas de malezas en el suelo, siendo esta actividad la mayor perturbación en la que puede ser sometido este ecosistema.

En oposición de estas premisas y en favor del reemplazo Wolfe (1972), citado por Jones 1996, la extendió *ad hoc* a todos los pastos nativos, debido a su baja calidad forrajera y a su crecimiento estacional, la siguiente conclusión universal: “...Las pastizales nativos son considerablemente inferiores en términos de cantidad, calidad y distribución estacional del crecimiento a las pasturas sembradas, y en regiones favorables, las investigaciones y los resultados apuntan a la sustitución completa de las especies nativas por especies introducidas...”

#### 1.1.1.1. Sucesión en el ecosistema reemplazado

Focalizándose en el funcionamiento del ecosistema, ante el reemplazo de las especies por unas de mayor valor forrajero, es interesante observar las dos etapas de la sucesión vegetal. La primera, es la etapa de crecimiento inicial de las especies incorporadas, con un aumento significativo de la PPNA del sistema, como consecuencia disminuye significativamente la riqueza de las especies, la diversidad y la uniformidad de la cobertura vegetal. La segunda etapa, producto de la pérdida de las especies

introducidas, es una de menor producción de forraje acompañada por un aumento gradual en el número de especies que conforman la comunidad implantada a medida que se va colonizando el suelo descubierto por las especies nativas. Para pasturas implantadas en Tíbet, la PPNA se recupera o se estabiliza en valores promedios del pastizal natural, a partir del sexto año de establecida la siembra (Wu *et al.*, 2010).

Para evitar o retardar la caída en la producción aérea de la pastura implantada se puede proporcionar N a través de fuentes externas al sistema mediante el uso de fertilizantes nitrogenados, o incorporar leguminosas y así aprovechar la fijación biológica de N (Myers y Robbins, 1991). Esta respuesta a la corrección nutricional no es propia de las especies implantadas, si no también se corresponden a las comunidades vegetales de los pastizales. La respuesta en estos ecosistemas naturales es uno de los puntos principales de este trabajo, la cual se va a profundizar posteriormente.

### 1.1.2. Nutrientes en el ecosistema

Existe un movimiento complejo de nutrientes, dentro y entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema pastoril. Este proceso es denominado ciclado de los nutrientes y el mismo puede ser cerrado o abierto. En el primer caso, los aportes y las salidas de nutrientes del sistema son escasos, por ej: pastizales naturales sin extracción productiva. En cambio en los procesos abiertos, continuamente se ingresa y se extraen nutrientes, por ej: pasturas implantadas en donde se importan nutrientes a través de la fertilización y se exportan mediante los animales (Chaneton *et al.*, 1996; Díaz Zorita, 2002). La dinámica de los nutrientes es uno de los aspectos fundamentales del funcionamiento del ecosistema pastoril.

El N puede ingresar al sistema, vía natural, mediante incorporaciones atmosféricas por las lluvias y por la fijación biológica del N atmosférico (FBN) realizadas por las leguminosas en simbiosis con bacterias del genero *Rhizobium*. Puede ser exportado del sistema a través de las plantas, del consumo animal y de procesos de lixiviación hacia capas profundas del suelo, volatilización y denitrificación (Díaz Zorita, 2002).

El P no presenta vías naturales o biológicas de reposición, su presencia en el ecosistema se debe al material geológico que dio origen al suelo. Se extrae del sistema a través de las plantas y del consumo animal (Díaz Zorita, 2002).

A través de las deposiciones, de heces y orina de los animales, tanto el P como el N se movilizan en el ecosistema, aumentando sus concentraciones en el suelo, en los lugares en donde los animales permanezcan más tiempo (sectores de concentración, tales como proximidades de aguadas, comederos, alambrados y callejones). Principalmente las heces son fuentes de P y las orinas son fuentes de N (Borrelli, y Oliva, 2001; Díaz Zorita, 2002; Fontanetto *et al.*, 2011).

### 1.1.2.1. Fertilización

Cuando el suministro de agua no es limitante, un factor que puede restringir el crecimiento de las especies vegetales es la disponibilidad de nutrientes minerales (Marino y Agnusdei, 2007). Al corregir las carencias nutricionales, principalmente, de N y P, numerosos autores han demostrado que los pastizales de distintas partes del mundo, aumentan su producción con diferente magnitud (Klippel y Retzer, 1959; Cosper y Thomas, 1961; Burzlaff *et al.*, 1968; Goetz 1969; Lorenz y Rogler, 1973; Houston y Hyder, 1975; Rauzi, 1978; Samuel *et al.*, 1980; Lazenby, 1981; Rauzi y Fairbourn, 1983; Fernandez Grecco *et al.*, 1995; Rubio *et al.*, 1996; Collantes *et al.*, 1998; Gillen y Berg, 1998; Gomes, 2000; Guevara *et al.*, 2000; Paschke *et al.*, 2000; Bennett y Adams, 2001; Fernandez Grecco, 2001; Vazquez *et al.*, 2001; Mamolos *et al.*, 2004; Noailles Bosch *et al.*, 2004; Aydin y Uzun, 2005; Bermúdez y Ayala, 2005; Iacopini *et al.*, 2005a; Iacopini *et al.*, 2005b; Colabelli y Agnusdei, 2007; Rodríguez *et al.*, 2007; Semmartin *et al.*, 2007; Türk *et al.*, 2007; Buis *et al.*, 2009; Gong *et al.*, 2011; Ladwig *et al.*, 2012; Privitello *et al.*, 2012; Lü *et al.*, 2014). La respuesta está condicionada al balance hídrico edáfico, el cuál cuando es negativo, no se promueve significativamente el crecimiento y cuando es positivo, la respuesta es máxima (Ginzo *et al.*, 1982).

La fertilización modifica la composición botánica del pastizal, por ejemplo con N se favorece las gramíneas en decremento de las leguminosas, y con P la situación es al revés (Smoliak, 1965; Houston y Hyder, 1975; Rauzi, 1978; Rauzi y Fairbourn, 1983; Aydin y Uzun, 2005). Esto se debe a la alta eficiencia de la utilización de N por las gramíneas y a sus habilidades competitivas en relación a las leguminosas (Aydin y Uzun, 2005).

#### 1.1.2.1.1. Nitrógeno

En el suelo es un nutriente móvil e inestable pudiendo hallarse en estado sólido, líquido o gaseoso, y pasar de un estado a otro rápidamente (Marino y Agnusdei, 2007), pudiendo ser absorbido por las raíces como nitrato o como amonio (García *et al.*, 2002). En la región Pampeana su disponibilidad edáfica es variable entre estaciones con valores máximos en verano y mínimos en invierno (Marino y Agnusdei, 2007), debido a que las bajas temperaturas disminuyen la mineralización y las altas la aumentan (Marino y Berardo, 2000).

El nitrógeno cumple múltiples funciones vitales en los vegetales, por ejemplo es constituyente de los ácidos nucleicos, de los aminoácidos, por lo tanto proteínas y enzimas, y es parte de otros compuestos orgánicos que poseen una alta tasa de reciclado y movilidad de N en la planta (García *et al.*, 2002), por lo tanto la incorporación al suelo produce un incremento en el contenido de proteína cruda de los tejidos vegetales (Cosper y Thomas, 1961; Smoliak, 1965; Burzlaff *et al.*, 1968; Rauzi, 1978; Rauzi y Fairbourn, 1983; Guevara *et al.*, 2000). El crecimiento de las gramíneas es altamente

dependiente de la disponibilidad de N, y su demanda se incrementa cuando imperan condiciones favorables para que expresen sus máxima tasas de crecimiento (Marino y Berardo, 2000).

#### 1.1.2.1.2. Fósforo

Es un nutriente de escasa movilidad en el suelo y permanece en él como formas orgánicas e inorgánicas (Marino y Agnusdei, 2007). Es absorbido por las raíces como fosfato mono o diácido (García *et al.*, 2002) y su disponibilidad en el suelo se ve afectada por diversos factores, entre ellos la temperatura, el contenido de materia orgánica y el pH del suelo (Marino y Agnusdei, 2007).

Cumple múltiples funciones vitales en los vegetales participa en la transferencia genética (ácidos nucleicos), y en el almacenamiento y transferencia de energía en la planta (ADP y ATP) y posee un alto grado de recirculación en los tejidos de los vegetales (García *et al.*, 2002). Las leguminosas presentan una mayor demanda de P y una mayor respuesta a la fertilización fosfatada que las gramíneas (García *et al.*, 2002).

#### 1.1.3. Efecto del animal sobre las plantas

Los organismos heterótrofos se alimentan para satisfacer sus demandas nutricionales, principalmente de energía y proteína seguida de minerales y vitaminas. Las cuales están determinadas por las sumatorias de las demandas individuales de las necesidades fisiológicas de mantenimiento, de crecimiento, de trabajo, de gestación y de lactación, entre otras (Mertens, 1996; Araujo Febres, 2005).

El consumo de los animales genera un disturbio en el ecosistema, ya que aparte de defoliar las plantas, remueven y compactan el suelo con sus pezuñas, redistribuyen nutrientes y semillas con sus deyecciones. Estos efectos se pueden reconocer a nivel de plantas individuales, de manchones o parches de vegetación y a nivel de sitios o unidades de paisaje dentro del lote (Borrelli y Oliva, 2001).

La vegetación está afectada por la intensidad de pastoreo (porcentaje de material fotosintéticamente activo que es removido), por la frecuencia de pastoreo (cada cuanto tiempo es nuevamente consumida) y por el pisoteo del animal. A su vez, la selección que los animales realizan sobre las especies de los pastizales, pueden terminar en disminuir la composición botánica del mismo, y de esta manera degradándolo. Proceso agravado cuando la demanda de nutrientes por el animal supera la oferta de forraje, comúnmente llamado sobrepastoreo (Borrelli y Oliva, 2001). Este cambio resulta en la sustitución de algunas especies y cambios morfológicos en otras (Nabinger *et al.*, 2011). En la dinámica del ecosistema pastoril, el disturbio producido por los animales es necesario para el mantenimiento del buen estado productivo del pastizal, ya que las especie forrajeras y los herbívoros han co-evolucionados juntos (Deregibus, 2012).

## 2. Materiales y Métodos

La búsqueda bibliográfica fue basada en trabajos referidos a la fertilización nitrogenada y fosfatada en pastizales naturales de todo el mundo y en trabajos referidos a la modificación total de ellos, mediante el reemplazo con la siembra de una o varias especies forrajeras. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica en buscadores de publicaciones científicas, por ejemplo Scopus, Google académico y Science direct.

Se encontraron 41 publicaciones o monografías, de diversos investigadores de distintos países, referidos a la evaluación de la PPNA en pastizales naturales. De los trabajos analizados, 24 evaluaron sólo el efecto de la incorporación de N, 13 estudiaron la fertilización combinada con N y P y 12 analizaron el efecto de la corrección nutricional con P. 11 trabajos sólo evaluaron la productividad de los pastizales sin corrección nutricional edáfica (Anexo, tabla 3).

Se encontraron 34 publicaciones o monografías, de diversos investigadores de distintos países, referidos al reemplazo del pastizal por pasturas monofíticas, principalmente de gramíneas megatérmicas. El principal inconveniente que se tuvo al analizar los trabajos fue que solo 2 autores comparaban la PPNA de la pastura implantada con la del pastizal (Anexo, tabla 4).

### 2.1. Corrección nutricional

De los ensayos realizados con fertilización con N, 16 autores utilizaron como fuente nitrato de amonio (35,55 % de N) y 4 usaron urea (46% N) y uno sulfato de amonio (20,5% N). Casi todos los que trabajaron con P utilizaron superfosfato triple de calcio a excepción de un solo investigador que utilizó hiperfosfato.

El criterio para seleccionar los trabajos fue el de incluir a todos aquellos que trabajaron con comunidades vegetales diversas, compuestas principalmente por gramíneas de ciclo carbono 4 (C<sub>4</sub>), en menor medida gramíneas de ciclo carbono 3 (C<sub>3</sub>) y leguminosas y que utilizaron nitrógeno y fósforo para promover la PPNA. Se excluyeron los trabajos que se referían a una o múltiples especies exóticas introducidas en los pastizales, a los que utilizaban otros nutrientes en la corrección edáfica y a los que evaluaban la PPNA en macetas.

Se utilizó el programa PlotDigitizer 2.5.0 para Windows para extraer los datos de PPNA de los gráficos de los trabajos que los presentaban de esa forma. Cuando el dato se expresaba en libras o en pulgadas o en acre, fue convertido a su unidad correspondiente (kilos, milímetros o hectárea), y cuando se expresaba en g/m<sup>2</sup> fue convertido a kg/ha.

Con los datos de PPNA del control y del tratamiento fertilizado y la dosis de N aplicada se calculó para cada trabajo la eficiencia en el uso de N, o sea kg materia seca

(MS) de forraje extra por kg de N. De esta manera se puede comparar entre los diversos trabajos los resultados obtenidos ya que cada uno empleó dosis y fuente distinta de N.

## 2.2. Reemplazo del pastizal

Se abordó la búsqueda a trabajos realizados en la Argentina. La mayoría de los investigadores reemplazaron el pastizal natural con gramíneas megatérmicas, tales como, *Antephora pubescens*; *Bothriochloa ischaemu*; *Brachiaria brizantha*; *Cenchrus ciliaris*; *Chloris gayana*; *Digitaria eriantha*; *Digitaria smutsii*; *Eragrotis curvula*; *Eragrotis superba*; *Hyparrhenia ruffa*; *Panicum coloratum* y *Setaria sphacelata*. Y en menor medida lo reemplazaron por especies templadas, tales como, *Bromus auleticus*, *Festuca arundinacea*, *Poa ampla* y *Thinopyrum ponticum*.

## 2.3. Análisis estadístico

### 2.3.1. Fertilización

Luego de seleccionar los datos de PPNA de los distintos lugares se analizaron con el programa InfoStat 4 tratamientos, (fertilización con N; fertilización con N + P; fertilización con P y pastizal sin fertilizar (testigo)), mediante una prueba de t para observaciones apareadas ( $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ ;  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ ). Por otro lado se realizó un análisis de regresión lineal entre la PPNA de los pastizales fertilizados y sus correspondientes testigos. Para ver si era factible y en qué medida se podría explicar la respuesta de los tratamientos mediante el nivel de fertilidad edáfica endógeno a través de la PPNA del pastizal natural.

### 2.3.2. Reemplazo del pastizal

Se analizó la PPNA pastura vs la PPNA de los pastizales naturales, comprendidas entre los 800 y 1140 mm de precipitación, mediante una prueba de t. También se realizó un análisis de regresión lineal de la PPNA de las pasturas y de los pastizales en función de la precipitación promedio anual.

## 3. Resultados

Los resultados del meta-análisis de los tratamientos de corrección de la fertilidad edáfica con N; N+P y P nos indican, mediante el análisis estadístico de una prueba t para observaciones apareadas, que la PPNA de todos los tratamientos de adición de nutrientes se diferenciaron estadísticamente ( $p < 0,0001$ ) de la producción del pastizal testigo. Los sitios en donde se realizaron los ensayos con P (promedio del testigo 3.433

kilogramos de materia seca por hectárea por año (kg MS/ha/año)) claramente fueron más benignos (mayor disponibilidad hídrica y nutricional) en relación a los ecosistemas de los otros dos tratamientos, (promedio del testigo N+P 2.235 kg MS/ha/año y promedio testigo N 1.458 kg MS/ha/año). Al analizar, en promedio, el incremento de biomasa producido se destaca en primer lugar el tratamiento N+P con 1.825 kg MS/ha/año, le sigue el tratamiento con N con 768 kg MS/ha/año y en último lugar es el tratamiento P con 531 kg MS/ha/año (Figura 1).

Al analizar los experimentos que incluían la corrección con N+P, encontramos que todos incrementaron la productividad con respecto al pastizal control. De los 151 experimentos con fertilización nitrogenada, solo en 9 de ellos los evaluadores no obtuvieron un aumento en la producción del pastizal. En el caso de P, de los 43 experimentos solo uno no favoreció el crecimiento vegetal (Datos no presentados).

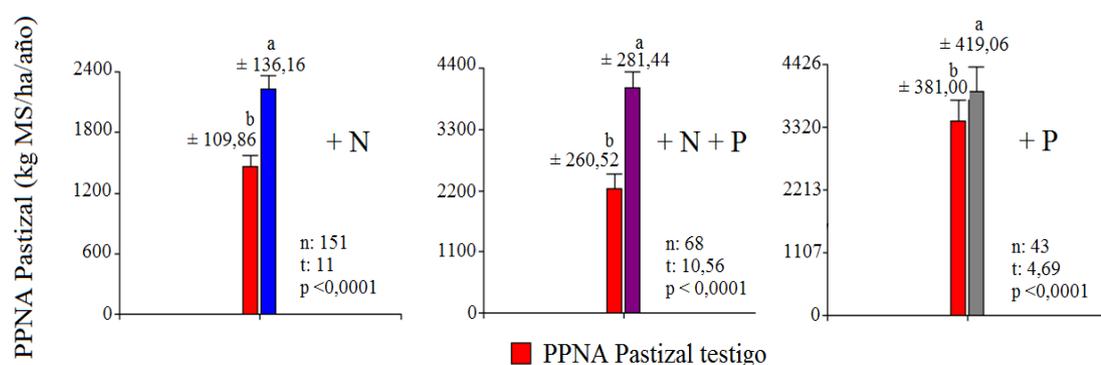


Figura 1: Efecto de la corrección nutricional edáfica (fertilización) sobre la PPNA de pastizales. Prueba t para observaciones apareadas. Letras diferentes en cada gráfico indican diferencias significativas  $p \leq 0,05$ . Barra roja: PPNA pastizal testigo. Barra azul: PPNA pastizal fertilizado con N. Barra violeta: PPNA pastizal fertilizado con N+P. Barra gris: PPNA pastizal fertilizado con P.

Existe una relación lineal entre la PPNA de los pastizales fertilizados y la PPNA de los pastizales control ( $p < 0,0001$ ) (Anexo, tabla 1). El 74% de la respuesta obtenida en los tratamientos de fertilización nitrogenada pudo ser explicada por el nivel de fertilidad del ecosistema natural representado por la PPNA de pastizal sin mejorar. Por la misma razón, la corrección con N+P pudo ser explicada en un 64% y en el tratamiento con P lo fue en un 93% (Figura 2).

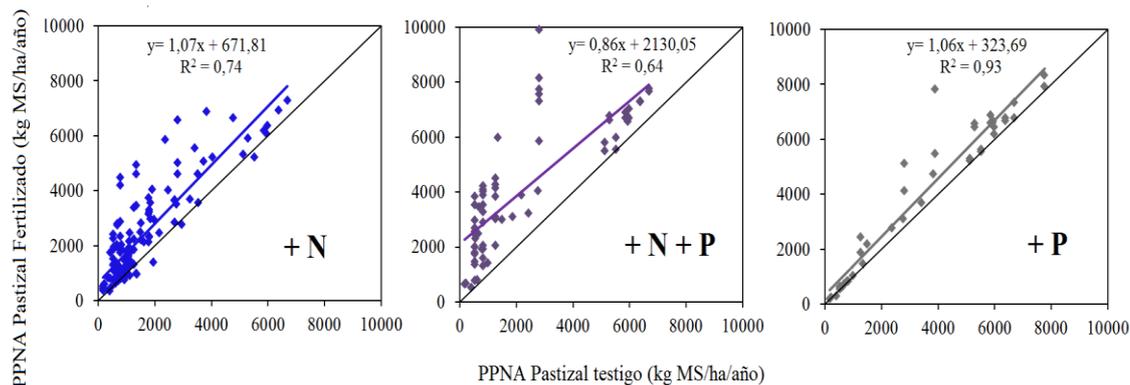


Figura 2: regresiones lineales de los distintos tratamientos de corrección nutricional y línea 1:1(puntos por encima de ella representan incrementos en la producción y puntos por debajo representan decrementos de la misma).

La eficiencia de utilización del fertilizante (kg MS/kg elemento aplicado) varió entre -10,81 y 59 kg MS/kg elemento. Por lo tanto, con los datos analizados n: 262, no se puede sacar conclusiones sobre el efecto del agua de lluvia sobre la eficiencia de utilización, pero se puede ver que a medida que aumenta la precipitación promedio (pp) incrementa la eficiencia, hasta un cierto punto, en donde el incremento de las mismas disminuyen la eficiencia de utilización (Figura 3).

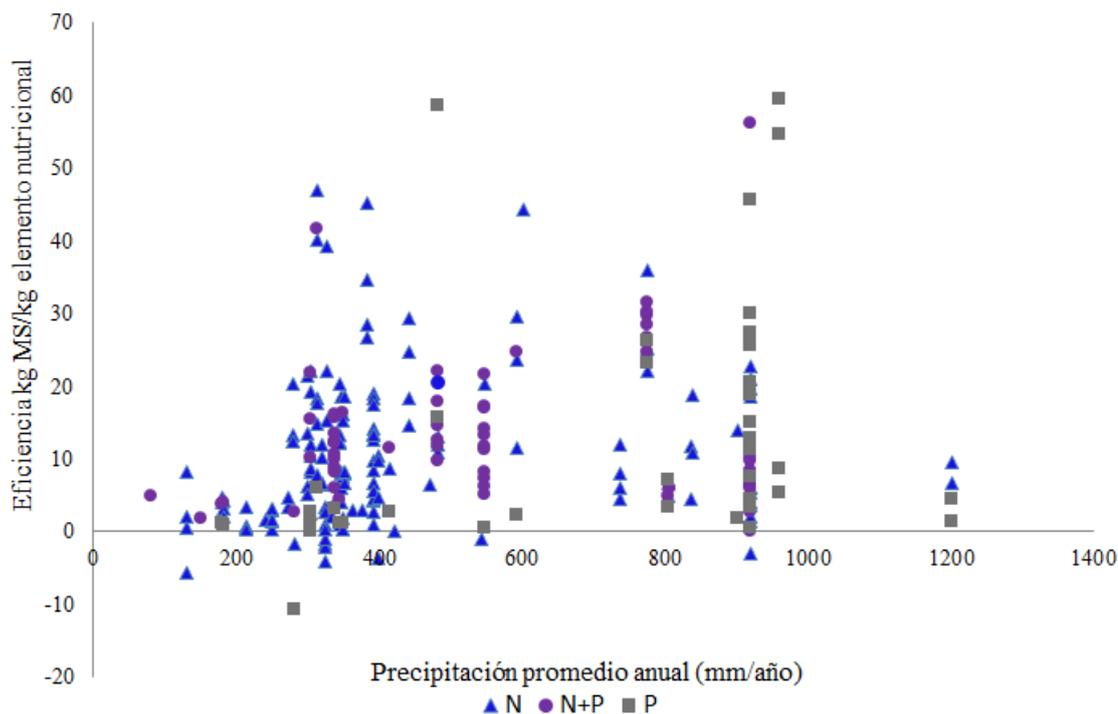


Figura 3: Eficiencia en el uso de los nutrientes exógenos (kg MS/kg elemento nutricional aplicado) en función de la precipitación promedio. Triángulos azules: N. Círculos violetas: N+P. Cuadrados grises: P.

Con el gradiente de precipitación la PPNA de los pastizales aumentan. No podemos decir lo mismo de la PPNA de las pasturas implantadas ya que no se ajustan a una regresión lineal. Sin embargo, se puede observar, en la mayoría de los puntos, que claramente la productividad de las pasturas bajo la misma precipitación fue superior a la de los pastizales (Figura 4). Por ejemplo, en el rango de precipitación entre los 800 y 1140 mm, similar a los de la región pampeana, la PPNA de las pasturas implantadas se diferenciaron estadísticamente, ( $p < 0,0001$ ), mediante una prueba t, de la PPNA de los pastizales. La media de producción de los pastizales fue de 3.933 kg MS/ha/año y de las pasturas fue de 5.763 kg MS/ha/año (Anexo, tabla 2).

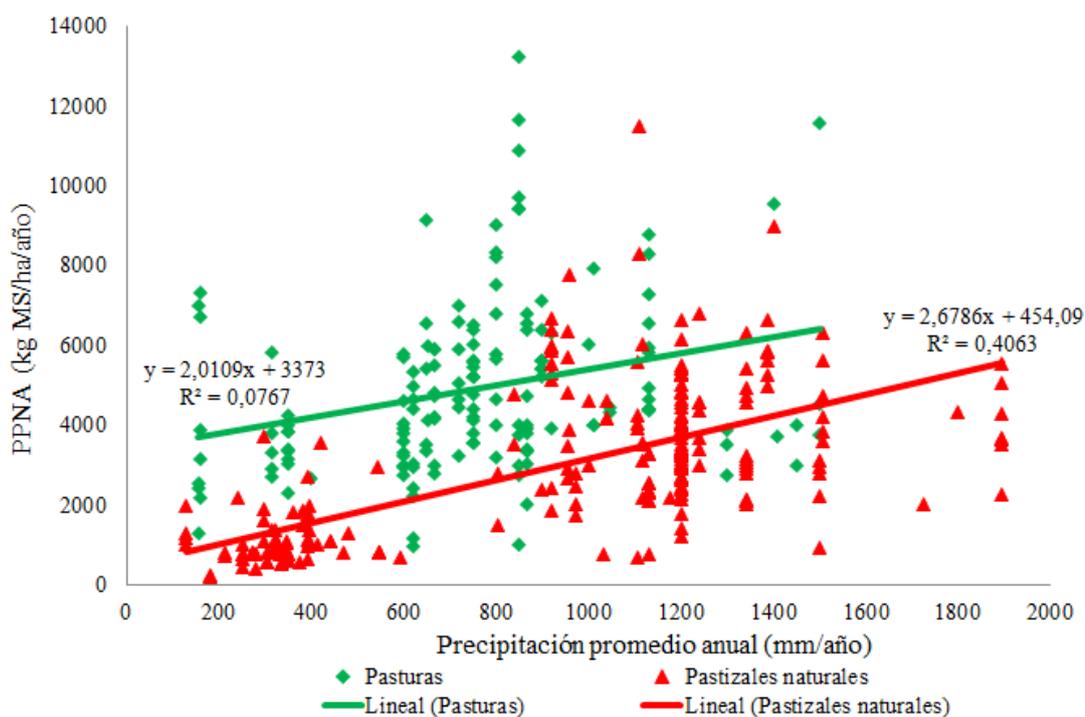


Figura 4: Relación entre la PPNA de pasturas y pastizales naturales y la precipitación promedio anual

#### 4. Discusión

La corrección nutricional (N; P; N+P) mejora la productividad del pastizal natural (Türk *et al.*, 2007). En coincidencia con los resultados que surgieron del metaanálisis. La producción de forraje depende de la disponibilidad de N en el suelo (Rodríguez *et al.*, 2007), por lo tanto, la magnitud de la respuesta a la fertilización nitrogenada (N exógeno) depende del nivel de disponibilidad de N en el suelo (N endógeno) para ser absorbido y utilizado por las plantas para su crecimiento (Houston y Hyder, 1975). En el tratamiento con N+P, con una pendiente menor a 1 muestra que a medida que aumenta la PPNA del testigo a niveles superiores a 5.500 kg MS/ha/año la respuesta disminuye. Debido a que la disponibilidad de N endógeno y de agua es probable que cubran los requerimientos de las especies. No sucede lo mismo con los tratamientos N y P ya que sus pendientes son superiores a 1 (Figura 2).

La fertilización con P y N incrementa en gran medida la producción de forraje. (Cosper y Thomas, 1961). Esto se debe a que la respuesta de N está condicionada por la disponibilidad de P en el suelo (Marino y Berardo, 2000). Analizando los tratamientos nutricionales, la mayor respuesta se dio con el tratamiento N+P, por lo tanto al corregir la limitante de P se favorece la utilización de N como se mencionó anteriormente (Figura 1).

Frente al P exógeno, las leguminosas pueden incrementar su crecimiento, pero si la disponibilidad en el suelo es baja, también lo hacen las gramíneas (Türk et al., 2007). En este meta-análisis las comunidades de los pastizales se vieron beneficiadas por la incorporación de P en la mayoría de los experimentos. No obstante, la fertilización fosfatada no produce grandes incrementos en la producción (Rubio et al., 1996) pero su respuesta es lineal, es decir se obtiene respuesta aunque en el suelo exista una dotación de P disponible para las plantas, lo cual puede estar asociado el incremento de leguminosas en la composición botánica.

A pesar de los beneficios de la corrección nutricional, en los pastizales naturales de la Pampa Deprimida de Argentina suele ser una práctica escasamente utilizada. Debido a factores de riesgo como inundaciones y/o sequías periódicas y a las fluctuaciones en la relación insumo/producto (Fernandez Grecco y Agnusdei, 2002).

En los sistemas semiáridos el crecimiento está limitado en primer lugar por la disponibilidad de agua y en segundo lugar por la disponibilidad de N (Ladwig et al., 2012). La distribución y la cantidad de la precipitación anual influyen fuertemente en el crecimiento de las plantas afectando la eficiencia con la que utiliza los nutrientes. (Houston y Hyder, 1975; Lorenz y Rogler, 1973; Sala et al., 1988). A medida que aumenta el agua útil disponible para las plantas se incrementa el crecimiento y se obtienen respuesta a la fertilización mineral, ya que se aumenta la eficiencia en la que se utilizan los nutrientes (Cosper y Thomas, 1961; Guevara et al. 2000; Rauzi y Fairbourn, 1983). No se pudo comprobar este efecto, debido a que en los trabajos analizados no mencionaban claramente la distribución y la cantidad de las precipitaciones en la estación de crecimiento. Se adjudica que pudo haber sido un año con adecuadas precipitaciones pero mal distribuidas, entonces baja la eficiencia en la utilización del nutriente agregado al sistema. No obstante, se puede ver que a medida que aumentan las pp incrementa la eficiencia, hasta un cierto punto, en donde el incremento de las mismas disminuye la eficiencia de utilización. Pueden existir dos razones que justifiquen esta premisa: uno es que a mayor disponibilidad edáfica aumenta la disponibilidad de nutrientes endógenos del ecosistema, disminuyendo la eficiencia en el uso de nutrientes exógenos y el otro es que al aumentar las pp puede existir condiciones de anegamientos, falta de oxígeno en el sistema radical y disminución del crecimiento vegetal en los pastizales con y sin fertilizantes (Figura 3).

Los distintos ensayos analizados referidos al reemplazo del pastizal nos indican que existe un aumento en la PPNA al reemplazar la comunidad original. Con esta práctica agronómica, se espera lograr un mayor producto animal, a partir de una mayor

oferta de forraje, un mayor consumo y una mayor eficiencia en la conversión de forraje en producto animal (León y Oesterheld, 1982).

El comportamiento productivo de las pasturas con el transcurso de los años es probablemente un punto de particular importancia. Según la bibliografía existente hay un decaimiento, deterioro o degradación de la pastura con el transcurso de los años (Oesterheld y León, 1987; Anonymous 1994 *citado por Jones 1996*, Jones, 1996; Myers y Robbins, 1991; Brian y Lawrence 2011). Dicho proceso está asociado a la pérdida progresiva de las especies implantadas a lo largo de la vida de la pastura (Oesterheld y León, 1987; Myers y Robbins, 1991). Esta pérdida puede ser causada por diversos factores, tales como, la disminución en la disponibilidad de nitrógeno edáfico (Myers y Robbins, 1991; Brian y Lawrence, 2011) y el sobre pastoreo de las especies valiosas (Borrelli y Oliva, 2001; Zhou *et al.*, 2005; Brian y Lawrence, 2011). Estos últimos también afectan a los pastizales.

Las pérdidas de las especies implantadas causan un cambio en la composición botánica del ecosistema “artificial”. A través de una sucesión secundaria, las especies espontáneas naturalizadas, compiten satisfactoriamente por los recursos, disminuyendo la proporción de las especies implantadas, aumentando la diversidad florística (León y Oesterheld, 1982) y estabilizando el ecosistema. Según Brian y Lawrence (2011) el proceso se desencadena con la disminución de N edáfico, ya que se afecta la capacidad competitiva de las gramíneas, predominando las especies vegetales naturalizadas o espontáneas que requieran menor disponibilidad de N.

## **5. Conclusiones**

La corrección nutricional con N, P y N+P permite incrementar significativamente la producción primaria neta aérea del pastizal. Cada tratamiento lo hace en distinta proporción, en primer lugar se destaca la corrección con N+P con un incremento promedio de 1.825 kg MS/ha/año, le sigue el tratamiento con N con 768 kg MS/ha/año y en último lugar, el tratamiento P con 531 kg MS/ha/año. El déficit hídrico puede cambiar la magnitud de la respuesta de estos nutrientes.

A bajas y a altas precipitaciones las eficiencias en la utilización de los nutrientes fueron bajas.

En el rango de precipitación entre los 800 y 1140 mm el reemplazo del pastizal permite incrementar la productividad primaria neta aérea. Probablemente el criterio que justificaría reemplazar el pastizal natural, sería cuando este se encuentre degradado, iniciando un proceso de restauración. La introducción de especies naturalizadas jugaría un rol fundamental en dicho proceso.

## 6. Bibliografía

Alonso, S. y Borrajo, C. (2003) Producción de forraje de agropiro con dos sistemas de defoliación. Rev. Arg. Prod. Anim. 23 (supl.1)-211-212.

Altuve, S. (2008). Fertilización de pasturas subtropicales en fertilización de cultivos y pasturas. 2<sup>ed</sup> editores Melgar, R y Díaz zorita, M. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 1-569

Araujo Febres, O. (2005). Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. IX Seminario de pastos y forrajes. 1-12.

Aydin, I. y Uzun, F. (2005). Nitrogen and phosphorus fertilization of rangelands affects yield, forage quality and the botanical composition. Europ. J. of Agronomy 23:8-14.

Beneitez, A.; Bongiovanni, J.; Canobas, V. Ferri, C.; Stritzler, N. y Petruzzi, H. (2005). Acumulación de materia seca del primer ciclo en pasturas puras y en mezclas de alfalfa, festuca alta y *Eragrostis superba*. Rev. Arg. Prod. Anim. 23 (supl. 1) 101-230

Bennett, L. y Adams, M. (2001). Response of a perennial grassland to nitrogen and phosphorus additions in sub-tropical, semi-arid Aust. J. Arid Environ. 48:289-308

Bermúdez, R. y Ayala, W. (2005). Producción de forraje de un campo natural de la zona de lomadas del este. En: Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural Eds. Miller, R. y Albicette, M. INIA 33-39

Berretta, E. (2005). Producción y manejo de la defoliación en campos naturales de basalto En: Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural Eds. Miller, R. y Albicette, M. INIA 61-73

Bilenca, D y Miñarro, F. (2004). Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires

Bissio, J. (1996). Curva de Producción del Pastizal de Cola de Zorro, Pasto Horqueta y Pasto Macho. INTA EEA Reconquista, Publicación para Extensión N° 59

Borrelli, P. y Oliva, G. (2001). Efectos de los animales sobre los pastizales. 4: 99-128. En: Ganadería sustentable en la Patagonia Austral. Borrelli, P. y Oliva, G. ed. INTA Reg. Pat. Sur. 1-269.

Brian, J. y Lawrence, C. (2011). Productivity decline in sown grass pastures. Informe técnico. Meat & Livestock Australia limited 158 pp.

Buis, G.; Blair, J.; Burkepile, D.; Burns, C.; Chamberlain, A.; Chapman, P.; Collins, S.; Fynn, R.; Govender, N.; Kirkman, K.; Smith, M. y Knapp, A. (2009). Controls of Aboveground Net Primary Production in Mesic Savanna Grasslands: An Inter-hemispheric Comparison. Ecosystems 12:982–995

Burzlaff, D.; Fick, G. y Rittenhouse, L. (1968). Effect of nitrogen fertilization on certain factors of a western Nebraska range ecosystem. *J. Range Manage.* 21:21-24

Chaneton, E.; Lemcoff, J. y Lavado, R. (1996) Nitrogen and Phosphorus Cycling in Grazed and Ungrazed Plots in a Temperate Subhumid Grassland in Argentina. *J. Ecol.* 33:291-302

Colabelli, M y Agnusdei, M. (2007). Eficiencia de uso de radiación de un pastizal natural con disponibilidad diferencial de agua y nutrientes en la época estival APPA - ALPA - Cusco, Perú

Collantes, M.; Stoffella, S.; Ginzo H. y Kade, M. (1998). Productividad y composición botánica divergente de dos variantes florísticas de un pastizal natural de la Pampa Deprimida fertilizadas con N y P. *Rev. Fac. Agron., La Plata* 103 (1):45-59.

Cosper, H. y Thomas, J. (1961). Influence of supplemental run-off water and fertilizer on production and chemical composition of native forage *J. Range Manage.* 14:292-297

Costa, M.; De Battista, J.; Grehan, P. (1995). Distribución de la producción y calidad forrajera de la cebadilla chaqueña (*Bromus auleticus Trin.*) en vertisoles de Entre Ríos. *Rev. Arg. Prod. Anim, (supl. 1)* 15:296-299.

Crisanti, P.; Laborde, H.; Bredan, R.; Arelovich, H.; Canelo, S. y Oyola, J. (2005). Acumulación de materia seca, contenido de proteína bruta y cobertura de *digitaria eriantha* (*digitaria eriantha steudel*). Con diferentes frecuencias de defoliación en un ambiente semiárido. *Rev. Arg. Prod. Anim, (supl. 1)* 25:101-230.

De León, M. (2004). Las pasturas subtropicales en la región semiárida central del país. Informe Técnico N° 1:1-16 [en línea] <[http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_megatermicas/55ampliando\\_frontera\\_ganadera.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/55ampliando_frontera_ganadera.pdf) [último acceso: 14-10-2014]

De León, M.; Peuser, R.; Boetto, C.; Luna, G. y Belaschevich, M. (1995), Efecto del genotipo y la frecuencia de defoliación sobre la producción de materia seca en gramíneas megatérmicas cultivadas. *Rev. Arg. Prod. Anim, (supl. 1)* 15:226-228.

Deregibus, A. (2012). Módulo 1. Funcionamiento de ecosistemas pastoriles

Díaz, R. (2007). Utilización de pastizales naturales. 1<sup>era</sup> ed. Córdoba: Encuentro Grupo Editor. 1-456

Díaz-Zorita, M. (2002). Ciclado de nutrientes en sistemas pastoriles [en línea] <[http://www.produccion-animal.com.ar/suelos\\_ganaderos/52-ciclado\\_nutrientes.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suelos_ganaderos/52-ciclado_nutrientes.pdf) [último acceso: 14-10-2014]

Fernandez Grecco, R. (2001). Efecto de la fertilización nitrogenada invernal sobre la acumulación de forraje de un pastizal natural de la pampa deprimida, Argentina. *Agric. Téc.* 61(3):319-325.

- Fernandez Grecco, R. y Agnusdei, M. (2002). Pastizal natural: momento de tomar decisiones [en línea] <[http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20naturales/04-patura\\_nat\\_toma\\_decisiones.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/04-patura_nat_toma_decisiones.pdf) [último acceso: 14-10-2014]
- Fernández Grecco, R.; Mazzanti, A. y Echeverría, H. (1995). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento de forraje de un pastizal natural de La Pampa Deprimida Bonaerense Argentina). Actas 19° Cong. Arg. Prod. Anim. 173-176
- Fernández Grecco, R.; Sciotti, A. y Mazzanti, A. (1996). Fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la acumulación de forraje de *Thinopyrum ponticum*. Rev. Arg. Prod. Anim, (supl. 1) 16:223-224.
- Ferrando, C.; Namur, P.; Leguiza, D. (1996). Efectos de la intensidad de utilización sobre la producción de materia seca de *Cenchrus ciliaris*. Rev. Arg. Prod. Anim, (supl. 1) 16:165-166
- Fontanetto, H.; Gambaudo, S. y Keller, O. (2011). Balance de nutrientes en sistemas pastoriles. [en línea] <[http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_fertilizacion/52-balance.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/52-balance.pdf) [último acceso: 14-10-2014]
- García, F.; Micucci, F.; Rubio, G.; Ruffo, M. y Daverede, I. (2002). Fertilización de forrajes en la región pampeana. Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdeos. Boletín técnico. Instituto de la Potasa y el fósforo (INPOFOS) Cono Sur. 61 pp.
- Gargano, A.; Aduriz, M.; Busso, C. y Amela, M. (2003). Nitrogen and row spacing on *Digitaria eriantha* production and digestibility. J. Range Manage. 56(5):483-488
- Gillen, R. y Berg, W. (1998). Nitrogen fertilization of a native grass planting in western Oklahoma. J. Range Manage. 51(4):436-441
- Ginzo, H.; Collantes, M. y Caso, O. (1982). Fertilization of a native grassland in the “depresión del Rio Salado”, province of Buenos Aires: herbage dry matter accumulation and botanical composition. J. Range Manage. 35(1):35-39.
- Goetz, H. (1969). Composition and yields of native grassland sites fertilized at different rates of nitrogen. J. Range Manage. 22:384-390
- Gomes, L. (2000). Produtividade de um campo nativo melhorado submetido a adubação nitrogenada. Tesis maestrado em zootecnia . Faculdade de Agronomía Universidade Federal do Rio Grande de Sul, Porta Alegre, RS 93 pp.
- Gong, X; Chen, Q; Dittert, K; Taube, F y Lin, S. (2011). Nitrogen, phosphorus and potassium nutritional status of semiarid steppe grassland in Inner Mongolia. Plant Soil 340:265–278

- Guevara, J.; Stasi, C.; Estevez, O. y Le Houerou, H. (2000). N and P fertilization on rangeland production in Midwest Argentina. *J. Range Manage.* 53:410–414.
- Houston, W. y Hyder, N. (1975). Ecological effects and fate of N following massive N fertilization of mixed-grass plains. *J. Range Manage.* 28:56-60.
- Iacopini, M.; Rey, R.; Pueyo, J.; Fonseca, J.; Burns, J. y Vicentin, J. (2005a). Producción y calidad forrajera de un pastizal natural (Entre Ríos, Argentina) fertilización nitrogenada. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23 (supl.1)-187:188
- Iacopini, M.; Rey, R.; Pueyo, J.; Fonseca, J.; Burns, J. y Vicentin, J. (2005b). Producción y calidad forrajera de un pastizal natural (Entre Ríos, Argentina) fertilización fosforada. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23 (supl.1) -188:189
- Jauregui, J. (2011). Evaluación de la producción de biomasa de *Setaria sphacelata* (*Schumach.*) *var. anceps* (*cv. Narok*) en Cuenca del Salado, Tesis. Universidad Católica A. 30 pp.
- Jones, C. (1996). Pastoral value and production from native pastures New Zeal. *J. Agr. Res.* 39: 449-456
- Klippel, G. y Retzer, J. (1959). Response of Native Vegetation of the Central Great Plains to Applications of Corral Manure and Commercial Fertilizer. *J. Range Manage.* 12: 239-243
- Ladwig, L.; Collins, S.; Swann, A.; Xia, Y.; Allen, M. y Allen, E. (2012). Above and belowground responses to nitrogen addition in a Chihuahuan Desert grassland *Oecologia* 169:177–185
- Lazenby, A. (1981). British grasslands: past, present and future. *Grass Forage Sci.*36:243-266
- León, R. y Oesterheld, M. (1982). Envejecimiento de pasturas implantadas en el Norte de la depresión del salado. Un enfoque sucesional. *Rev. Facultad de Agronomía* 3(1): 41-49
- Lezana, L.; Pueyo, J.; Iacopini, M.; Fonseca, J.; Burns, J. y Mansilla A. (2008) Medición de la producción primaria del pastizal natural en el centro-norte de la provincia de Entre Ríos. Red de ensayos. Informe INTA
- Lezana, L.; Pueyo J.; Fonseca J.; Burns J.; Dupleich J.; Noir A.; Noir M.; Cardona O.; Tymkow S.; Kühn B.; Gyukits S.; Trulls B. y Marnetto M. (2014). Productividad Primaria Neta Aérea (PPNA) del pastizal natural en el centro-norte de Entre Ríos. Red de ensayos. Informe INTA
- Lorenz, R. y Rogler, G. (1973). Interaction of fertility level with harvest date and frequency on productiveness of mixed prairie. *J. Range Manage.* 26:50-54.

- Lü, X.-T., Dijkstra, F.A., Kong, D.-L., Wang, Z.-W. y Han, X.-G. (2014). Plant nitrogen uptake drives responses of productivity to nitrogen and water addition in a grassland. *Sci. Rep.* 4, 4817; DOI:10.1038/srep04817
- Mamolos, A.; Vasilikos, C. y Veresoglou, D. (2004). Vegetation in contrasting soil water sites of upland herbaceous grasslands and N: P ratios as indicators of nutrient limitation. *Plant and Soil* 270: 355–369
- Marino, M y Agnusdei, M. (2007). Abastecimiento de fósforo y de nitrógeno en pasturas para una ganadería productiva y sustentable. 12° Jornada ganadera de Benito Juarez. 5 pp.
- Marino, M. y Berardo, A. (2000). Fertilización fosfatada de pasturas en el sudeste Bonaerense. II- Efecto de la aplicación de nitrógeno sobre la respuesta a fosforo. *Rev. Arg. Prod. Anim. (supl.2)* 20:113-121
- Martín, B.; Galleano, V.; Spiller, L.; Vilche, M. y Montico, S. (2011). Evaluación de la productividad primaria de un pastizal templado en Santa Fe, Argentina. *Arch. Zootec.* 60 (232):965-975.
- Mascó, M. (1995). Introducción de especies forrajeras nativas y exóticas en el sur de la Patagonia (provincia de Santa Cruz). *Rev. Arg. Prod. Anim. (supl.1)* 15:286-290
- McIvor, J. (2005). Australian grasslands En: *Grasslands of the world*. Ed. Suttie, J.; Reynolds, S. and Batello, C. FAO chapter 9. 343-374
- Melgar, R. y Torres Duggan, M. (2002) Forrajeras subtropicales. INTA Tucumán
- Melgar, R. y Torres Duggan, M. (2005) Forrajeras subtropicales: mirando al norte. [en línea] <[http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_fertilizacion/06-forrajeras\\_subtropicales.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/06-forrajeras_subtropicales.pdf) [último acceso: 14-10-2014]
- Mertens, D. (1996). Methods in modelling feeding behaviour and intake in herbivores. *Ann. Zootech* 45:153-164.
- Myers, R. y Robbins, G. (1991). Sustaining productive pastures in the tropics 5. Maintaining productive sown grass pastures *Tropical Grasslands* 25:104-110
- Nabinger, C; de Faccio Carvalho, P; Cassiano Pinto, E.; Mezzalira, J.; Martins Brambilla, D. y Boggiano, P. (2011). Servicios ecosistémicos de las praderas naturales: ¿es posible mejorarlos con más productividad? *ALPA* 19(3-4): 27-34
- Noailles Bosch, E.; Piantanida, N.; Peticari, A.; Donato de Cobo, L.; Gomez, L; Zanelli, M.; Mavrek, G.; Pacheco Basurco, J.; Delafosse, R. y Pittaluga, A. (2004). Resultados de fertilizaciones e intersiembras en suelos con aptitud ganadera. [en línea] <[http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_fertilizacion/02-fertilizaciones\\_e\\_intersiembras.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/02-fertilizaciones_e_intersiembras.pdf) [último acceso: 14-10-2014]

- Nordenstahl, M.; Gundel, P.; Clavijo, M. y Jobbágy, E. (2011). Forage production in natural and afforested grasslands of the Pampas: ecological complementarity and management opportunities. *Agroforest Syst.* 83:201–211
- Oosterheld, M. y León, R. (1987). El envejecimiento de las pasturas implantadas: su efecto sobre la productividad primaria. *Turrialba* 37 (1) 29:35
- Oosterheld, M.; Sala, E. y Mcnaughton, S. (1992). Effect of animal husbandry on herbivore-carrying capacity at a regional scale. *Nature* 356:234-236
- Ospina, S.; Rusch, G.; Pezo, D.; Casanoves, F. y Sinclair, F. (2012). More Stable Productivity of Semi Natural Grasslands than Sown Pastures in a Seasonally Dry Climate. *PLoS ONE* 7(5): e35555. doi:10.1371/journal.pone.0035555
- Otondo, J. (2011). Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la pampa inundable. Tesis. EPG. FAUBA, 58 pp.
- Paschke, M.; McLendon, T. y Redente, E. (2000). Nitrogen Availability and Old-Field Succession in a Shortgrass Steppe. *Ecosystems* 3:144–158
- Pizzio, R y Fernández, G. (2003). Herramientas para el manejo del campo natural. [en línea] <[http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20naturales/05-herramientas\\_manejo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/05-herramientas_manejo.pdf) [último acceso: 14-10-2014]
- Pizzio, R. y Royo Pallarés, O. (1994). Utilización y manejo de los pastizales del ecosistema Campos de Argentina. En: Utilización y manejo de pastizales. Editor: Pignau, J. IICA-PROCISUR. Montevideo. 266 pp.
- Privitello, L.; Lorenzoni, L.; Rosa, S.; Leporati, J y Frigerio, K. (2012). Nitrogen fertilization in a psammophilous grassland of San Luis, Argentina. *Cuban J. Agr Sci.* 46(2):217-220
- Rauzi, F. (1978). High rates of nitrogen change composition of shortgrass rangeland in southeastern Wyoming. *J. Range Manage.* 31:366-370.
- Rauzi, F. y M. L. Fairbourn. (1983). Effects of annual applications of low N fertilizer rates on a mixed grass prairie. *J. Range Manage.* 36:359-362.
- Renolfi, R.; Perotti, M.; Gómez, A. y Radrizzani, A. (2005). Producción de forraje de gramíneas megatérmicas en el sitio "gramillal" del sudeste de Santiago del Estero. *Rev. Arg. Prod. Anim. (supl.1)* 25:101-230
- Rodríguez, A.; Jacobo, E., Scardaoni, P. y Deregibus, V. (2007). Effect of Phosphate Fertilization on Flooding Pampa Grasslands (Argentina) Rangeland *Ecol. Manage.* 60:471–478.

- Rubio, H.; Wood, M.; Gomez, A. y Reyes, G. (1996). Native forage quality, quantity, and profitability as affected by fertilization in northern Mexico. *J. Range Manage.* 49:315-319.
- Sala, E.; Parton, J.; Joyce, A. y Lauenroth, K. (1988). Primary production of the central grassland region of the United States. *Ecology* 69:40–5.
- Samuel, M.; Rauzi, F. y Hart, R. (1980). Nitrogen fertilization of range: yield, protein content, and cattle behavior. *J. Range Manage.* 33:119-121.
- Semmartin, M., Oyarzabal, M., Loreti, J. y Oesterheld, M. (2007). Controls of primary productivity and nutrient cycling in a temperate grassland with year-round production. *Austral Ecol.* 32:416–428.
- Smoliak, S. (1965). Effects of manure, straw and inorganic fertilizers on Northern Great Plains ranges. *J. Range Manage.* 18:11-15.
- Suttie, J.; Reynolds, S. y Batello, C. (2005). En: *Grasslands of the world*. Ed. Suttie, J.; Reynolds, S. y Batello, C. FAO Chapter 1. 1-17.
- Türk, M.; Çelik, N.; Bayram, G. y Budakli, E. (2007). Effects of Nitrogen and Phosphorus on Botanical Composition, Yield and Nutritive Value of Rangelands Asian *J. of Chemistry* 19(7):5351-5359
- Vazquez, P.; Costa, J.; Monterubbianesi, G y Godz, P. (2001). Predicción de la productividad primaria de pastizales naturales de la pampa deprimida utilizando propiedades del horizonte A. *Cienc. Suelo* 19(2):136-143
- Vechio, M.; Golluscio, R. y Cordero, M. (2008) Cálculo de la receptividad ganadera a escala de potrero en pastizales de la Pampa Deprimida. *Ecol. Austral* 18:213-222
- Whitaker, O. (2000). Native grasslands – who needs them? 37-40 In: Barlow, T. & Thorburn, R. (eds) 2000. *Balancing Conservation and Production in Grassy Landscapes*. Proceedings of the Bushcare Grassy Landscapes Conference, 19-21 August 1999, Clare, SA. Environment Australia, Canberra.
- Wu G.-L.; Liu Z.-H.; Zhang L.; Hu T.-M. y Chen J.-M. (2010). Effects of artificial grassland establishment on soil nutrients and carbon properties in a black-soil-type degraded grassland. *Plant Soil* 333:469–479
- Zhou, H; Zhao, X; Tang, Y; Gu, S y Zhou, L. (2005). Alpine grassland degradation and its control in the source region of the Yangtze and Yellow Rivers China. *Japanese Society of Grassland Sci.* 51:191–203

## 7. Anexo

Tabla 1: Resultados de regresiones lineales de los tratamientos de fertilización con N, N+P y N

### Análisis de regresión lineal

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
PPNA pastizal con Nitrógeno	151	0,74	0,74	753292,50	2471,78	2480,84

### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	671,81	102,74	468,80	874,83	6,54	<0,0001		
PPNA pastizal sin Nitrógeno	1,07	0,05	0,96	1,17	20,58	<0,0001	421,88	1,00

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	310651226,33	1	310651226,33	423,70	<0,0001
PPNA pastizal sin Nitrógeno	310651226,33	1	310651226,33	423,70	<0,0001
Error	109244087,85	149	733181,80		
Total	419895314,19	150			

### Análisis de regresión lineal

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
PPNA pastizal con N y P	68	0,64	0,63	2056183,24	1182,65	1189,31

### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	2130,05	246,82	1637,26	2622,84	8,63	<0,0001		
PPNA pastizal sin N y P	0,86	0,08	0,70	1,02	10,81	<0,0001	116,07	1,00

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	230583407,36	1	230583407,36	116,80	<0,0001
PPNA pastizal sin N y P	230583407,36	1	230583407,36	116,80	<0,0001
Error	130295040,41	66	1974167,28		
Total	360878447,76	67			

### Análisis de regresión lineal

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
PPNA pastizal con Fósforo	43	0,93	0,93	578529,74	693,79	699,07

### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	323,69	192,44	-64,96	712,33	1,68	0,1002		
PPNA pastizal sin Fósforo	1,06	0,05	0,97	1,15	23,31	<0,0001	531,22	1,00

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	294899105,89	1	294899105,89	543,12	<0,0001
PPNA pastizal sin Fósforo	294899105,89	1	294899105,89	543,12	<0,0001
Error	22261700,71	41	542968,31		
Total	317160806,60	42			

Tabla 2: Resultados prueba t para pasturas implantadas y pastizales

### Prueba t para una media

Valor de la media bajo la hipótesis nula: 0

Columnal	Variable	n	Media	DE	LI(95)	T	p(Unilateral D)
pastizal	PPNA	56	3933,01	2064,65	3471,42	14,26	<0,0001
pastura	PPNA	59	5762,71	2433,26	5233,19	18,19	<0,0001

Tabla 3: Listado de los trabajos consultados sobre pastizales naturales

<b>Autor</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Recurso</b>	<b>Fuente Mineral</b>	<b>Dosis kg N/ha</b>	<b>Dosis kg N+P/ha</b>	<b>Dosis kg P/ha</b>
Bermúdez y Ayala, 2005	Uruguay región Basalto, cuenca de la laguna Merín	Pastizal natural: <i>Paspalum notatum</i> , <i>Axonopus affinis</i> , <i>Paspalum dilatatum</i> , entre otras especies.	s/d	320	--	200
Berretta, 2005	Uruguay región Basalto	Pastizal natural: <i>Schizachyrium spicatum</i> , <i>Chloris grandiflora</i> , <i>Eragrostis neesii</i> , <i>Bouteloua megapotamica</i> , <i>Paspalum notatum</i> , <i>Bothriochloa laguroides</i> , entre otras especies.	Sin fertilización	--	--	--
Bissio, 1996	Argentina, Santa Fé, Reconquista	Pastizal natural: <i>Schizachyrium paniculatum</i> ; <i>Paspalum notatum</i> y <i>Paspalum urvillei</i>	Sin fertilización	--	--	--
Buis <i>et al.</i> , 2009	Estados Unidos, Kansas	Pastizal natural: dominado por <i>Andropogon gerardii</i> y <i>Sorghastrum nutans</i> .	Nitrato de amonio	100	--	--
Burzlaff <i>et al.</i> , 1968	Estados Unidos, Nebraska	Pastizal natural: <i>Bouteloua gracilis</i> , <i>Calamovilfa Zongifolia</i> , <i>Stipa comata</i> , <i>Andropogon hali</i> y <i>Sporobolus cryptandrus</i> .	Nitrato de amonio	6,8; 13,6; 27,21	--	--
Colabelli y Agnusdei, 2007	Argentina, Buenos Aires, Castelli-Pila	Pastizal natural: comunidad "B" <i>Piptochaetium montevidensis</i> , <i>Ambrosia tenuifolia</i> , <i>Mentha pulegiu</i> , entre otras especies.	Sin fertilización	--	400+50; 200+50	--
Collantes <i>et al.</i> , 1998	Argentina, Buenos Aires, Chascomús	Pastizal natural.	s/d	100	100+25; 100+50	25; 50
Cosper y Thomas, 1961	Estados Unidos, Northern Great Plains	Pastizal natural: <i>Agropyron smithii</i> ; <i>Stipa viridula</i> ; <i>Bromis tectorum</i> .	Nitrato de amonio y Superfosfato triple de calcio	45; 90; 179	45+39; 90+39; 45+78; 90+78; 179+78	39; 78
Fernández Grecco <i>et al.</i> , 1995	Argentina, Buenos Aires, Ayacucho	Pastizal natural.	s/d	50; 100; 150; 200	--	--

<b>Autor</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Recurso</b>	<b>Fuente Mineral</b>	<b>Dosis kg N/ha</b>	<b>Dosis kg N+P/ha</b>	<b>Dosis kg P/ha</b>
Fernández Grecco, 2001	Argentina, Buenos Aires (pampa deprimida)	Pastizal natural de media loma.	s/d	--	50+20; 100+20; 150+20; 200+20; 100+25	20
Gillen and Berg, 1998	Estados Unidos, Oklahoma	Pastizal natural.	s/d	35	--	--
Goetz, 1969	Estados Unidos, North Dakota	Pastizal natural.	Nitrato de amonio	37; 75; 112	--	--
Gomes, 2000	Brasil, Rio Grande del Sur	Pastizal natural.	s/d	100; 200	--	--
Gong <i>et al.</i> , 2011	China, Mongolia	Pastizal natural.	Urea	25; 50	--	--
Guevara <i>et al.</i> , 2000	Argentina, Mendoza	Pastizal natural: <i>Panicum urvilleanum</i> ; <i>Aristida mendocina</i> , <i>Aristida inversa</i> ; <i>Chloris castilloniana</i> ; <i>Digitaria californica</i> ; <i>Pappophorum philippianum</i> ; <i>Setaria leucopila</i> ; <i>Sporobolus cryptandrus</i> .	Nitrato de amonio; Superfosfato triple de calcio	25	25+11	11
Houston y Hyder, 1975	Estados Unidos, Wyoming	Pastizal natural dominado por <i>Bouteloua gracilis</i> y <i>Agropyron smithii</i> .	Nitrato de amonio	224; 448; 672	--	--
Iacopini <i>et al.</i> , 2005 a	Argentina, Entre Ríos, Feliciano	Pastizal natural, ( <i>Axonopus affinis</i> , <i>Stipa</i> sp., <i>Pipitochaetium montevidensis</i> , <i>Botriochloa</i> sp. y <i>Paspalum</i> sp)	Urea y hiperfosfato	--	28+12; 56+12	--
Iacopini <i>et al.</i> , 2005 b	Argentina, Entre Ríos, Feliciano	Pastizal natural, ( <i>Axonopus affinis</i> , <i>Stipa</i> sp., <i>Pipitochaetium montevidensis</i> , <i>Botriochloa</i> sp. y <i>Paspalum</i> sp)	Urea y hiperfosfato	--	28+12; 28+24	--
Klipple y Retzer, 1959	Estados Unidos, Colorado	Pastizal natural.	Nitrato de amonio y Superfosfato triple de calcio	90	90+112	112

<b>Autor</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Recurso</b>	<b>Fuente Mineral</b>	<b>Dosis kg N/ha</b>	<b>Dosis kg N+P/ha</b>	<b>Dosis kg P/ha</b>
Ladwig <i>et al.</i> , 2012	Estados Unidos, New Mexico	Pastizal natural dominado por C <sub>4</sub> ej. <i>Bouteloua eriopoda</i> .	Nitrato de amonio	100	--	--
Lezana <i>et al.</i> , 2008	Argentina, Entre Ríos	Pastizal natural.	Sin fertilización	--	--	--
Lezana <i>et al.</i> , 2014	Argentina, Entre Ríos	Pastizal natural.	Sin fertilización	--	--	--
Lorenz y Rogler, 1973	Estados Unidos, North Dakota	Pastizal natural: <i>Agropyron smithii</i> , <i>Stipa comata</i> , <i>Bouteloua gracilis</i> y <i>Artemisia frigida</i> .	Nitrato de amonio y Superfosfato triple	45; 90; 179	90+20	20
Lü <i>et al.</i> , 2014	China	Pastizal natural: <i>Stipa grandis</i> , <i>Achnatherum sibiricum</i> y <i>Agropyron cristatum</i>	Urea	175	--	--
Mamolos <i>et al.</i> , 2004	Grecia	Pastizal natural.	Urea y Superfosfato triple de calcio	150	150+100	100
Martin <i>et al.</i> , 2011	Argentina, Santa Fe	Pastizal natural.	Sin fertilización	--	--	--
Noailles Bosch <i>et al.</i> , 2004	Argentina, Buenos Aires, Coronel Brandsen	Pastizal natural.	Superfosfato triple de calcio	--	--	30
Nordenstahl <i>et al.</i> , 2011	Argentina, Buenos Aires, Castelli	Pastizal natural: <i>Piptochaetium montevidense</i> , <i>Stipa sp.</i> , <i>Piptochaetium sp.</i> , <i>Bromus sp.</i> , <i>Lolium sp.</i> and <i>Festuca sp.</i> , <i>Paspalum sp.</i> y <i>Bothriochloa</i> .	Sin fertilización	--	--	--
Paschke <i>et al.</i> , 2000	Estados Unidos, Colorado	Pastizal natural: <i>Lactuca scariola</i> , <i>Salsola iberica</i> y <i>Kochia scoparia</i> .	Nitrato de amonio	100	--	--
Pizzio y Fernández, 2003	Argentina, Corrientes, Mercedes	Pastizales naturales de Pajonales-Pastos cortos tiernos y Flechillares	Sin fertilización	--	--	--
Pizzio y Pallarés, 1994	Argentina, Corrientes	Pastizales de Fechillares, Pastos cortos, Espartillares, Pajonales y Mosaicos.	Sin fertilización	--	--	--

<b>Autor</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Recurso</b>	<b>Fuente Mineral</b>	<b>Dosis kg N/ha</b>	<b>Dosis kg N+P/ha</b>	<b>Dosis kg P/ha</b>
Privitello <i>et al.</i> , 2012	Argentina, San Luis	Pastizal natural psammofilos	s/d	64,4; 110,4	--	--
Rauzi, 1978	Estados Unidos, Wyoming	Pastizal natural dominado por <i>Bouteloua gracilis</i> , <i>Buchloe dactyloides</i> y <i>Agropyron smithii</i> .	Nitrato de amonio	168	--	--
Rauzi y Fairbourn, 1983	Estados Unidos, Wyoming	Pastizal natural dominado por <i>Bouteloua gracilis</i> , <i>Agropyron smithii</i> y <i>Carex sp.</i>	Nitrato de amonio	22; 34	--	--
Rodríguez <i>et al.</i> , 2007	Argentina, Buenos Aires (pampa deprimida)	Pastizal natural	s/d	--	--	29;66
Rubio <i>et al.</i> , 1996	México, Chihuahua	Pastizal natural: <i>Setaria sp.</i> , <i>Microchloa kuntii</i> , <i>Aristida sp.</i> y <i>Bouteloua hirsuta</i> .	Nitrato de amonio, Sulfato de amonio, Urea y Superfosfato triple de calcio	60	60+30; 120+30; 80+40; 60+60; 120+60; 180+60; 120+90	30
Samuel <i>et al.</i> , 1980	Estados Unidos, Wyoming	Pastizal natural: <i>Bouteloua gracilis</i> , <i>Agropyron smithii</i> , <i>Carex eleocharis</i> , <i>Stipa comata</i> , <i>Koeleria cristata</i> y <i>Poa secunada</i> .	Nitrato de amonio	22; 34	--	--
Semmartin <i>et al.</i> , 2007	Argentina, Buenos Aires (pampa deprimida)	Pastizal natural: <i>Ambrosia tenuifolia</i> , <i>Lolium multiflorum</i> , <i>Stenotaphrum secundatum</i> , <i>Leersia hexandra</i> , <i>Panicum gouinii</i> , <i>Bothriochloa laguroides</i> , <i>Paspalidium paludivagum</i> , y <i>Setaria geniculata</i> .	Nitrato de amonio y Superfosfato triple de calcio	250	--	210
Smoliak, 1965	Canadá, Alberta.	Pastizal natural: <i>Stipa comata</i> , <i>Poa secunda</i> , entre otras especies.	Sin fertilización	--	--	--

<b>Autor</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Recurso</b>	<b>Fuente Mineral</b>	<b>Dosis kg N/ha</b>	<b>Dosis kg N+P/ha</b>	<b>Dosis kg P/ha</b>
Türk <i>et al.</i> , 2007	Turquía, Bursa	Pastizal natural: <i>Onobrychis sativa</i> , <i>Trifolium resupinatum</i> , <i>Medicago falcata</i> , <i>Melilotus officinalis</i> , <i>Bromus japonicus</i> , <i>Lolium perenne</i> , entre otras especies.	Nitrato de amonio y Superfosfato triple de calcio	50; 100; 150	50+50; 100+50; 50+100; 100+100; 150+100; 50+150	50; 100
Vechio <i>et al.</i> , 2008	Argentina, Buenos Aires, Magdalena	Pastizal natural: comunidad "B" <i>Piptochaetium montevidensis</i> , <i>Ambrosia tenuifolia</i> y <i>Mentha pulegium</i> , entre otras especies.	Sin fertilización	--	--	--

s/d: Sin dato

Tabla 4: Listado de los trabajos consultados sobre pasturas

<b>Autor</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Pastura implantada</b>
Alonso y Borrajo 2003	Argentina, Balcarce	<i>Thinopyrum ponticum</i>
Beneitez <i>et al.</i> , 2005	Argentina, La Pampa	<i>Festuca arundinacea; Eragrotis superba</i>
Borrajo <i>et al.</i> , 2008 citado por Otondo (2011)	Argentina, Corrientes	<i>Chloris gayana</i>
Castro <i>et al.</i> , 2001 citado por Otondo (2011)	Argentina, Santa fé	<i>Chloris gayana y Panicum coloratum</i>
Coraglio <i>et al.</i> , 1998 citado por De León (2004)	Argentina, Córdoba	<i>Chloris gayana cv B59/209; Panicum coloratum cv.makarikari; Panicum maximum cv Gatton; Digitaria smutsii cv 27/84; Digitaria smutsii cv 20/84; Eragrotis curvula cv morpa</i>
Cornacchione <i>et al.</i> , 2007 citado por Otondo (2011)	Argentina, Santiago del estero	<i>Chloris gayana</i>
Cornacchione <i>et al.</i> , 2007 citado por Otondo (2011)	Argentina, Santiago del estero	<i>Chloris gayana y Panicum coloratum</i>
Costa <i>et al.</i> , 1995	Argentina, Entre Ríos	<i>Bromus auleticus cultivares: campero, lk, pampero</i>
Crisanti <i>et al.</i> , 2005	Argentina, Buenos Aires, Bahía Blanca	<i>Digitaria eriantha</i>
De León 1998 b citado por Díaz 2007	Argentina, Catamarca	<i>Cenchrus ciliaris cultivares: molopo; biloela, texas 4464</i>
De león <i>et al.</i> , 1995	Argentina, Córdoba	<i>Bothriochloa ischaemun; Hyparrhenia ruffa; Panicum coloratum cultivares: Bambatsi, Klein verde; Panicum maximum cultivares: Green panic y Gatton panic</i>
De León <i>et al.</i> , 1995 citado por Otondo (2011)	Argentina, Córdoba	<i>Panicum coloratum</i>
De León, 1998 b, citado por De León (2004)	Argentina, Córdoba	<i>Panicum maximum cultivares: Gatton panic Green panic; Panicum coloratum cv. Klein verde; cenchrus ciliaris cultivares: molopo, texas; Chloris gayana ec. Local</i>
De León, 1998 b, citado por De León (2004)	Argentina, Salta	<i>Cenchrus ciliaris cultivares: molopo; texas 4464; gayndah; biloela; Panicum maximum cultivares Gatton panic, Green panic; Panicum colotatum cv bambatsi</i>
De León, 1998 citado por De León (2004)	Argentina, Córdoba	<i>Chloris gayana varios cultivares; Panicum coloratum cultivares: bambatsi, klein verde; Digitaria eriantha; Eragrotis superba; Antephora pubescens</i>
Fernández Grecco <i>et al.</i> , 1996	Argentina, Buenos Aires, Balcarce	<i>Thinopyrum ponticum</i>

<b>Autor</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Pastura implantada</b>
Ferrando <i>et al.</i> , 1996	Argentina, Catamarca	<i>Cenchrus ciliaris</i> cultivares: molopo; biloela, texas 4464, american, numbank
Ferrando <i>et al.</i> , 2005 citado por Otondo (2011)	Argentina, La Rioja	<i>Panicum coloratum</i>
Gargano <i>et al.</i> , 2003	Argentina, Buenos Aires, Bahía Blanca	<i>Digitaria eriantha</i>
Goldfarb, 2003 citado por Altuve (2008)	Argentina, Corrientes	<i>Setaria sphacelata</i>
Huarte y García, 2008 citado por Otondo (2011)	Argentina, Buenos Aires (cuenca del salado)	<i>Chloris gayana</i> y <i>Panicum coloratum</i>
Jauregui, 2011	Argentina, Buenos Aires, Verónica	<i>Setaria sphacelata</i>
Mascó, 1995	Argentina, Santa Cruz	<i>Festuca rubra</i> ; <i>Poa ampla</i> ; <i>Elytrigia reoens</i> x <i>Pseudoroegneria spicata</i> ; <i>Agropyron cristatum</i> x <i>Agropyron desertorum</i> ; <i>Agropyron cristatum</i> ; <i>Festuca rubra</i>
Melgar y Torres Duggan, 2002	Argentina, Corrientes	<i>Setaria sphacelata</i>
Melgar y Torres Duggan, 2005	Argentina, Santa fé, Reconquista	<i>Setaria sp.</i>
Monti <i>et al.</i> , 2009 citado por Otondo (2011)	Argentina, Santa fé	<i>Chloris gayana</i>
Namur <i>et al.</i> , 1996 citado por De León (2004)	Argentina, La Rioja	<i>Cenchrus ciliaris</i> cultivares: molopo; nueces; tambazimbi; biloela, spf 824; texas 4464, american, q3461; gayndah
Otondo, 2011	Argentina, Buenos Aires, Chascomús	<i>Chloris gayana</i> y <i>Panicum coloratum</i>
Radrizzani <i>et al.</i> , 2005 citado por Otondo (2011)	Argentina, Chaco	<i>Chloris gayana</i> y <i>Panicum coloratum</i>
Renolfi <i>et al.</i> , 2007 a citado por Otondo (2011)	Argentina, Santiago del estero y Chaco	<i>Chloris gayana</i> y <i>Panicum coloratum</i>
Renolfi <i>et al.</i> , 2007 b citado por Otondo (2011)	Argentina, Chaco	<i>Panicum coloratum</i>
Renolfi <i>et al.</i> , 2005	Argentina, Santiago del estero	<i>Chloris gayana</i> varios cultivares

<b>Autor</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Pastura implantada</b>
Ricci <i>et al.</i> , 2000 b citado por Otondo (2011)	Argentina, Tucumán	<i>Chloris gayana</i>
Stritzler <i>et al.</i> , 1996 citado por Otondo (2011)	Argentina, La Pampa	<i>Panicum coloratum</i>