



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

Ingeniería agronómica

“Evaluación de la fertilización otoñal en la pradera húmeda de mesófitas de un pastizal de la Pampa Deprimida”

Trabajo final de carrera para optar por el título de Ingeniera Agrónoma

Autor: Vitale Morena, Erina

Legajo: 27953/8

DNI: 38948265

Correo electrónico: erinavm@gmail.com

Teléfono: 2314-470427

Director/a: Heguy, Bárbara

Co-Director: Fernández, Federico

Fecha de entrega: 27 de octubre de 2020

Índice

Índice	2
Título	3
Modalidad	3
Resumen	3
Introducción	4
Objetivo	6
Hipótesis	6
Materiales y métodos	7
<i>Diseño experimental</i>	7
<i>Efecto de la fertilización en la PPNA</i>	8
Resultados	8
<i>PPNA total período otoño-invierno</i>	8
<i>PPNA otoño</i>	9
<i>PPNA invierno</i>	10
<i>Tasa de Crecimiento</i>	11
<i>Receptividad ganadera</i>	12
Discusión	13
Bibliografía	15
Anexo I	¡Error! Marcador no definido.

Título

“Evaluación de la fertilización otoñal en la pradera húmeda de mesófitas de un pastizal de la Pampa Deprimida”

Modalidad

Participación en Proyectos Acreditados de Investigación y/o Extensión.

Resumen

La producción de cría bovina es la actividad preponderante en la Pampa Deprimida. Los pastizales naturales ocupan gran parte de su superficie y son la base forrajera para dicha actividad. El avance de la agriculturización junto con el corrimiento de la ganadería hacia zonas marginales han llevado a un aumento en la presión de pastoreo sobre los pastizales, dando la necesidad de incrementar el nivel de Productividad Primaria Neta Aérea (PPNA) con el fin de posibilitar la sustentabilidad de los sistemas. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la respuesta a la fertilización otoñal sobre la comunidad pradera húmeda de mesófitas de un pastizal de la Pampa Deprimida. Para llevar adelante dicha evaluación se reconocieron las comunidades vegetales y se establecieron las parcelas según el diseño experimental de bloques al azar, teniendo como factor el nutriente a fertilizar. Se delimitó una superficie de 200 m² y se dividió en subparcelas de 3x3 m, en las cuales se aplicó cada uno de los cuatro tratamientos al azar, con tres repeticiones cada uno (n:12). Los tratamientos fueron fertilización con 46 Kg/ha de nitrógeno (N), 10,5 kg/ha de fósforo (P) y la combinación de ambos nutrientes (NP) con 46 kg/ha de N y 10,5 kg/ha de P, además del tratamiento testigo (T). Luego se hicieron tres cortes de biomasa, uno al inicio del ensayo, el Corte 0 (5 de abril), Corte 1 (25 de mayo) y Corte 2 (26 de septiembre) abarcando el total del periodo otoño-invierno. El material recolectado fue separado por grupo funcional y llevado a estufa a 60°C hasta peso constante. Con los datos obtenidos se estimó la PPNA por el método de los incrementos positivos en el periodo total analizado, además del análisis separado otoñal e invernal y así se calcularon las tasas de crecimiento (TC) estacionales y la receptividad ganadera del recurso con la fórmula presentada por Golluscio (2009). La fertilización otoñal con P y NP en la pradera húmeda de mesófitas aumentó la PPNA total del recurso. Este resultado implica un aumento de la PPNA en una estación donde estos pastizales presentan una disminución muy marcada de las TC. Lograr un aumento de la PPNA otoño-invernal eleva la oferta forrajera del recurso que, junto a la realización de una asignación forrajera, acorde a los requerimientos de los animales, posibilita alcanzar el objetivo productivo realizando un uso sustentable del pastizal natural.

Introducción

La Pampa Deprimida posee una superficie de alrededor de 90.000 km² en el centro de la provincia de Buenos Aires, hacia el noreste y sudoeste de las sierras de Tandilia incluyendo la Depresión del Salado (Vervoorst, 1967) y la Región de Laprida (Etchevere, 1961). La provincia de Buenos Aires aporta el 36% de las cabezas de ganado bovino del país con un total de 19.118.662 cabezas (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2019). La Depresión del Salado y la Depresión de Laprida son las zonas de mayor relevancia en cuanto a la cría no solo de esta provincia sino también del país. Posee casi la mitad de las vacas (49%) y un 46% del stock total provincial en una superficie de 10,125 millones de hectáreas (Dillon, 2019).

La Pampa Deprimida conserva una de las áreas más grandes de pastizales naturales del mundo (Cabrera, 1994). En esta región, el pastizal desempeña un rol económico importante como principal sustento forrajero en la producción de cría bovina (Rearte, 1997; Cahuapé & Hidalgo, 2005). El pastizal de la Pampa Deprimida está constituido por un mosaico de estepas y praderas gramíneas con gran heterogeneidad florística (Vervoorst, 1967; León et al., 1979; Batista et al., 1988; Burkart et al., 1990; Burkart et al., 1998) descrita primero por Vervoorst (1967) y luego analizada en detalle en una serie de estudios fitosociológicos conducidos por Rolando León y sus colaboradores (León et al., 1979; Batista et al., 1988; Burkart et al., 1990; Burkart et al., 1998). Los diferentes estudios fitosociológicos fueron luego sintetizados en una clasificación general de las comunidades vegetales del pastizal en 5 grandes grupos: las Praderas de Mesófitas, las Praderas Húmedas de Mesófitas, las Praderas de Hidrófitas o Vegas de Ciperáceas, las Estepas de Halófitas y las Estepas Húmedas de Halófitas (Perelman et al., 2001; Burkart et al., 2005).

Estos pastizales se caracterizan por la predominancia de gramíneas y por la coexistencia de especies invierno-primaverales y estivo-otoñales capaces de vegetar en los meses fríos y cálidos, respectivamente. No obstante, la vegetación presenta una marcada estacionalidad con tasas de crecimiento que, en primavera y verano, oscilan entre los 25 (Deregibus & Cahuapé, 1983) y los 35 kg MS/ha.día (Cahuapé & Hidalgo, 1991), mientras que, en invierno y principios de primavera, 3,5 (Cahuapé & Hidalgo, 1991) y 8 kg MS/ha.día (Rimoldi, 1992). Su patrón de productividad tiene un máximo que se produce desde finales de primavera hasta principios del verano y su productividad media anual es de aproximadamente 5500 kg MS/ha (Sala et al., 1981; Semmartin et al., 2007).

Los pastos constituyen la dieta básica y más económica en la alimentación de rumiantes. Además, proporcionan materia orgánica al suelo, lo que ayuda en su conservación,

protegen los suelos de la erosión, conservan la humedad y restauran la fertilidad (Calderero, 2011).

La actividad ganadera tradicional compite por recursos de diferente índole con procesos productivos emergentes a gran escala como la agricultura. Por tanto, los pastizales naturales de la región se ven amenazados en cuanto al área disponible e intensidad de uso debido al corrimiento y concentración que sufre la ganadería hacia áreas marginales (Altesor, et al., 2010). El uso intensivo conduce al sobrepastoreo y a la degradación del pastizal. La limitada producción de forraje asociada a los severos usos que realiza el ganado sobre el pastizal, hace necesaria la búsqueda de alternativas de manejo y tecnológicas, que permitan aumentar la receptividad ganadera de los predios, sin afectar la sustentabilidad del recurso (Butti et al., 2012).

La productividad primaria aérea neta (PPNA) es una propiedad fundamental en el funcionamiento de los pastizales, 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 & Hyder, 1975; Jones, 1996).

La fertilización con fósforo (P) y nitrógeno (N) incrementa en gran medida la producción de forraje (Cospe & Thomas, 1961). Estudios reportan que la respuesta de N está condicionada por la disponibilidad de P en el suelo (Marino & Berardo, 2000). La mayoría de los suelos de uso ganadero en la región pampeana y peri-pampeana húmeda, poseen bajos niveles de fósforo, incluso debajo las 5 ppm (Aiello & Marino, 2015). Rodríguez et al., (2007) encontraron que en pastizales naturales la fertilización fosforada incrementó la PPNA de las gramíneas invernales anuales y de las leguminosas. El déficit de este nutriente disminuye las chances de producir satisfactoriamente leguminosas forrajeras de implantación tradicional. La fertilización fosforada podría aumentar tanto la posibilidad de instalación por enriquecimiento de forrajeras tradicionales adaptadas, como así también generar un efecto de promoción sobre las leguminosas nativas. Las gramíneas invernales usualmente utilizadas para enriquecer pastizales, se ven muy favorecidas por fertilizaciones otoñales de este elemento (Aiello & Marino, 2015).

La fertilización nitrogenada en pastizales naturales de la Pampa Deprimida es una práctica escasamente adoptada, sin embargo, debido al adecuado régimen de lluvias y cubriendo los requerimientos de fósforo, la fertilización nitrogenada invernal generaría un impacto sobre el crecimiento, atenuando el déficit de forraje con lo cual sería posible sostener una mayor carga animal (Fernández Grecco et al., 1995). Antecedentes previos (Marino, 1996; Lattanzi, 1998), han demostrado que las especies de ciclo invernal ven limitado su

crecimiento durante el período julio-septiembre como consecuencia de la severa deficiencia de nitrógeno (Echeverría & Bergonzi, 1995).

La fertilización resulta una práctica de gran impacto productivo en las pasturas implantadas, mejorando la producción de materia seca y el valor nutritivo del forraje y representa una herramienta muy interesante para optimizar la productividad forrajera (INTA, 2013), sin embargo, en los pastizales naturales la fertilización no ha sido una tecnología de gran difusión y por esta razón se pretende evaluar su aplicación.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y su combinación, aplicada en otoño, sobre la PPNA de una pradera húmeda de mesófitas de la Pampa Deprimida durante el otoño e invierno.

Hipótesis

La fertilización es una herramienta que permite aumentar la PPNA de las praderas húmedas de mesófitas presentes en la Pampa Deprimida.

Materiales y métodos

Diseño experimental

Se trabajó en el establecimiento “El Amanecer” perteneciente a la Universidad Nacional de La Plata, ubicado en la localidad de Vieytes, partido de Magdalena. El ensayo comenzó con el reconocimiento de las comunidades vegetales y se establecieron las parcelas según el diseño experimental.

EL diseño experimental utilizado fue un Diseño de Bloques al Azar (DBA), con el objetivo de minimizar el error por gradiente de fertilidad, teniendo como factor el nutriente a fertilizar. Se delimitó una superficie de 200 m² en la comunidad pradera húmeda de mesófitas y se dividió en subparcelas de 3x3 m, en las cuales se aplicó cada uno de los tratamientos al azar. Las mismas estuvieron excluidas del pastoreo durante el período de medición.

En cuanto a los tratamientos, la fertilización se realizó en otoño, aplicando distintos nutrientes, más el tratamiento testigo, con tres repeticiones (n=12). La diferencia entre los

tratamientos radica en los nutrientes utilizados para la fertilización, siendo estos nitrógeno y fósforo y la combinación de los mismos (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos del ensayo. Testigo (T), fertilización con nitrógeno (N), con fósforo (P) y con nitrógeno y fósforo (NP) expresado en kg de N.ha⁻¹ y kg de P.ha⁻¹

Tratamiento	T	N	P	NP
Otoño	0 – 0	46 – 0	0 - 10,5	46 – 10,5

La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo en el mes de marzo (comienzo de otoño). Los fertilizantes utilizados fueron Urea N-gradual (46-0-0) como fuente de nitrógeno y superfosfato triple de calcio (0-21-0-9) como fuente de fósforo. Las dosis aplicadas de nitrógeno y fósforo por hectárea fueron de 46 kg.ha⁻¹ y 10,5 kg.ha⁻¹ respectivamente. La aplicación se realizó en forma manual, asignando un tratamiento al azar a cada subparcela. Se efectuaron cortes al azar en las 12 parcelas. Los cortes fueron hechos en tres momentos, correspondientes al inicio, mitad y fin del período: Corte 0 (5 de abril), Corte 1 (25 de mayo) y Corte 2 (26 de septiembre) con tijera al ras del suelo en una superficie de 0,25 m².

Efecto de la fertilización en la PPNA

El material vegetal cosechado se separó en el laboratorio en tres fracciones: (1) biomasa verde, (2) muerta en pie y (3) broza. La biomasa verde se dividió en los diferentes grupos funcionales definidos para este tipo de pastizales (Jacobó et al., 2006): gramíneas anuales y perennes invernales (C3), gramíneas anuales y perennes estivales (C4), dicotiledóneas, monocotiledóneas no gramíneas y leguminosas. Luego de la separación el material recolectado se secó en estufa a 60°C hasta peso constante. Con los datos obtenidos se determinó el contenido de materia seca (kgMS.ha⁻¹).

La PPNA se estimó por el método de los incrementos positivos (Sala & Austin, 2000). Se sumaron los incrementos positivos de biomasa verde de los grupos funcionales que componen el pastizal y, a su vez, se consideró la senescencia y la descomposición como eventos simultáneos a la producción. De este modo, se sumaron los incrementos positivos del material muerto en pie cuando éstos eran menores a la disminución de biomasa verde.

De la misma forma se sumaron los incrementos positivos de broza cuando éstos eran menores que la disminución de material muerto en pie. Se calcularon las tasas de crecimiento (TC) ($\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$) para cada tratamiento, utilizando los valores de PPNA estacional y dividiéndolos por el número de días transcurridos entre cortes.

Los datos de PPNA permitieron estimar la receptividad con la fórmula presentada por Golluscio (2009), donde la receptividad ganadera es el resultado del producto entre la PPNA ($\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$) y el índice de cosecha (IC) ($\text{kg consumidos}\cdot\text{kg producidos}^{-1}$) dividido por el consumo individual anual del animal (CIA) ($\text{kgMS consumidos}\cdot\text{cabeza}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$).

Resultados

PPNA total período otoño-invierno

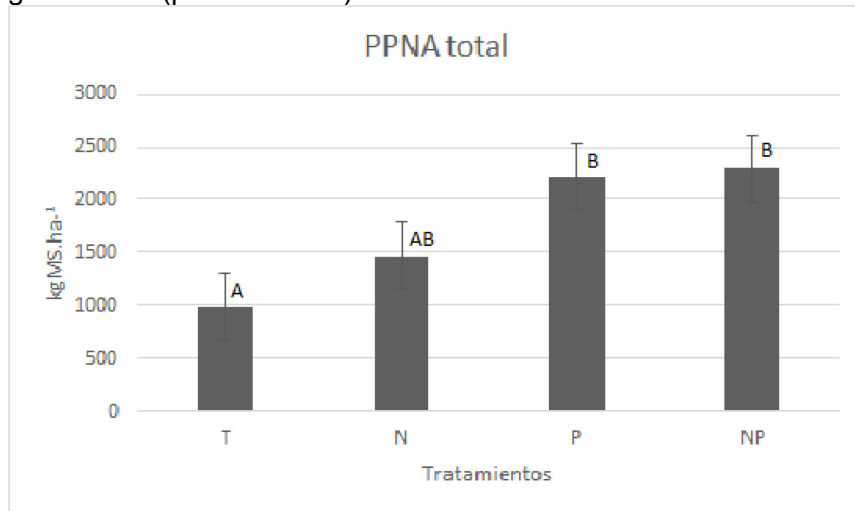
La fertilización con fósforo (P) y nitrógeno-fósforo (NP) aumentó significativamente la PPNA total ($p: 0,0033$) del pastizal cuando dicha pradera fue fertilizada con fósforo (P) y con nitrógeno-fósforo (NP) (ver Anexo). Al comparar el tratamiento P con el testigo (T) se observó un incremento en la productividad de 125% ($2219 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ vs $983 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$). El tratamiento NP produjo un 133% más que el T ($2292 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ vs $983 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$). Cuando se fertilizó únicamente con nitrógeno (N) se registraron valores intermedios de PPNA, con un incremento en la productividad de 49% (N: $1469 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ vs T: $983 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$). Los valores más bajos de productividad son obtenidos en el tratamiento T, sin fertilizar (Tabla 2) (Figura 1).

Tabla 2. Productividad Primaria Aérea Neta (PPNA) ($\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$) de la Pradera húmeda de mesófitas durante el otoño e invierno de cada tratamiento (T: testigo, N: nitrógeno, P: fósforo, NP: nitrógeno-fósforo). Letras diferentes en una misma columna muestran diferencias significativas ($p\text{-valor} < 0.05$)

Tratamiento	PPNA total
T (N ⁻ - P ⁻)	983 ^a
N (N ⁺ - P ⁻)	1469 ^{ab}
P (N ⁻ - P ⁺)	2219 ^b

NP (N ⁺ - P ⁺)	2292 ^b
--	-------------------

Figura 1. Productividad Primaria Aérea Neta (PPNA) (kgMS.ha⁻¹) de la Pradera húmeda de mesófitas durante el otoño e invierno de cada tratamiento (T: testigo, N: nitrógeno, P: fósforo, NP: nitrógeno-fósforo). Letras diferentes en una misma columna muestran diferencias significativas (p-valor <0.05).



PPNA otoño

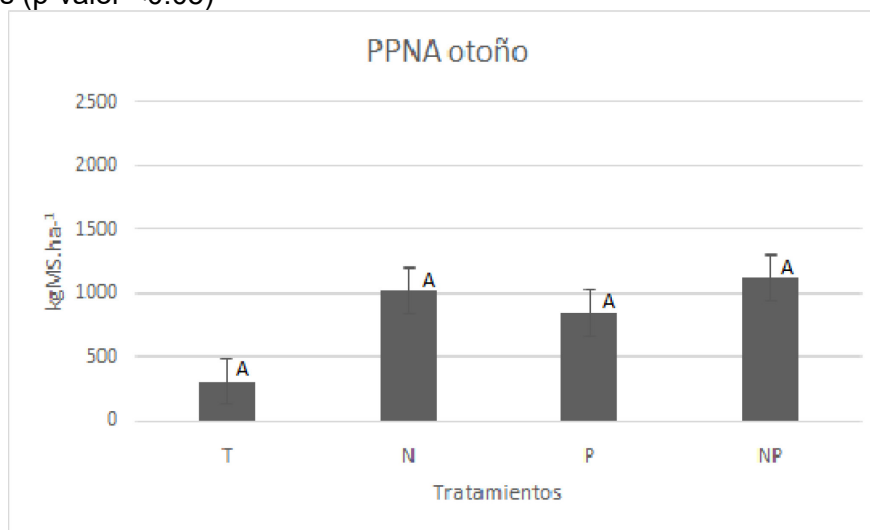
Durante el otoño no se registraron diferencias significativas entre tratamientos (p: 0,0503) (Anexo). Cuando el pastizal fue fertilizado con N y NP se evidenció una tendencia a una mayor productividad de materia seca (Tabla 3). Comparando dichos tratamientos con el T se observó un aumento, aunque no significativo, desde el punto de vista estadístico, en la productividad de 228% (1016 kgMS.ha⁻¹ vs 309 kgMS.ha⁻¹) en el tratamiento N y en el NP fue de 263% (1123 kgMS.ha⁻¹ vs 309 kgMS.ha⁻¹). El aumento en la productividad en el tratamiento P comparado con T fue de 173% (846 kgMS.ha⁻¹ vs 309 kgMS.ha⁻¹) (Figura 2).

Tabla 3. Productividad Primaria Aérea Neta (PPNA) (kgMS.ha⁻¹) de la Pradera húmeda de mesófitas durante el otoño de cada tratamiento (T: testigo, N: nitrógeno, P: fósforo, NP: nitrógeno-fósforo). Letras diferentes en una misma columna muestran diferencias significativas (p-valor <0.05)

Tratamiento	PPNA otoño
T (N ⁻ - P ⁻)	309 ^a
N (N ⁺ - P ⁻)	1016 ^a

P (N ⁻ -P ⁺)	846 ^a
NP (N ⁺ -P ⁺)	1123 ^a

Figura 2. Productividad Primaria Aérea Neta (PPNA) (kgMS.ha⁻¹) de la Pradera húmeda de mesófitas durante el otoño de cada tratamiento (T: testigo, N: nitrógeno, P: fósforo, NP: nitrógeno-fósforo). Letras diferentes en una misma columna muestran diferencias significativas (p-valor <0.05)



PPNA invierno

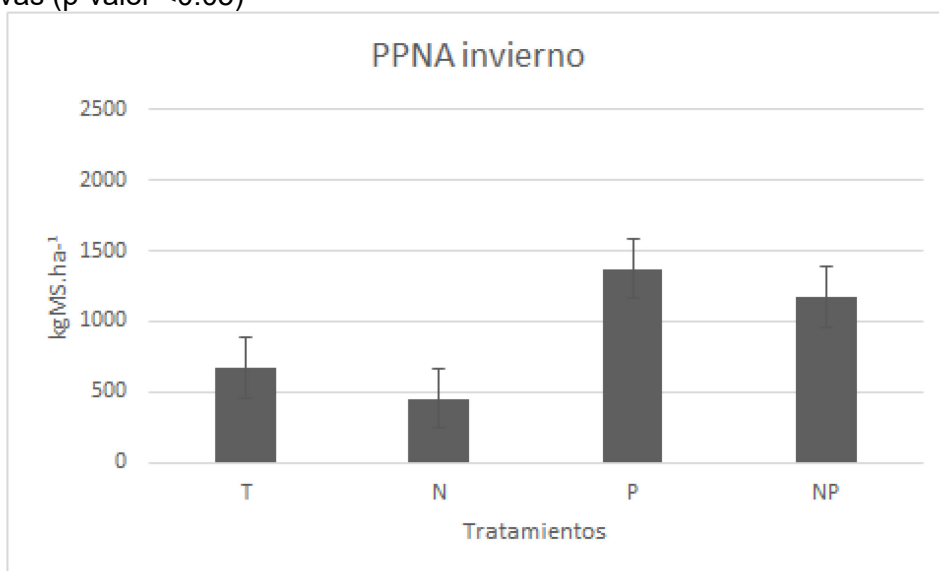
La fertilización no produjo cambios significativos en la PPNA de invierno, no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos (p: 0,1719) (Anexo). Al igual que en la PPNA total, se observó una tendencia a una mayor PPNA en los tratamientos fertilizados con P y NP (Tabla 4), con un aumento del 103% (1373 kgMS.ha⁻¹ vs 674 kgMS.ha⁻¹) en el tratamiento P comparado con el T y un aumento del 73% (1169 kgMS.ha⁻¹ vs 674 kgMS.ha⁻¹) comparando NP y T (Figura 3).

Tabla 4. Productividad Primaria Aérea Neta (PPNA) (kgMS.ha⁻¹) de la Pradera húmeda de mesófitas durante el invierno de cada tratamiento (T: testigo, N: nitrógeno, P: fósforo, NP: nitrógeno-fósforo). Letras diferentes en una misma columna muestran diferencias significativas (p-valor <0.05)

Tratamiento	PPNA invierno
T (N ⁻ -P ⁻)	674 ^a
N	453 ^a

(N ⁺ - P ⁻)	
P (N ⁻ - P ⁺)	1373 ^a
NP (N ⁺ - P ⁺)	1169 ^a

Figura 3. Productividad Primaria Aérea Neta (PPNA) (kgMS.ha⁻¹) de la Pradera húmeda de mesófitas durante el invierno de cada tratamiento (T: testigo, N: nitrógeno, P: fósforo, NP: nitrógeno-fósforo). Letras diferentes en una misma columna muestran diferencias significativas (p-valor <0.05)



Tasa de Crecimiento

Se estimaron las tasas de crecimiento (TC) diarias estacional del pastizal (kgMS.ha⁻¹.día⁻¹) (Tabla 5) en la comunidad pradera húmeda de mesófitas calculando la TC otoño a partir de los 50 días transcurridos entre Corte 0 y Corte 1, y la TC invierno para los 124 días transcurridos entre Corte 1 y Corte 2.

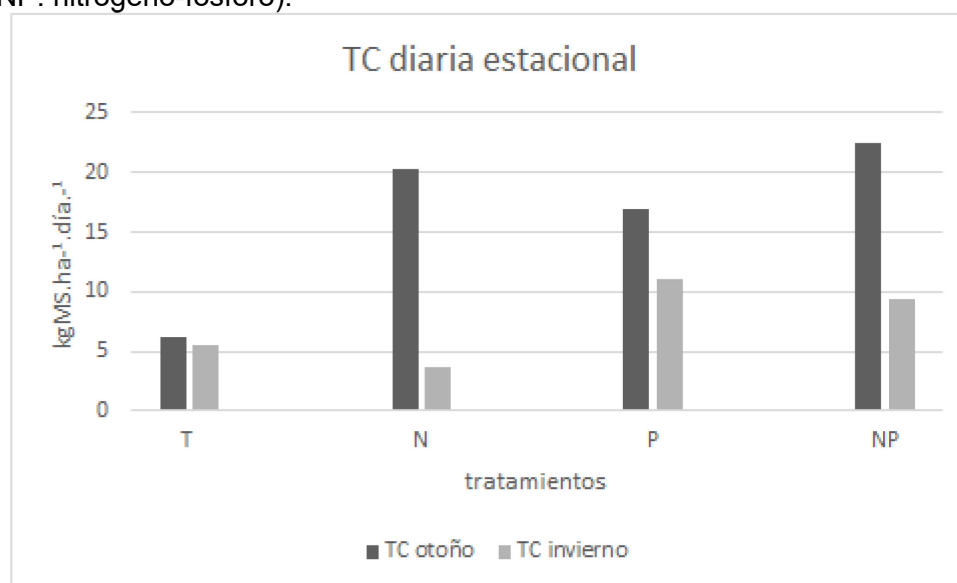
Las mayores TC diarias se observan en la estación otoñal, dado por la mayor temperatura y precipitación en dicha estación, al compararlas con la invernal. Los tratamientos fertilizados con N y N-P arrojaron las mayores TC diarias de otoño, con valores de 20,32 y 22,45 kgMS.ha⁻¹.día⁻¹ respectivamente.

En cuanto a la estación invernal, los tratamientos P y N-P arrojaron las mayores TC diarias, con valores de 11,07 y 9,43 kgMS.ha⁻¹.día⁻¹ respectivamente (Figura 4).

Tabla 5. Tasas de crecimiento (TC) diarias estacional del pastizal ($\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$) en la comunidad pradera húmeda de mesófitas para cada tratamiento (T: testigo, N: nitrógeno, P: fósforo, NP: nitrógeno-fósforo).

Tratamiento	TC otoño	TC invierno
T (N ⁻ - P ⁻)	6,18	5,43
N (N ⁺ - P ⁻)	20,32	3,65
P (N ⁻ - P ⁺)	16,92	11,07
NP (N ⁺ - P ⁺)	22,45	9,43

Figura 4. Tasas de crecimiento (TC) diarias estacional del pastizal ($\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$) en la comunidad pradera húmeda de mesófitas para cada tratamiento (T: testigo, N: nitrógeno, P: fósforo, NP: nitrógeno-fósforo).



Receptividad ganadera

Para estimar la receptividad ganadera ($\text{EV}\cdot\text{ha}^{-1}$) estacional se consideró un índice de cosecha de 0.5 y un consumo individual de $12 \text{ kgMS}\cdot\text{consumidos}\cdot\text{EV}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$.

Los mayores valores de receptividad se obtuvieron para los tratamientos fertilizados con N y NP para la estación otoñal, arrojando valores de 0,85 y 0,94 $\text{EV}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente. En cuanto a la estación invernal, las mayores receptividades fueron obtenidas en los tratamientos P y NP, con valores de 0,47 y 0,4 $\text{EV}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Tabla 6).

Tabla 6. Receptividad ganadera ($\text{EV} \cdot \text{ha}^{-1}$) para cada tratamiento (T: testigo, N: nitrógeno, P: fósforo, NP: nitrógeno-fósforo).

Tratamiento	Receptividad ganadera otoño ($\text{EV} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Receptividad ganadera invierno ($\text{EV} \cdot \text{ha}^{-1}$)
T (N ⁻ - P ⁻)	0,26	0,23
N (N ⁺ - P ⁻)	0,85	0,15
P (N ⁻ - P ⁺)	0,71	0,47
NP (N ⁺ - P ⁺)	0,94	0,4

Discusión

Los resultados de este trabajo indicarían que fertilizar en otoño la comunidad pradera húmeda de mesófitas con fósforo o nitrógeno-fósforo genera una respuesta positiva en la productividad del pastizal, arrojando diferencias significativas en la PPNA otoño-invernal. En cuanto al tratamiento N, a pesar de no arrojar diferencias significativas, la PPNA se elevó en un 49%. Varios autores han reportado que tanto la corrección nutricional con N y P o su combinación, mejora la productividad del pastizal natural (Casper & Thomas, 1961; Türk et al., 2007). 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 (Fernández Grecco & Agnusdei, 2002).

Al analizar individualmente cada estación se observó que la PPNA del pastizal en otoño es mayor a la PPNA de invierno. Sin embargo, tanto en la estación otoñal como en la invernal no se registraron diferencias significativas en la PPNA entre los tratamientos. Además, en el tratamiento N de invierno, se observó una disminución en la PPNA. La falta de respuesta a la aplicación de N puede deberse a lo expresado por Marino y Berardo (2000), quienes afirman que la respuesta de N está condicionada por la disponibilidad de P en el suelo.

La diferencia estacional en la productividad puede deberse a la distribución y la cantidad de la precipitación anual que influyen fuertemente en el crecimiento de las plantas afectando la

eficiencia con la que utiliza los nutrientes (Houston & Hyder, 1975; Lorenz & Rogler, 1973; Sala et al., 1988). A medida que aumenta el agua útil disponible para las plantas se incrementa el crecimiento y se obtiene respuesta a la fertilización mineral, ya que aumenta la eficiencia en la que se utilizan los nutrientes (Cosper & Thomas, 1961; Guevara et al. 2000; Rauzi & Fairbourn, 1983).

Las TC diarias estacionales siguieron el patrón de la PPNA en el período, mostraron la estacionalidad de la pradera húmeda de mesófitas, con tasas mayores en otoño con respecto al invierno. Las TC diarias otoñales fueron mayores para los tratamientos N y NP. En la estación invernal, las mayores TC se obtuvieron en los tratamientos P y NP comparándolas con el tratamiento fertilizado con N y con las parcelas no fertilizadas. El hecho de que las TC otoñales sean mayores a las invernales se debe por un lado a que las condiciones ambientales son más favorables durante el otoño y por otro a la composición botánica de esta comunidad. Los resultados obtenidos corroboran la idea ya generalizada de que el invierno es la etapa de menor producción forrajera de los pastizales naturales de la región, dadas las condiciones ambientales desfavorables, principalmente las menores temperaturas (Rubio et al, 1995; Sala et al, 1981).

En este trabajo la receptividad de la pradera húmeda de mesófitas durante el otoño e invierno aumentó por el efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada. Los valores de receptividad arrojados variaron de estación a estación, siendo mayores en otoño, ya que siguen la tendencia de las PPNA estacionales, debido a las diferentes condiciones ambientales de otoño e invierno. La receptividad depende de cuánto forraje produce y de cuánto de esta oferta está disponible para el consumo de cierto tipo de animales (Rodríguez & Jacobo, 2012). Por esto generalmente se acepta que la PPNA acumulada a lo largo del año es la que establece el límite máximo de la receptividad promedio anual de un sitio dado (Sala & Austin, 2000), y que los herbívoros domésticos deberían consumir solo una proporción de ella para hacer un uso sustentable del ecosistema (Golluscio, 2009).

La evaluación correcta de la receptividad es la garantía de que las cargas animales a asignar en el futuro sean sustentables. Además, el pastoreo con cargas animales inadecuadas puede provocar cambios drásticos en las comunidades vegetales y en los suelos, que reducen la receptividad ganadera de los ecosistemas (Golluscio, 2009). Así, en términos agronómicos, la receptividad ganadera ha sido definida como “la densidad máxima de animales que puede ser mantenida en un área determinada en un cierto nivel de producción sin deteriorar el recurso” (Holechek et al., 1989).

El manejo del pastoreo en los pastizales habitualmente no está ajustado a la tasa de crecimiento de la vegetación ni la carga animal es acorde a la receptividad del recurso forrajero. Como resultado, en algunas áreas del pastizal y según la época del año, coexisten procesos de sub y sobre-pastoreo y, por lo tanto, el vacuno ejerce preferencia por las especies de alto valor forrajero, que son defoliadas recurrentemente (Brizuela & Cibils 2011). Para mejorar la condición del pastizal se debe modificar el manejo del pastoreo (Deregibus & Cauhépé 1983), controlando la intensidad y la frecuencia de defoliación (Brizuela & Cibils 2011).

El cálculo de la receptividad, expresada en equivalentes vaca (EV) por hectárea y por año, es el prerrequisito fundamental para conservar la riqueza florística del pastizal natural y contribuir así a la sustentabilidad ganadera de la región (Vecchio et al., 2008), ya que la receptividad en un momento dado define el espectro de cargas animales posibles en un ecosistema, pero las cargas utilizadas en un ecosistema determinan su receptividad futura (Golluscio, 2009). Evaluar la oferta forrajera mediante el cálculo de la PPNA y TC además de tener en cuenta los requerimientos nutricionales del ganado, posibilita la obtención del valor de receptividad ganadera de nuestro recurso. Esta información nos permite asignar el forraje necesario a cada animal, realizar un aprovechamiento sustentable de los recursos forrajeros y lograr los objetivos ganaderos propuestos sin deteriorar el recurso.

Los resultados de este trabajo muestran un aumento de la PPNA en una estación donde estos pastizales presentan una disminución muy marcada de las TC. Lograr un aumento de la PPNA otoño-invernal eleva la oferta forrajera del recurso que, junto a la realización de una asignación forrajera acorde a los requerimientos de los animales, posibilita alcanzar el objetivo productivo realizando un uso sustentable del pastizal natural.

Bibliografía

Aiello F. & Marino G. D. 2015. Enriquecimiento y fertilización, propuesta para mejorar la productividad de los pastizales naturales. Instituto de Promoción de Carne Vacuna Argentina (IPCVA). 41 pp.

Altesor A., Ayala W. & Paruelo J. M. 2010. Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales. Proyecto FPTA-175. Descripción de la heterogeneidad florística y seguimiento de la productividad primaria y secundaria del campo natural. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA. Montevideo. Uruguay. 235 pp.

Batista W.B., R.J.C. León & S.B. Perelman. 1988. Las comunidades vegetales de un pastizal natural de la región de Laprida (Prov. de Buenos Aires, Argentina). *Phytocoenologia* 16: 519-534.

Brizuela M. A. & Cibils A. 2011. Implicancias de la carga animal, distribución de los animales y métodos de pastoreo en la utilización de pasturas. En: Cangiano, C. A. y Brizuela, M. A. (Eds). *Producción animal en pastoreo*. INTA. MAGP. pp. 349-373.

Burkart S.E., R.J.C. León & C.P. Movia. 1990. (ex aequo). Inventario fitosociológico del pastizal de la Depresión del Salado (Prov. de Bs.As.) en un área representativa de sus principales ambientes. *Darwiniana* 30: 27-69.

Burkart S.E., R.J.C. León, S.B. Perelman & M. Agnusdei. 1998. The grasslands of the Flooding Pampa (Argentina): Floristic heterogeneity of plant communities of the southern Rio Salado basin. *Coenoses* 13: 17-27.

Burkart S. E., Garbulsky M. F., Ghersa C. M., Guerschman J. P., León R. J. C., Oesterheld M., Paruelo J. M. & Perelman S. B. 2005. Las comunidades potenciales del pastizal pampeano bonaerense. En: *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas*. Oesterheld M., Aguiar M. R., Ghersa C. M. & Paruelo J. M. (copiladores). Ed. Facultad de Agronomía UBA, pp: 379-399.

Butti L., Campos S., Babinec F & Adema E. 2012. Mejoramiento de pastizales mediante la incorporación de nutrientes en el semiárido de La Pampa. INTA, EEA Anguil.

Cabrera. 1994. Regiones fitogeográficas argentinas. En Kugler WF (Ed.) *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. Tomo 2. 2a edición. 1a reimpresión. Acme. Buenos Aires. Argentina. Fascículo 1. pp. 1-85.

Cahuépe M.A. & Hidalgo L.G. 1991. Especies forrajeras naturales de la Depresión del Salado. *Revista del Consorcio Regional de Experimentación Agrícola* 149: 1-19

Cahuépe M.A. & L.G. Hidalgo. 2005. La Pampa inundable: el uso ganadero como base de la sustentabilidad social, económica y ambiental. En: Oesterheld, M.; Aguiar, M. R.; Ghersa, C. M. & Paruelo, J.M. (eds.). *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas*. Un homenaje a Rolando León. Editorial Facultad de Agronomía. UBA.

Calderero C. 2011. Viabilidad de 4 densidades de siembra de los pastos janeiro (*Eryochloa polystachya*) y pasto dulce (*Brachiaria humidicola*) para la producción bovina en zonas inundables de la parroquia La Victoria cantón Salitre. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/588/1/tesis%20de%20grado%20Carmen.pdf>

Cosper H. & 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

Deregibus V.A. & Cahupé M. 1983. Pastizales Naturales de la Depresión del Salado: Utilización basada en conceptos ecológicos. *Revista de Investigación Agropecuaria, RIA-INTA*, vol. XVIII, N° 1: 47-78.

Dillon, Jorge Horacio M. V. 2019. Caracterización de la producción vacuna en la provincia de Buenos Aires para el año 2019. Colegio de Veterinarios de la provincia de Buenos Aires. 19 pp.

Echeverría H. & R. Bergonzi. 1995. Estimación de la mineralización de nitrógeno en suelos del sudeste bonaerense. *Boletín técnico N°135*. 16 pp. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Buenos Aires Sur, Estación Experimental Agropecuaria, Balcarce, Argentina.

Etcheverhere P. 1961. Bosquejo de regiones geomorfológicas y de drenaje de la República Argentina. *IDIA*, 162: 7-25.

Fernandez Grecco, R. & Agnusdei, M. 2002. Pastizal natural: momento de tomar decisiones disponibles en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/04-patura_nat_toma_decisiones.pdf

Fernández Grecco R., A.E. Mazzanti & H. Echeverría. 1995. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento de forraje de un pastizal natural de la pampa deprimida bonaerense. p. 173-176. In *Memorias XIV Reunión Latinoamericana de Producción Animal, 19° Congreso Argentino de Producción Animal, Mar del Plata, Argentina. 26 de noviembre al 1 de diciembre.*

Golluscio. 2009. Receptividad ganadera: marco teórico y aplicaciones prácticas. *Asociación Argentina de Ecología. Ecología Austral* 19:215-232.

Vecchio M. C., Golluscio R. A., & Cordero M. I. 2008. Cálculo de la receptividad ganadera a escala de potrero en pastizales de la Pampa Deprimida. *Asociación Argentina de Ecología. Ecología Austral* 18: 213-222.

Guevara J., Stasi C., Estevez O. & Le Houerou H. 2000. N and P fertilization on rangeland production in Midwest Argentina. *J. Range Manage.* 53:410–414.

Holechek J., R. Pieper & C. Herbel. 1989. *Range Management: principles and practices.* Prentice Hall. Pp 501.

Houston W. & Hyder N. 1975. Ecological effects and fate of N following massive N fertilization of mixed-grass plains. *J. Range Manage.* 28:56-60.

INTA. 2013. Equipo del Proyecto Fertilizar. EEA INTA Pergamino

- Jones C. 1996. Pastoral value and production from native pastures New Zeal. J. Agr. Res. 39: 449-456
- Lattanzi A.F. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento de festucas de tipo templado y mediterráneo. 115 pp. Tesis Magister Scientiae. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- León R.J.C., Burkart , S.E & C.P. Movia. 1979. Relevamiento fitosociológico del pastizal del Norte de la Depresión del Salado (Pcia. de Buenos Aires). La vegetación de la República Argentina. Serie Fitogeográfica 17, INTA, 90 pp.
- Lorenz R. & Rogler G. 1973. Interaction of fertility level with harvest date and frequency on productiveness of mixed prairie. J. Range Manage. 26:50-54.
- Marino M.A. 1996. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento invierno-primaveral, la composición química y calidad del forraje de Avena sativa y Lolium multiflorum Lam. 104 pp. Tesis Magister Scientiae. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- Marino M. & Berardo A. 2000. Fertilización fosfatada de pasturas en el sudeste Bonaerense. II- Efecto de la aplicación de nitrógeno sobre la respuesta a fósforo. Rev. Arg. Prod. Anim. (supl.2) 20:113-121
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Presidencia de la Nación. 2019. Series de stock bovino y mapas. Disponible en https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_interes/informes/index.php. Último acceso: marzo de 2020.
- Ospina S., Rusch G., Pezo D., Casanoves F. & 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
- Perelman S.B., R.J.C. León & M. Oesterheld. 2001. Cross-scale vegetation patterns of Flooding Pampa grasslands. Journal of Ecology 89: 562-577.
- Rauzi F. & M. L. Fairbourn. 1983. Effects of annual applications of low N fertilizer rates on a mixed grass prairie. J. Range Manage. 36:359-362.
- Rearte D.H. 1997. La integración de la ganadería argentina. SAPYA. INTA.
- Rimoldi P. 1992. Productividad primaria neta aérea de tres estructuras de vegetación de una comunidad húmeda del pastizal en condiciones de pastoreo. Tesis Magister Scientiae. Fac. Cs. Agr. Balcarce. UNMdP.

Rodríguez & Jacobo. 2012. Manejo de Pastizales Naturales para una Ganadería Sustentable en la Pampa Deprimida: Buenas Prácticas para una Ganadería Sustentable de Pastizal. Sitio Argentino de la Producción Animal. Ed. Buenos Aires: Fund. Vida Silvestre Argentina. 95 pp.

Rodríguez E. J. Jacobo P. Scardaoni & V.A. Deregibus. 2007. Effect of Phosphate Fertilization on Flooding Pampa Grasslands (Argentina). *Rangeland Ecology & Management* 60: 471-478.

Rubio G., Casasola G. & Lavado R. S. 1995. Adaptations and biomass production of two grasses in response to waterlogging and soil nutrient enrichment. *Oecologia* 102: 102-105.

Sala O. E. & A. T. Austin. 2000. Methods of Estimating Aboveground Net Primary Productivity. Pp 31-43 en: Sala O.E; R.B. Jackson; H. Mooney & R.H. Howarth (eds.). *Methods in Ecosystem Science*. Springer, New York.

Sala O.E., Deregibus V.A., Schlichter T. & Alippe H. 1981. Productivity dynamics of a native temperate grassland in Argentina. *Journal of Range Management*, 34, 48–51.

Sala E., Parton J., Joyce A. & Lauenroth K. 1988. Primary production of the central grassland region of the United States. *Ecology* 69:40–5.

Semmartin M., Oyarzabal M., Loreti J., Oesterheld M. 2007. Controls of primary productivity and nutrient cycling in a temperate grassland with year-round production. *Aust Ecol* 32:416–428

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.

Vervoorst F. 1967. La vegetación de la República Argentina. VII. Buenos Aires. Las comunidades vegetales de la Depresión del Salado (Prov. de Buenos Aires). Serie Fitogeográfica 7, INTA.

Anexo I

Análisis estadístico-INFOSTAT

- PPNA total

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PPNA	12	0,80	0,73	18,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3540796,00	3	1180265,33	10,98	0,0033
TRATAMIENTO	3540796,00	3	1180265,33	10,98	0,0033
Error	859888,00	8	107486,00		
Total	4400684,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=857,23400

Error: 107486,0000 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
N-P-	983,33	3	189,28	A
N+P-	1469,33	3	189,28	A B
N-P+	2219,33	3	189,28	B
N+P+	2292,00	3	189,28	B

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

- PPNA otoño

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PPNA Otoño	12	0,60	0,45	37,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1174291,67	3	391430,56	4,05	0,0503
TRATAMIENTO	1174291,67	3	391430,56	4,05	0,0503
Error	772477,33	8	96559,67		
Total	1946769,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=812,49616

Error: 96559,6667 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
N-P-	309,33	3	179,41	A
N-P+	846,00	3	179,41	A B
N+P-	1016,00	3	179,41	A B
N+P+	1122,67	3	179,41	B

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

- PPNA invierno

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PPNA Invierno	12	0,45	0,24	54,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1637841,00	3	545947,00	2,15	0,1719
TRATAMIENTO	1637841,00	3	545947,00	2,15	0,1719
Error	2030712,00	8	253839,00		
Total	3668553,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1317,35436

Error: 253839,0000 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
N+P-	453,33	3	290,88 A
N-P-	674,00	3	290,88 A
N+P+	1169,33	3	290,88 A
N-P+	1373,33	3	290,88 A

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