

Efecto de variables edáficas y ambientales sobre la morfogénesis, producción de forraje y calidad nutricional de una pastura introducida y el pastizal natural en el sur de Santa Cruz

Environmental and edaphic variables effects on morphogenesis forage production and nutritional quality of an introduced pasture and the natural pastureland of Southern Santa Cruz

Alsina María Luz, (alsinaluz@gmail.com)

Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Unidad Académica Rio Gallegos
Departamento de Ciencias Exactas y Naturales
Rio Gallegos, Santa Cruz
Febrero, 2016

RESUMEN

La introducción de pasturas es una alternativa de manejo válida para, entre otros beneficios, paliar el déficit forrajero del pastizal y aumentar los índices productivos de la majada en la región. Sin embargo, para el uso eficiente y sustentable de este recurso se requiere un conocimiento de los procesos involucrados. En este contexto, se desarrolló un estudio con el propósito de evaluar la dinámica de crecimiento de una pastura de *Agropyron trichophorum* y *Agropyron intermedium* en secano instalada en el Campo Experimental “Potrok Aike” en el Sur de Santa Cruz. En el trabajo se midieron variables morfo-genéticas y estructurales, como así también, los efectos climáticos y edáficos sobre las mismas.

Los resultados obtenidos indican que, si bien la temperatura es un factor determinante en la dinámica de crecimiento de la vegetación, el contenido hídrico del suelo cumple un rol fundamental en el proceso descripto, limitando en muchos casos la elongación foliar de las plantas y la disponibilidad de los nutrientes.

Por otra parte, se evidenció que las especies forrajeras introducidas en la pastura permiten hacer un uso eficiente de los recursos naturales disponibles, obteniendo más biomasa aérea en relación al pastizal natural y que su disponibilidad está fuertemente influenciada por las condiciones climáticas, que a su vez determinan el momento óptimo de cosecha.

Palabras clave: pastura de *Agropyron*; morfo-génesis; *variables climáticas y edáficas*

ABSTRACT

The introduction of pastures is a valid management alternative that, among other benefits, allows to palliate the pasture fodder deficit and increase the mowing productive in the area. Nevertheless, for a proper and sustainable use of the resource, knowledge of the processes involved is required. Under this context, a study has been developed with the purpose of evaluating the growth dynamic of the pasture *Agropyron trichophorum* and *Agropyron*



intermedium on dryland located at Experimental Field “Potrok Aike”, southern Santa Cruz. In this work, morph-genetic and structural variables were measured, as well as the climatic and edaphic effects on them.

The results obtained showed that, while the temperature is the determinant factor in the growth dynamic of the vegetation, the hydric content of the soil plays a fundamental role in the previously described process, limiting in many cases the foliar elongation of plants and the availability of nutrients.

On the other hand, it was evidenced that the introduced forage species in the pasture, allow efficient use of the available natural resources, obtaining more aerial biomass in relation to the natural pasture and that their availability is strongly influenced by the climatic conditions, which determine the optimum moment of harvesting.

Key words: *Agropyron* pasture; morphogenesis; *Environmental and edaphic variables*

INTRODUCCIÓN

En Patagonia, el pastoreo poco controlado de los pastizales naturales que sustentan los sistemas ganaderos ovinos de la región ha causado el deterioro de la vegetación con consecuencias negativas en la producción animal. Una alternativa de manejo válida para, entre otros beneficios, paliar el déficit forrajero del pastizal y aumentar los índices productivos de la majada, consiste en la introducción de pasturas. Para lograrlo, el uso de este recurso forrajero debiera ser sustentable, eficiente e integrado con el pastizal natural, lo cual requiere una mejor comprensión de los procesos involucrados en la producción de forraje de ambos recursos vinculados al medio físico en el cual se encuentran. En este contexto, se planteó un estudio con el propósito de evaluar la dinámica de crecimiento de una pastura de agropiros en secano instalada en un sitio de la Estepa Magallánica Seca del Sur de Santa Cruz. Así, en el trabajo se midieron variables morfo-genéticas y estructurales, producción de forraje y calidad nutricional de la pastura, como así también, parámetros edáficos y climáticos del sitio de estudio. Colabelli *et al.*, 1998 establecen que las mediciones de estas variables son de gran utilidad y se analizan con diferentes objetivos, tales como: comprender la dinámica y estructura de un forraje, obtener información sobre la productividad del mismo, lo cual constituye una herramienta primaria para avanzar en la programación y gestión de los sistemas de producción animal. Así, el conocimiento sobre la capacidad de crecimiento y parámetros asociados al manejo de la defoliación es útil para la elección de especies.

Un factor que habitualmente restringe el crecimiento de las especies forrajeras (cuando la disponibilidad de agua no es limitante) consiste en el suministro de nutrientes minerales. Entre ellos se destacan, por su importancia para el crecimiento vegetal y por la variabilidad espacial y temporal en su disponibilidad para las plantas, el fósforo (P) y el nitrógeno (N). Sin embargo, con frecuencia se producen desbalances entre los requerimientos nutricionales de las plantas y la oferta de nutrientes del ambiente, los cuales pueden cubrirse, al menos parcialmente, mediante la aplicación de fertilizantes (Agnusdei y Marino, 2007).

A partir de lo descripto, el objetivo general de este estudio fue caracterizar componentes morfológicos, la biomasa aérea y calidad forrajera de una pastura introducida y el pastizal natural y la dinámica hídrica, propiedades físico-químicas del suelo y variables climáticas del área de estudio.

MARCO HISTÓRICO

Históricamente, el manejo del ganado ovino en Santa Cruz se basó en la experiencia y tradición del productor. Así, el manejo de los campos consistió en decidir el N° y el tipo de animales que ocupaban cada potrero y el tiempo de pastoreo. Además, el uso de cargas animales fijas no permitió realizar un uso sustentable del pastizal, lo cual generó un deterioro progresivo de este recurso.

Con el propósito de revertir lo descripto, en los últimos años se han iniciado varias experiencias de introducción de pasturas en secano (principalmente de agropiros) en el Sur de la Provincia con resultados promisorios en algunos casos que permiten alentar su difusión a gran escala (Oliva *et al.*, 1993; Alvarez Bento, 2011; Plan de Trabajo INTA, 2013).

Sin embargo, la información que relacione los parámetros de crecimiento de la pastura, con los factores climáticos y el periodo de aplicación del fertilizante para esta región no estaría disponible, con lo cual su estudio permitiría determinar la época óptima de pastoreo para un manejo sustentable de este tipo de recurso.

MARCO TEÓRICO

La morfogénesis de la planta individual de una gramínea se describe por sus características principales: tasa de aparición de hojas, tasa de elongación de hojas y vida media foliar. Estas características determinadas genéticamente, son influenciadas por variables ambientales, tales como: la temperatura, el agua y nutrientes disponibles. La combinación de las variables morfogénicas elementales determinan las tres principales características estructurales de las pasturas: tamaño de hoja, densidad de macollos y número de hojas por macollo (Lemaire and Chapman, 1996).

A continuación, se encuentra una descripción de las diversas metodologías que se han utilizado para la medición de los caracteres descriptos en diferentes trabajos de investigación.

Caracteres morfo-genéticos

Tasa de aparición de hojas (TAH)

Las relaciones lineales entre el número de hojas producidas en un determinado intervalo de tiempo y la temperatura acumulada han confirmado que ésta última es el factor principal que controla la tasa de aparición de hojas. Por ello, la TAH se expresa frecuentemente como el intervalo en grados día de crecimiento entre la aparición de dos hojas sucesivas (*filocrono*) expresado en unidades de tiempo térmico (° C día). El filocrono para un lapso de tiempo se puede determinar considerando el número de días de crecimiento (t) y los ° C días (GD) acumulados entre la aparición de la tercera y séptima hoja. Estos valores se dividen por el número de hojas generadas durante el período de medición. (Ferri *et al.*, 2008).

Otra metodología fue utilizada por Ramírez *et al.*, 2010., en la cual esta tasa fue calculada por la diferencia entre el número total de hojas al final del intervalo de corte, menos el número inicial de hojas, dividido por el número de días transcurridos entre mediciones sucesivas.

Tasa de elongación foliar

La tasa de elongación foliar (LER o TEF) mide el incremento diario en el largo individual de hoja (mm por día). La modificación en la tasa de elongación foliar es función de dos características: el número de células que madura por día (división celular) y el cambio en el largo de las células (elongación celular) que ocurre entre la producción, la división y la maduración. La TEF también puede expresarse como el incremento en el largo foliar por unidad de incremento térmico (mm/grados Celsius). La respuesta de la TEF a la temperatura es exponencial en un rango de 0-12°C de temperaturas diarias promedio y lineal por encima de estos valores, hasta que se alcanza un óptimo alrededor de 20-25°C, dependiendo de la especie (Azanza *et al.*, 2004).

Reynoso *et al.* (2010) calcularon la tasa de elongación foliar por tallo para hojas en expansión, como la diferencia entre la sumatoria de las longitudes de las láminas foliares final (LFF) e inicial (LFI), dividida por el número de días (ND), entre mediciones sucesivas. Por lo general, las mediciones se realizan con una regla milimétrica diferenciando el tipo de hoja: en elongación (distancia desde el ápice emergente hasta la lígula de la hoja anterior), o expandida (distancia desde la lígula hasta el extremo distal de la lámina o hasta el borde del área senescente), indicándose si está cortada (Saldanha *et al.*, 2013).

Vida media foliar

La duración promedio de la vida media de las hojas es un parámetro morfológico determinante del equilibrio entre el flujo de crecimiento y el flujo de senescencia. El número máximo de hojas vivas por macollo es una constante genotípica relativamente independiente de la temperatura. Esto indica que el efecto simultáneo de la temperatura sobre la velocidad de aparición de hojas y sobre la duración de vida se efectúa en una relación relativamente constante, o sea que todo aumento en la velocidad de aparición de hojas se acompaña de una reducción equivalente en su duración. Esto no quiere decir que el número de hojas por macollos sea siempre el mismo, ya que, los mecanismos de senescencia foliar, en ciertas situaciones (como ser déficit hídrico o nitrogenado) pueden ser relativamente acelerados independientemente de los mecanismos de crecimiento foliar, lo que puede conducir a una ligera modificación en el número máximo de hojas por macollo (Azanza *et al.*, 2004). Berone y Dreher (2007) estimaron la vida media foliar como el producto entre el filocrono y el número de hojas vivas.

Desde el punto de vista de eficientizar la utilización del forraje producido, aquellos genotipos que presentan un recambio foliar más acelerado deberían ser defoliados con alta frecuencia para evitar que se produzcan altas pérdidas de material por senescencia. Por otra parte, ese rápido recambio implica una rápida restitución de área foliar y un alto potencial de macollaje, factores que confieren a las plantas aptitudes para adaptarse a la extracción frecuente de tejido foliar. Con el mismo criterio, los genotipos con baja TAH presentan bajos niveles de senescencia por períodos más prolongados. Esto, sumado a una menor velocidad de restitución de tejido foliar, los hace especialmente aptos para sistemas de utilización que

involucren defoliaciones poco frecuentes. En la medida en que la frecuencia de defoliación se ajuste a la dinámica del recambio foliar de la pastura (o de una especie en particular), se favorecerá o limitará la manifestación de aquella parte del macollaje y del crecimiento que se encuentre genéticamente determinada. Esto sugiere que el sincronismo entre los procesos de producción y consumo de material vegetal tenderá a optimizar la dinámica de acumulación y de defoliación de forraje controlando las pérdidas por senescencia y favoreciendo el desarrollo de pasturas productivas y persistentes (Colabelli *et al.*, 1998).

Características estructurales

Densidad de macollos y marcación de individuos

Existen diversos métodos para señalar aquellos individuos que serán sometidos a mediciones para obtener la información requerida. Así, en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto (Pcia. de Bs. As.), el área de estudio fue un potrero (subdivido en 8 parcelas de 1 ha cada una) sobre campo natural en donde predominaba *Bromus auleticus Trinus ex Nees* y *Stipa setigera Spreng.* En cada potrero, se marcaron aleatoriamente 4 transectas de aproximadamente dos metros cada una, en la cual se individualizaron diez macollos vegetativos. Los macollos se identificaron con cable telefónico coloreado, sujeto al suelo con uno clavo (Azanza *et al.*, 2004; Ferri, *et al.*, 2006-2008 y Saroff *et al.*, 2002). Por su parte, Bertram (2009) utilizó anillos plásticos de diferente color para representar los distintos tamaños de macollos presentes en la pastura. En otros casos, se utilizaron clavos con una muesca en la parte superior proximal, donde era ubicado el macollo marcado para su posterior reconocimiento (Núñez *et al.*, 1993). Ramirez *et al.* (2010) señalaron los individuos de pasto mombaza utilizando anillos de alambre de diferente color. La misma metodología fue utilizada por Rivera *et al.* (2013), los cuales identificaron al azar los individuos correspondientes a una asociación formada por gramíneas y leguminosas y por Saldanha *et al.* (2013), que identificaron macollos de cinco cultivares de *Lolium* sp. durante el análisis de las variables morfo-genéticas y estructurales.

Número de hojas por macollo

Una vez identificados los macollos sobre los cuales se realizaran las mediciones, se procede al recuento de láminas por macollo, número de láminas vivas (longitud de lámina verde 50% de la longitud total) y número de láminas senescentes (longitud de lámina verde < 50%) (Ferri *et al.*, 2006). También, se lo calcula como el cociente entre la tasa de aparición de hojas y la duración de vida de la hoja.

Tamaño de hoja

Es determinado por la razón entre la tasa de elongación de hojas y la tasa de aparición de hojas, lo cual es propio de cada genotipo.

MATERIALES Y MÉTODOS

1) *Acondicionamiento del sitio de ensayo:*

Debido a las grandes distancias y a la periodicidad con la que se debían realizar las mediciones morfo-fisiológicas previstas se decidió ubicar el sitio de ensayo en un sector del predio de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Santa Cruz en Rio Gallegos.

Una vez definido el perímetro del ensayo (8 m de largo x 6,5 m de ancho) se procedió a la preparación del terreno. Dicha actividad se realizó durante el mes de mayo del 2015, ya que, las condiciones de humedad, temperatura y velocidad del viento, resultan ser más favorables en esta época. El acondicionamiento del sitio consistió en el laboreo del suelo con moto-cultivador y rastrillo, realizándose varias pasadas en forma cruzada (Foto 1). Luego, se surcaron las parcelas con gualato para el trasplante de plantas (Foto 2).



Foto 1: Laboreo del suelo mediante moto-cultivador en parcela ubicada en la EEA INTA Santa Cruz



Foto 2: Surcos preparados para trasplante de plantas extraídas de la pastura implantada en el Campo Experimental "Potrok Aike"

Finalmente, se marcaron hileras de trasplante y caminos lindantes, con estacas de hierro y madera, siguiendo el siguiente esquema (Figura 1):

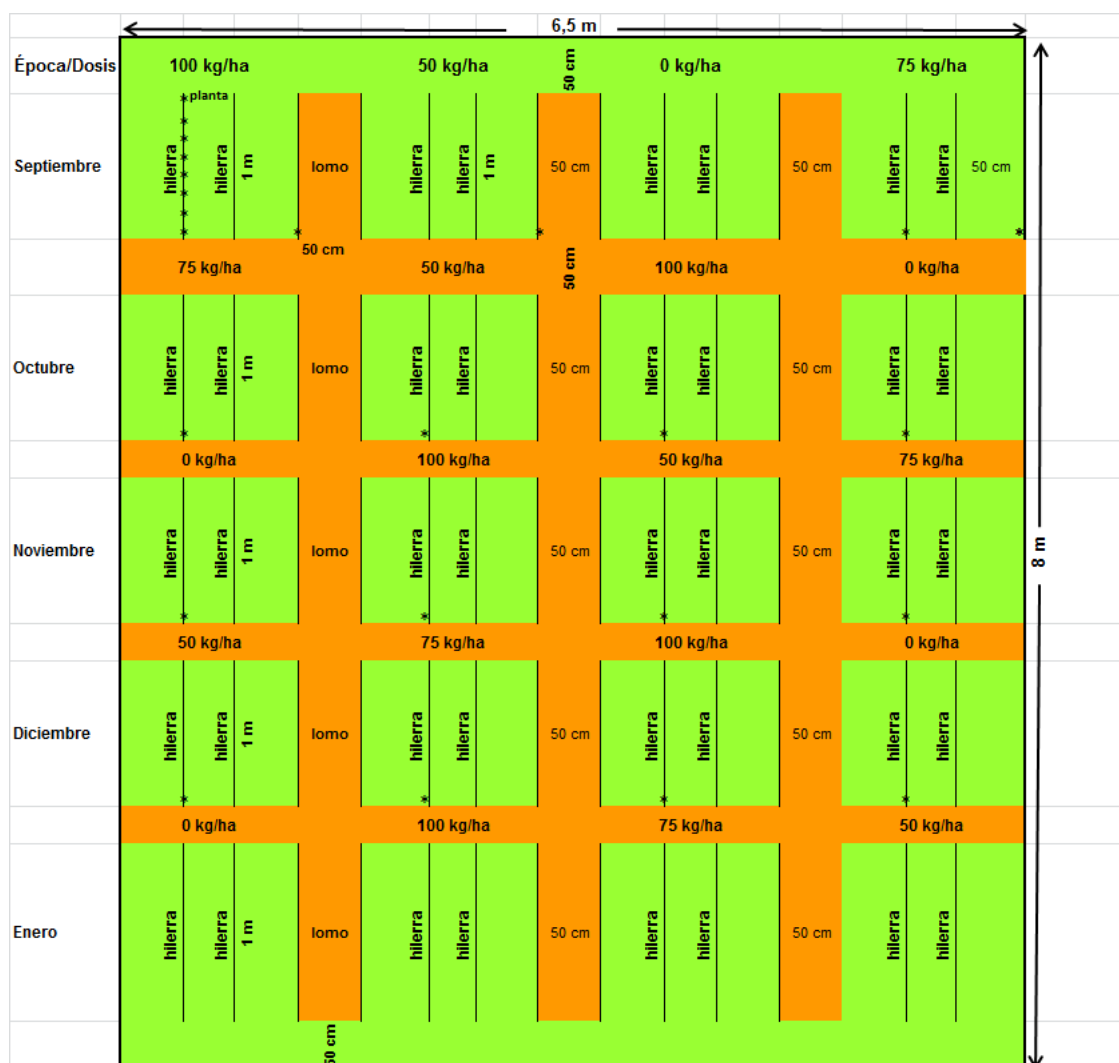


Figura 1: Croquis correspondiente a la disposición de plantas por parcela, dosis de fertilizante, época de aplicación y caminos lindantes.

2) *Trasplante:*

Se recolectaron aproximadamente 320 plantas de agropiros de origen canadiense (*Agropyron intermedium* y *Agropyron trichophorum*) de la pastura instalada en el Campo Experimental Potrok Aike. Cada una de ellas se colocó en una bolsa para evitar el deterioro de las mismas durante el traslado (Foto 3). Luego, aquéllas fueron trasplantadas en las parcelas del ensayo, ubicándolas de manera equidistante en 2 hileras por parcela y considerando 8 unidades por hilera (Foto 4).



Foto 3 Plantas extraídas del Campo Experimental Potrok Aike, antes de ser trasplantadas



Foto 4: Disposición final de las plantas de agropiros trasplantadas.

Una vez realizado el trasplante, se procedió a la marcación de los macollos. Para ello, se señalaron dos macollos por planta, empleando anillos de alambre que fueron pintados para su mejor visualización (Foto 5A y B). Luego, se realizó un corte de emparejamiento de las plantas, dejando un remanente de 2 cm de altura.

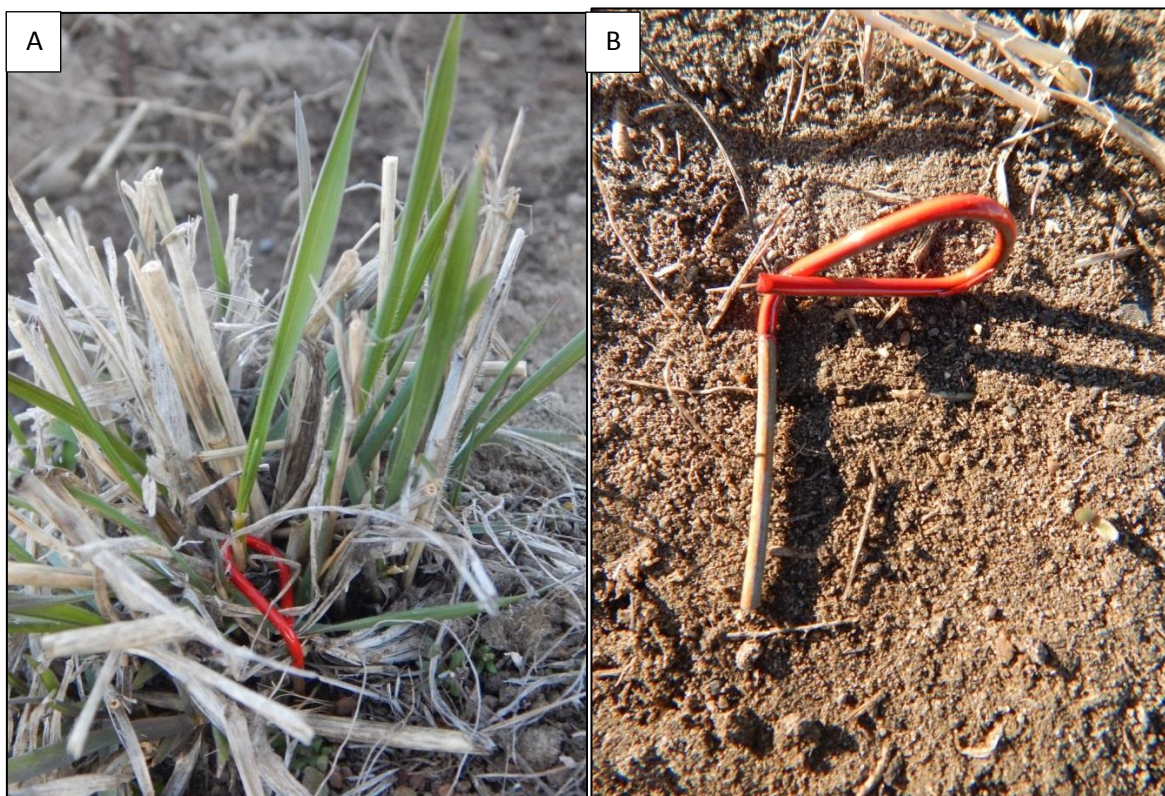


Foto 5 A) Macollo marcado con anillo de alambre para su fácil identificación. B) Anillo confeccionado durante el ensayo con alambre dulce y pintado con aerosol.

3) Fertilización:

El ensayo se realizó en bloques (según la dirección principal del viento) al azar, con 4 tratamientos de fertilización nitrogenada T0= 0 Kg/ha (testigo), T1=50 Kg/ha, T2= 75 Kg/ha y T3= 100 Kg/ha. Las aplicaciones se realizaron en los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero.

El fertilizante que se utilizó fue Yarabela Nitrodoble, el cual está constituido por un 27% de N, 6% de Ca y 4% de Mg y se caracteriza por ser de rápida liberación al suelo.

4) Medición de caracteres morfo-fisiológicos

Sobre cada macollo marcado en las plantas trasplantadas en el predio de la Estación Experimental, se realizó con una frecuencia semanal el recuento de las hojas que lo componen, como así también, la medición de la longitud del pseudotallo y de las láminas vivas (50 % o más verde) mediante el uso de una regla milimetrada (Foto 6 y Dibujo A).

Para el caso de la longitud de lámina verde, se registró el largo desde la lígula hasta el extremo distal no clorótico de aquellas hojas totalmente expandidas. Para el caso de las hojas en crecimiento, se midió desde la lígula de la última hoja completamente expandida hasta el extremo distal de la lámina en crecimiento.

Con respecto a la longitud del pseudotallo, se midió la distancia desde el suelo hasta la lígula de la última hoja expandida.

El criterio que se utilizó para numerar las hojas se basó en el crecimiento de las hojas por macollo, es decir, considerando como hoja número 1 aquella más joven y así sucesivamente hasta la hoja más antigua, a la cual le correspondió el número más grande de las hojas registradas.

Con relación a la pastura instalada en Potrok Aike, se realizó la medición de la longitud de hojas vivas y pseudotallo, al igual que el número de hojas (en noviembre, diciembre y febrero), utilizando el mismo procedimiento descrito anteriormente. También se efectuó el conteo de plantas presentes y la altura promedio de macollos seleccionados al azar, desde el nivel del suelo hasta el extremo distal de la hoja superior, en un marco de 0,4 m². Cabe mencionar que, las mediciones morfológicas se realizaron con una frecuencia mensual (desde noviembre a febrero) en 6 clausuras instaladas en la pastura. Finalmente, en el pastizal se relevó en 3 clausuras la altura promedio de la especie forrajera principal (*Poa dusenni* o *spiciformis*).

5) Cortes para determinar la biomasa aérea acumulada

En las clausuras instaladas en la pastura y el pastizal, se realizaron dos cortes mensuales de forraje (desde noviembre a febrero) con un marco de 0,4 m² para determinar la biomasa aérea acumulada.

6) Determinación de parámetros nutricionales de la pastura

A partir de los cortes de forraje realizados en las clausuras, se recolectaron 3 muestras por fecha y correspondientes a 3 sectores identificados en la pastura. Luego, las muestras se remitieron al laboratorio de Nutrición y Evaluación de Calidad de Forrajes del INTA EEA Balcarce para la determinación química del contenido de Proteína Bruta (PB) y la Digestibilidad de la Materia Seca (DMS) del forraje.

A partir de los valores de PB y DMS se calculó el promedio y desvío correspondiente a los 3 sectores, para cada fecha.

7) Procesamiento de los datos obtenidos.

A partir de las mediciones realizadas, se determinaron las siguientes variables morfo-genéticas:

- Largo foliar por macollo: Se obtuvo en cada fecha de medición, como la sumatoria del largo de lámina verde de cada hoja presente por macollo
- Número de hojas vivas: Se consideró hojas vivas a aquellas que presentan menos de un 50% de senescencia.
- Tasa de elongación foliar: Se calculó como la razón entre la diferencia de longitud registrada en dos mediciones sucesivas y la diferencia del número de días entre dichas fechas.

Con los datos recolectados de caracteres morfo-fisiológicos de las plantas de agropiros, la información climática del sitio (temperaturas y lluvias) y humedad edáfica (medida hasta 30 cm mediante gravimetría) se procedió a la elaboración de gráficos con el propósito de poder realizar un análisis apropiado de los resultados obtenidos. Para lograrlo, se estimaron los valores promedios de los caracteres bajo estudio por tratamiento y por fecha de fertilización. Luego, se establecieron relaciones entre los resultados graficados para poder explicar los procesos ocurridos durante el periodo de estudio.

Finalmente, en la Tabla 1 se describen todas las actividades realizadas durante el ensayo.

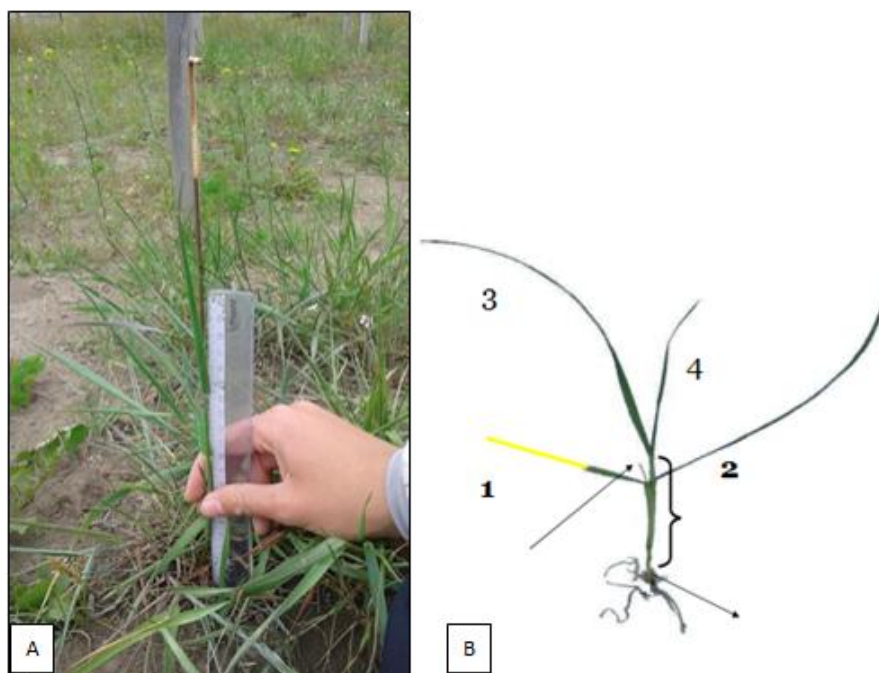


Foto 6: A: Medición de macollo marcado con el uso de regla y Dibujo A: B: Criterio utilizado durante la medición de longitud foliar y pseudotallo.

8) Análisis estadístico de los datos

El análisis estadístico consistió en relacionar la variación de la Longitud Total de Hojas (LTH) y el Número de Hojas (NH) con la Suma Térmica (calculada a través de la sumatoria de las temperaturas medias diarias – temperatura base de 4° C) mediante regresiones polinomiales y lineales (PROC REG.SAS), respectivamente, y la Tasa de Elongación Foliar (TEF) con la Suma Térmica y la humedad edáfica, a través de correlaciones (PROC CORR.SAS).

Cronograma de actividades											
Actividad	Meses										
	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	
Extracción de plantas	X										
Acondicionamiento de parcela de ensayo	X	X									
Trasplante de plantas	X	X									
Fertilización nitrogenada					X	X	X	X	X		
Marcación de macollos			X								
Medición de caracteres morfofisiológicos				X	X	X	X	X		X	
Corte para determinar biomasa acumulada y calidad forrajera					X		X	X	X	X	
Extracción de muestras para determinar humedad del suelo					X		X	X	X	X	
Análisis de datos								X	X	X	
Redacción de informe									X	X	

Tabla 1 Cronograma de actividades realizadas durante el ensayo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) Variables Climáticas

En los Gráficos 1 y 2 se presentan los valores de temperaturas máximas, mínimas y medias diarias y precipitaciones por período de medición, respectivamente, en Río Gallegos (Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto de Río Gallegos. Serv.Met.Nac. Fuerza Aérea Argentina)

Por su parte, en los Gráficos 3 y 4 se presenta la misma información, respectivamente, para el Campo Experimental Potrok Aike (Fuente: Estación Meteorológica Automática INTA).

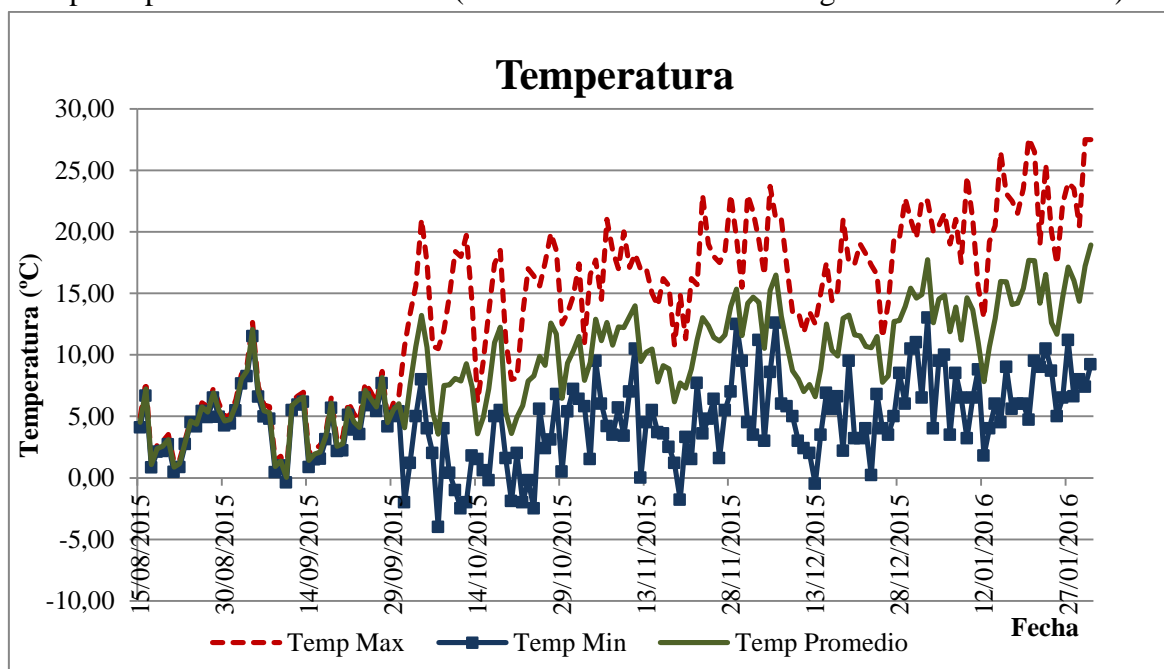


Gráfico 1 Registros de temperatura máxima, mínima y media correspondientes a la Ciudad de Río Gallegos. Periodo: 15/08/15 31/01/16

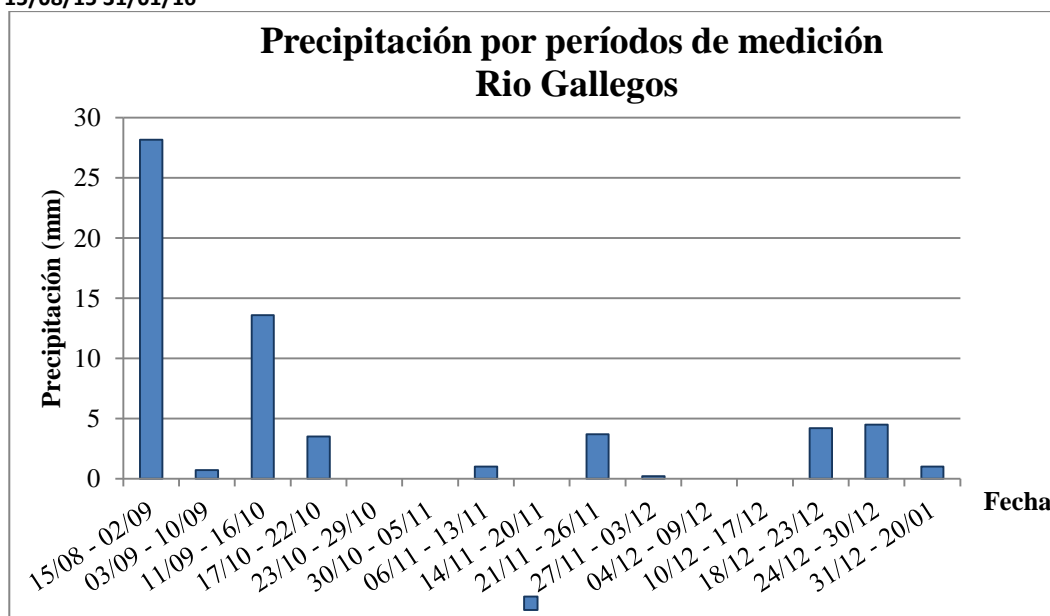


Gráfico 2 Precipitación registrada en la Ciudad de Río Gallegos en el periodo: 15/08/15 - 31/01/16

La precipitación total registrada en el periodo de medición para la Ciudad de Río Gallegos fue de: 60,56 mm

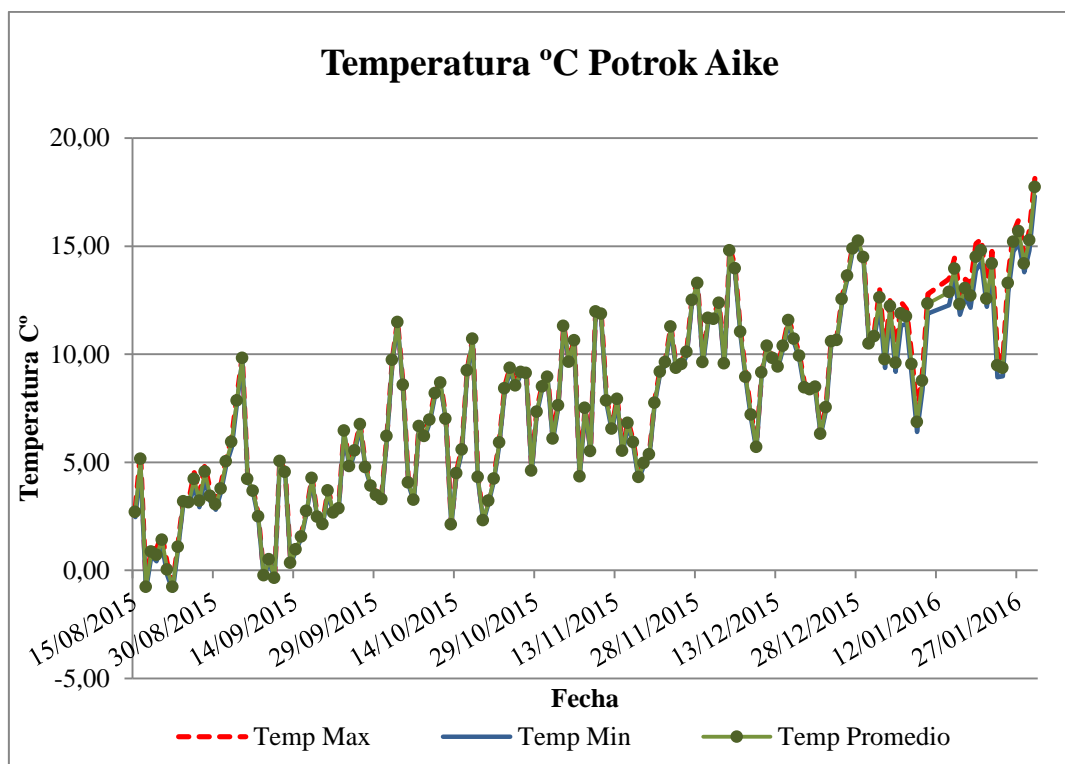


Gráfico 3 Registros de temperatura máxima, mínima y media correspondientes al Campo Experimental Potrok Aike. Periodo: 15/08/15 - 31/01/16

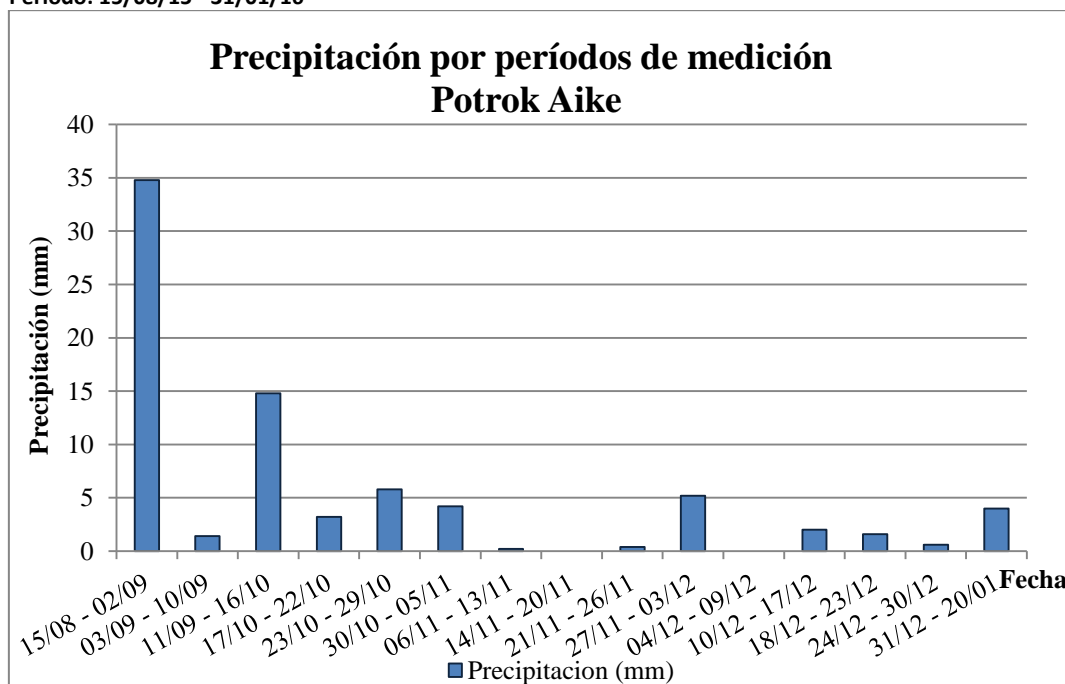


Gráfico 4 Precipitación registrada en el Campo Experimental Potrok Aike en el periodo: 15/08/15 - 31/01/16

La precipitación total registrada en el periodo de medición en el Campo Experimental Potrok Aike fue de: 78,2 mm.

Con respecto a la evolución de los parámetros climáticos en los sitios Río Gallegos y Potrok Aike durante el período total estudio, cabe mencionar que en el primer sitio se relevó una mayor amplitud térmica (Gráfico 1), que en Potrok Aike en donde las temperaturas máximas y mínimas fueron bastante próximas durante el estudio (Gráfico 3). Además, los valores de temperatura en Potrok Aike registraron un aumento progresivo hacia fines de primavera e

inicio del verano de evaluación, aunque la precipitación fue escasa en estas fechas, concentrándose las mayor pluviometría durante la 2° quincena de agosto en ambos sitios (Gráficos 2 y 4).

2) Contenido hídrico del suelo

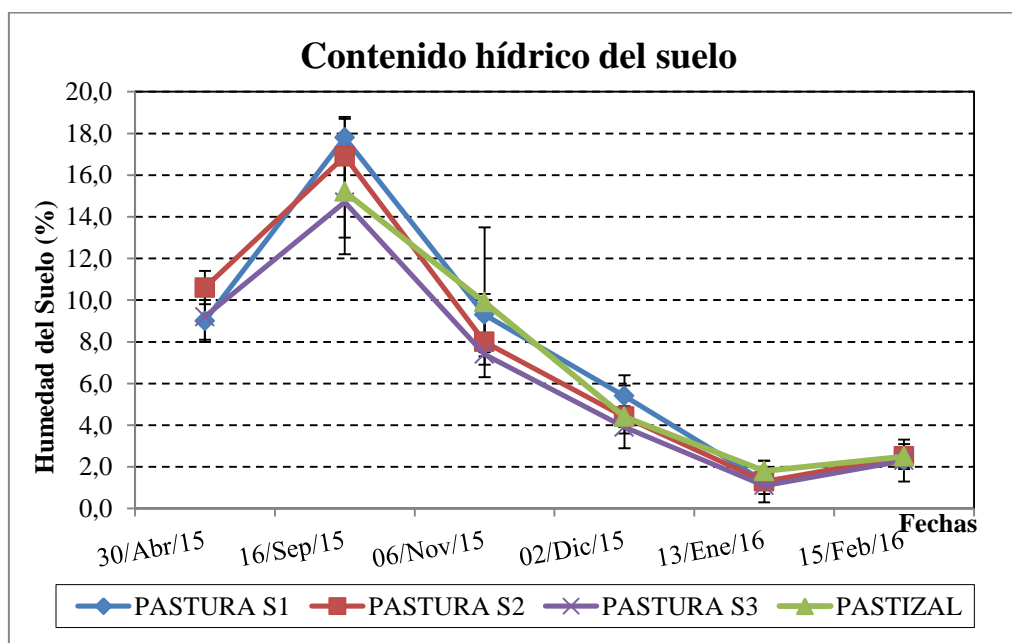


Gráfico 5 Contenido hídrico del suelo correspondiente a tres sectores de la pastura implantada en el Campo Experimental Potrok Aike y el pastizal natural.

El contenido de humedad del suelo aumentó hacia mediados de septiembre debido principalmente a la recarga hídrica previa (Gráfico 4). Luego, el mismo disminuyó progresivamente con el avance de la temporada, en combinación con la baja pluviometría registrada y ascenso de las temperaturas que generarían una mayor evaporación del suelo.

3) Características morfo-génicas

En los Gráficos 6, 8, 10,12 y 14 se presentan los valores de longitud total de láminas verdes por macollo y fecha para los distintos tratamientos de fertilización en el sitio Río Gallegos durante el período total de estudio. De la misma manera, en los Gráficos 7, 9, 11, 13 y 15 se encuentran la información del largo del pseudotallo por macollo y fecha para los mismos tratamientos en el mismo sitio.

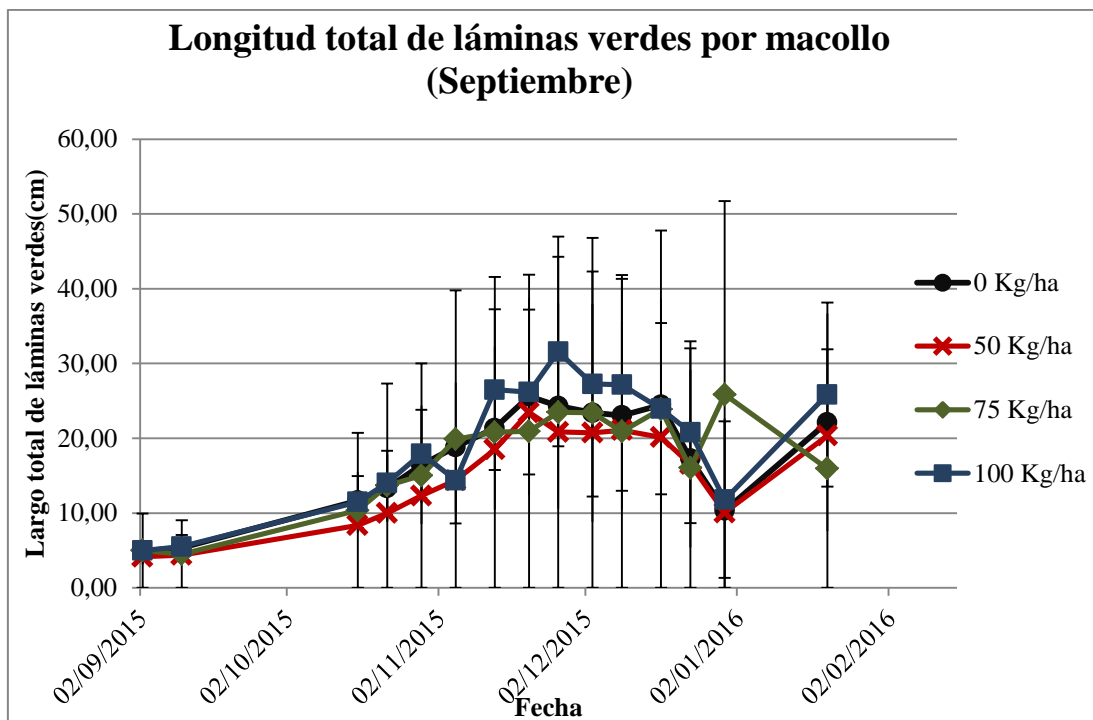


Gráfico 6 Longitud total promedio de lámina verde por macollo (cm \pm DE) para diferentes dosis de fertilizante aplicado en el mes de septiembre

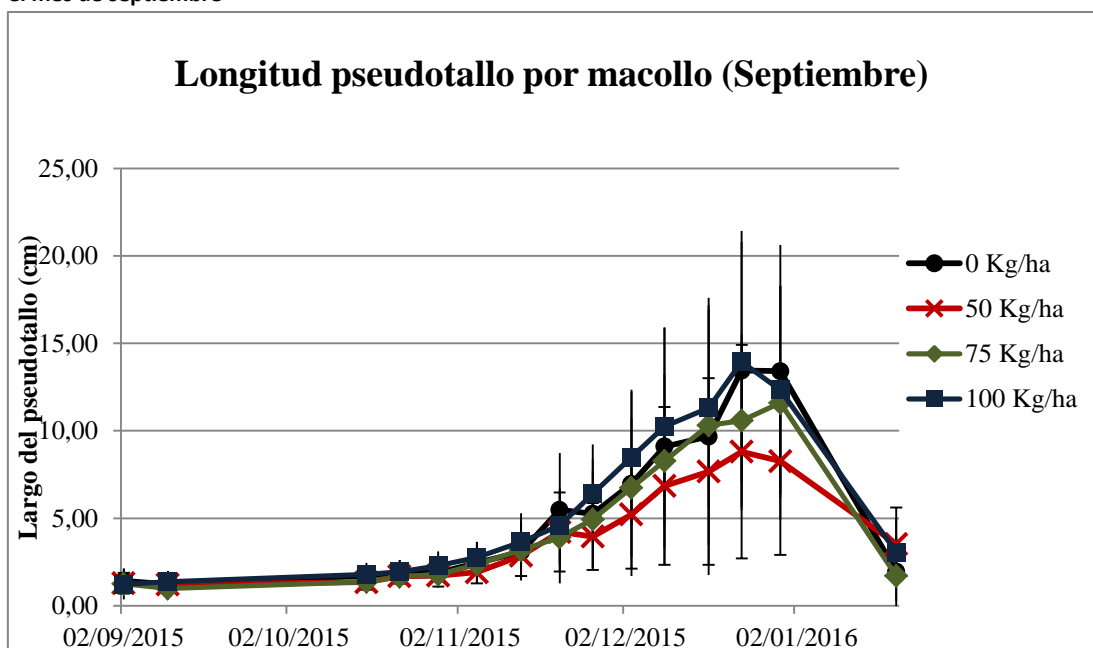


Gráfico 7 Longitud promedio del pseudotallo por macollo (cm \pm DE) para diferentes dosis fertilizante aplicados en el mes de septiembre

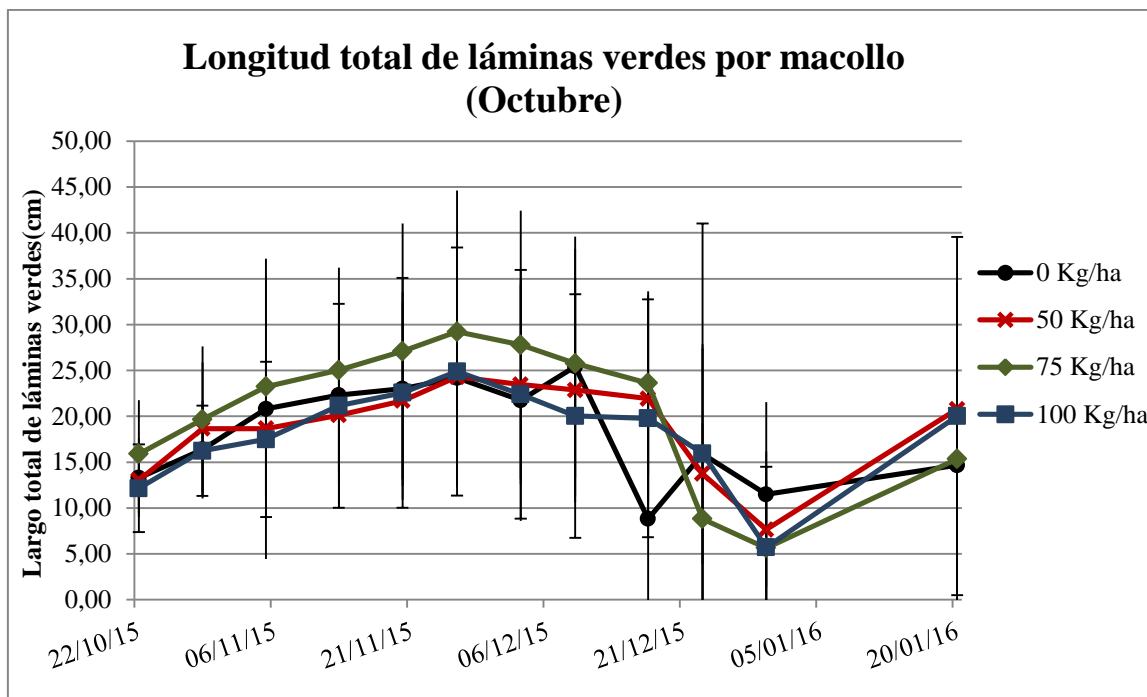


Gráfico 8 Longitud total promedio de láminas verdes por macollo (cm \pm DE) para diferentes dosis de fertilizante aplicado en el mes de octubre

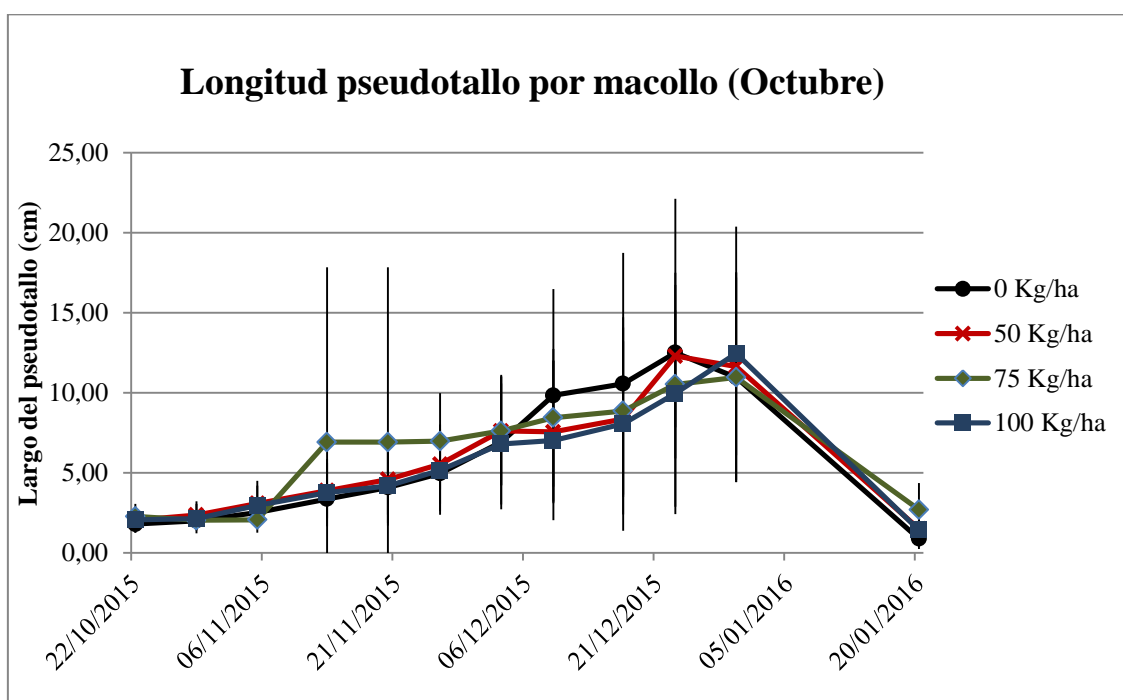


Gráfico 9 Longitud promedio del pseudotallo por macollo (cm \pm DE) , para diferentes dosis de fertilizante aplicado en el mes de octubre

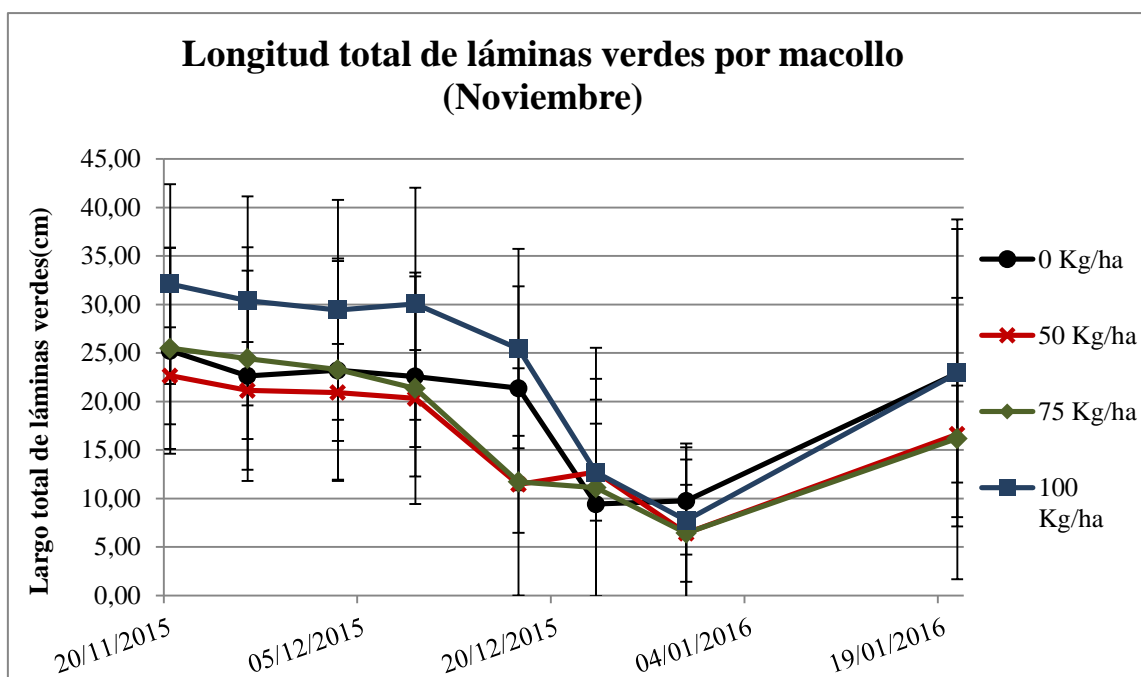


Gráfico 10 Longitud total promedio de láminas verdes por macollo (cm \pm DE), para diferentes dosis de fertilizante aplicado en el mes de noviembre

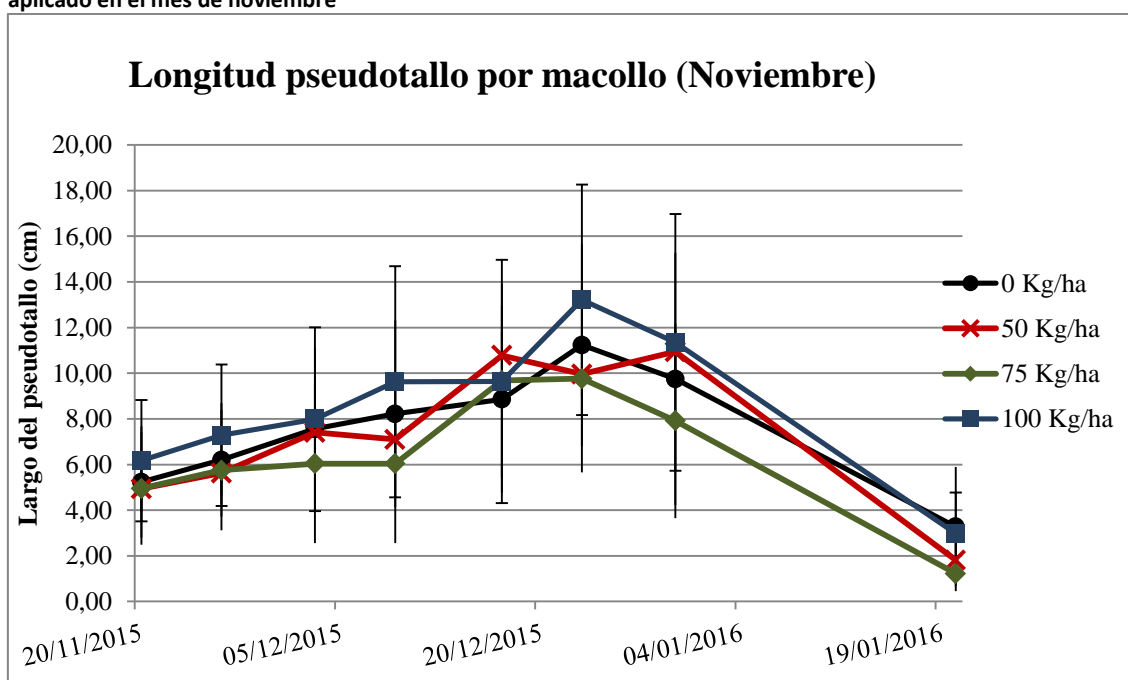


Gráfico 11 Longitud promedio del pseudotallo por macollo (cm \pm DE) para diferentes dosis de fertilizante aplicados en el mes de noviembre

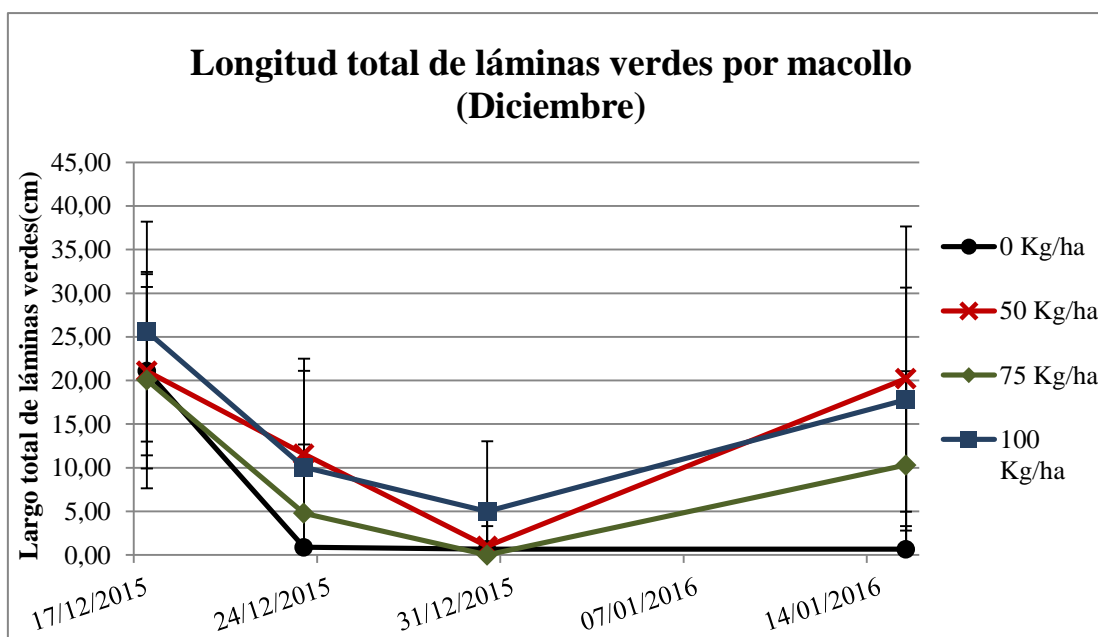


Gráfico 12 Longitud total promedio de láminas verdes por macollo (cm \pm DE) para diferentes dosis de fertilizante aplicado en el mes de diciembre.

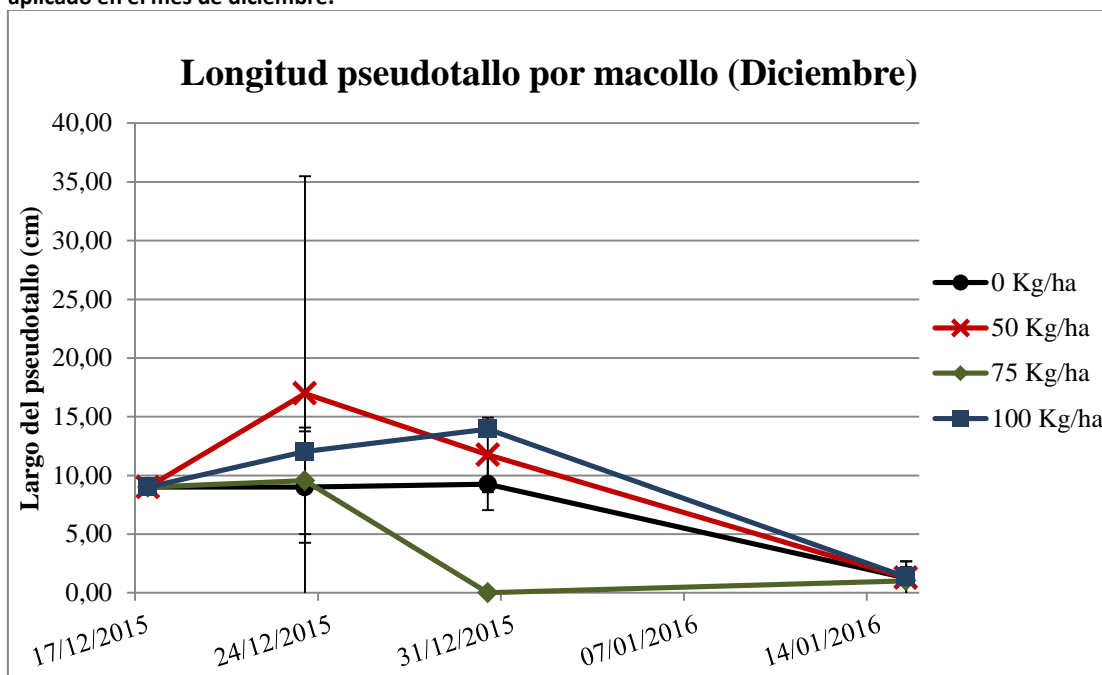


Gráfico 13 Longitud promedio del pseudotallo por macollo (cm \pm DE) para diferentes dosis de fertilizante aplicado en el mes de diciembre

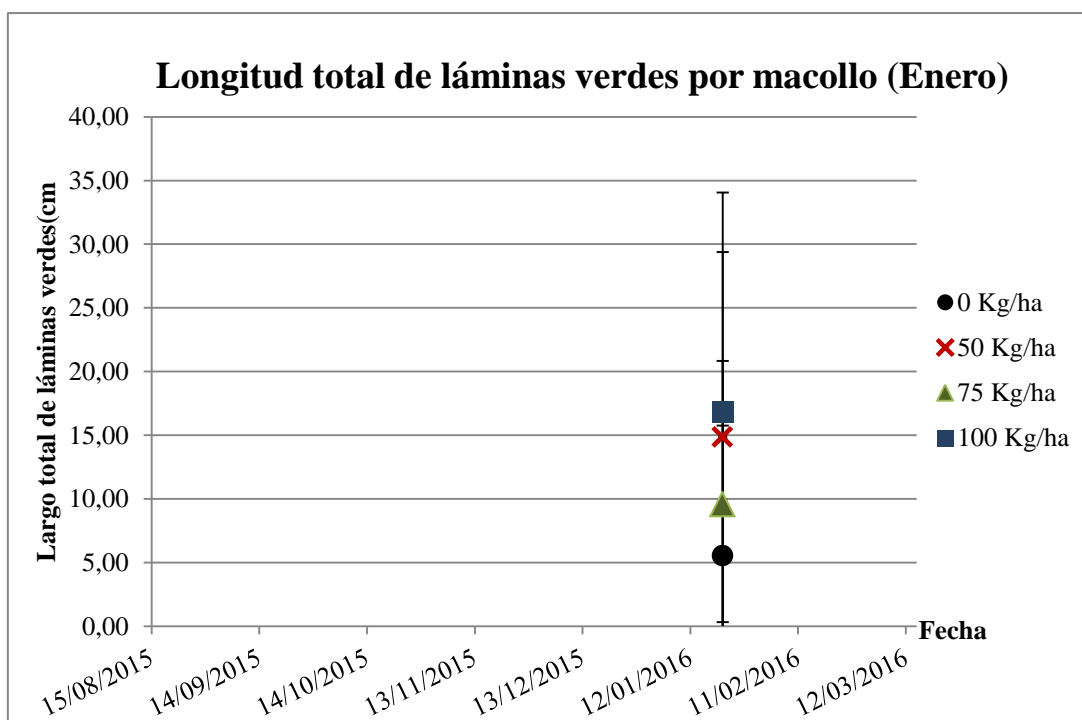


Gráfico 14 Longitud total promedio de láminas verdes por macollo (cm \pm DE) para diferentes dosis de fertilizante, aplicado en el mes de enero

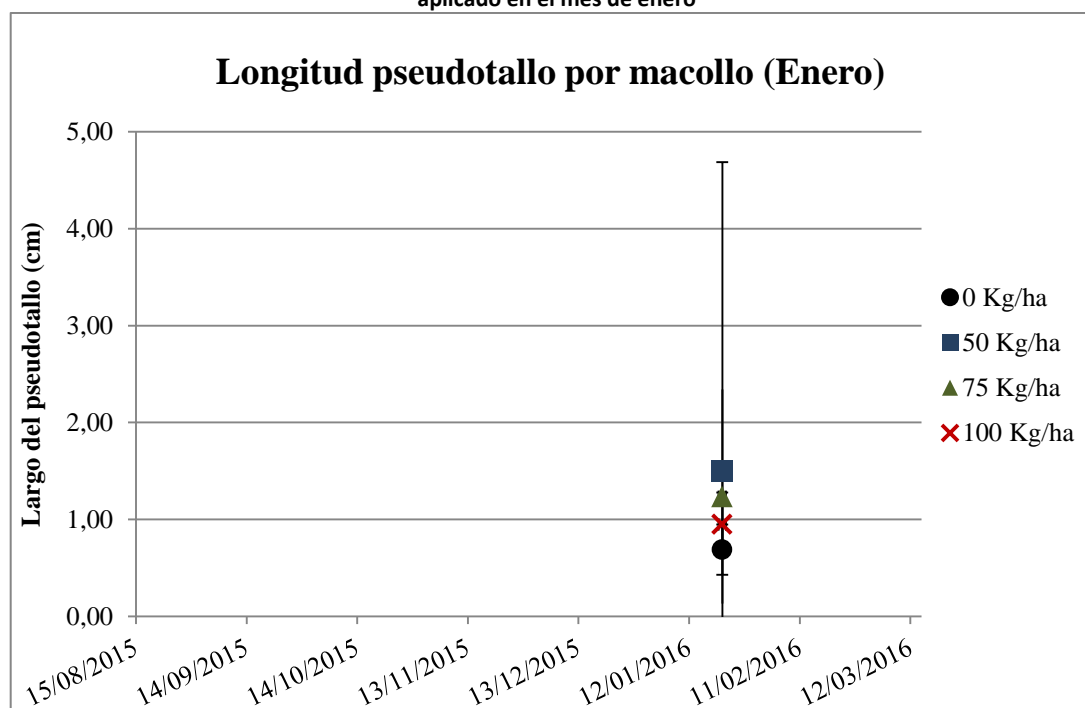


Gráfico 15 Longitud promedio del pseudotallo por macollo (cm \pm DE) para diferentes dosis de fertilizante aplicado en el mes de enero

Dado la mayor pluviometría registrada en la 2° mitad de agosto (Gráfico 2), se podría explicar la respuesta favorable de las plantas a la aplicación del fertilizante en el mes de septiembre, ya que, el contenido de humedad en el suelo y una temperatura adecuada posterior facilitarían la incorporación del mismo. En virtud de ello, estas parcelas alcanzarían en promedio una longitud foliar y de pseudotallo superior (Gráficos 6 y 7) al obtenido en las fechas restantes (Gráficos 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15).

En general, en todas las parcelas del sitio Río Gallegos se relevó una dinámica similar en el crecimiento de las plantas, es decir, un aumento importante en la longitud foliar desde principios de noviembre hasta mitad de diciembre, luego una disminución y finalmente un incremento de este parámetro en enero (Gráficos 6, 8, 10, 12 y 14). Este hecho podría estar vinculado con el registro de precipitaciones (Gráfico 2), debido a que la expansión de tejido foliar en ausencia de estrés hídrico, está directamente determinada por la temperatura y nutrición nitrogenada (Azanza *et al*, 2004). Sin embargo el periodo desde inicio de diciembre a los primeros días de enero, donde la longitud del pseudotallo ascendió y la longitud foliar se redujo, a pesar del aumento pluviométrico en la región, podría estar relacionado con la transición del estado vegetativo al reproductivo.

El crecimiento del pseudotallo (Gráfico 7, 9, 11, 13 y 15) reportó una reducción importante hacia el final del ensayo, ya que, por lo general, si la tasa de suministro de asimilados es menor que la demanda para el crecimiento foliar, la planta limita el macollamiento, para mantener el potencial de crecimiento de hojas (Azanza *et al*, 2004).

Con respecto a la evolución de los parámetros descriptos en las plantas de la pastura instalada en Potrok Aike, el comportamiento de aquéllas no difirió de los resultados relevados en el sitio Río Gallegos, aunque se reportaron diferencias en el último mes, en virtud de que la longitud foliar se redujo y aquélla del pseudotallo aumentó (Gráficos 16 y 17). Este comportamiento podría relacionarse con el inicio del periodo reproductivo el cual pudo haberse iniciado más tarde en el Campo experimental, en virtud de las condiciones climáticas presentadas.

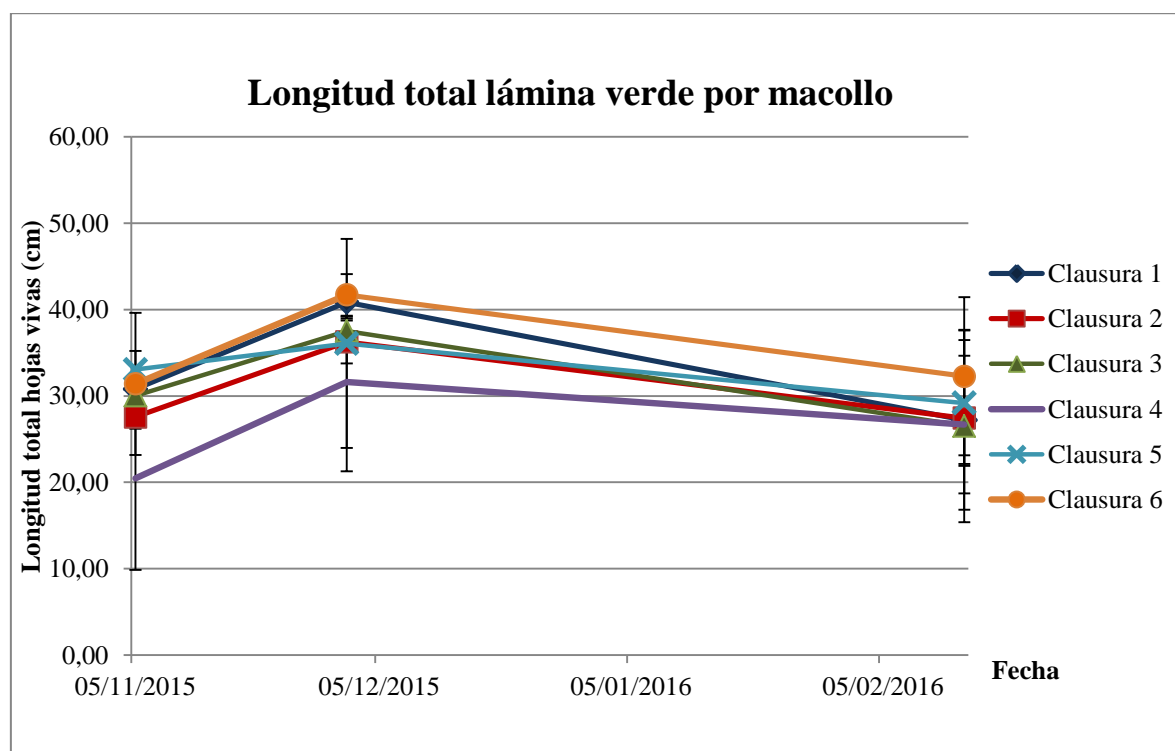


Gráfico 16: Longitud total promedio de láminas verdes por macollo (cm \pm DE) para cada una de las clausuras ubicadas en la pastura instalada en el Campo Experimental Potrok Aike

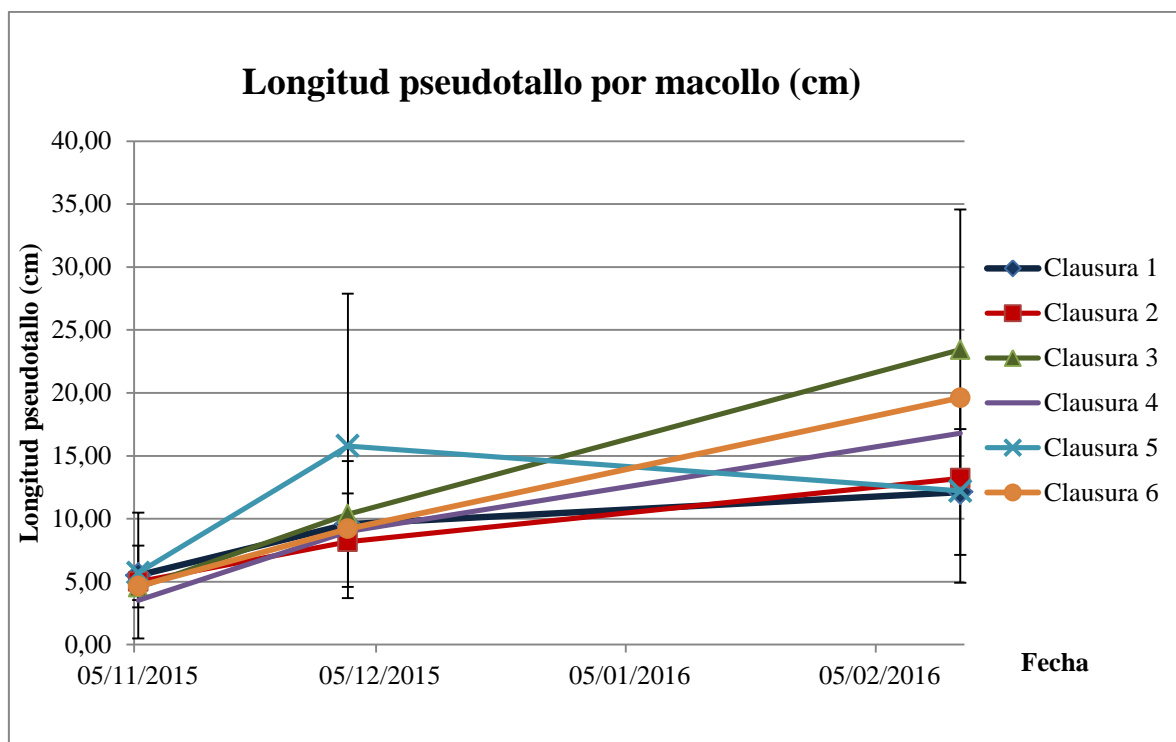


Gráfico 17: Longitud promedio del pseudotallo por macollo (cm \pm DE) para cada una de las clausuras ubicadas en la pastura instalada en el Campo Experimental Potrok Aike

Con respecto a la Tasa de Elongación Foliar relevada, en los Gráficos 17, 18, 19 y 20 se presenta la información de este parámetro por fecha para los distintos tratamientos en el sitio Río Gallegos. Por su parte, en el Gráfico 21 se presenta la misma información para las clausuras de la pastura instalada en el sitio Potrok Aike.

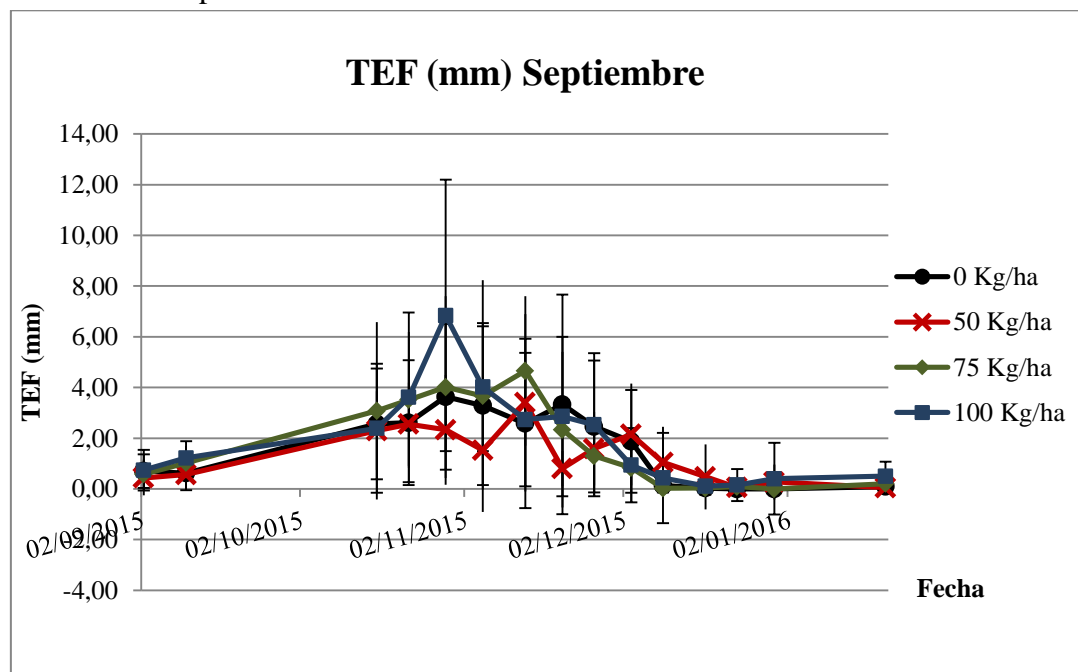


Gráfico 18: Tasa de elongación foliar promedio (mm \pm DE) para cada tratamiento correspondiente a la fertilización del mes de septiembre

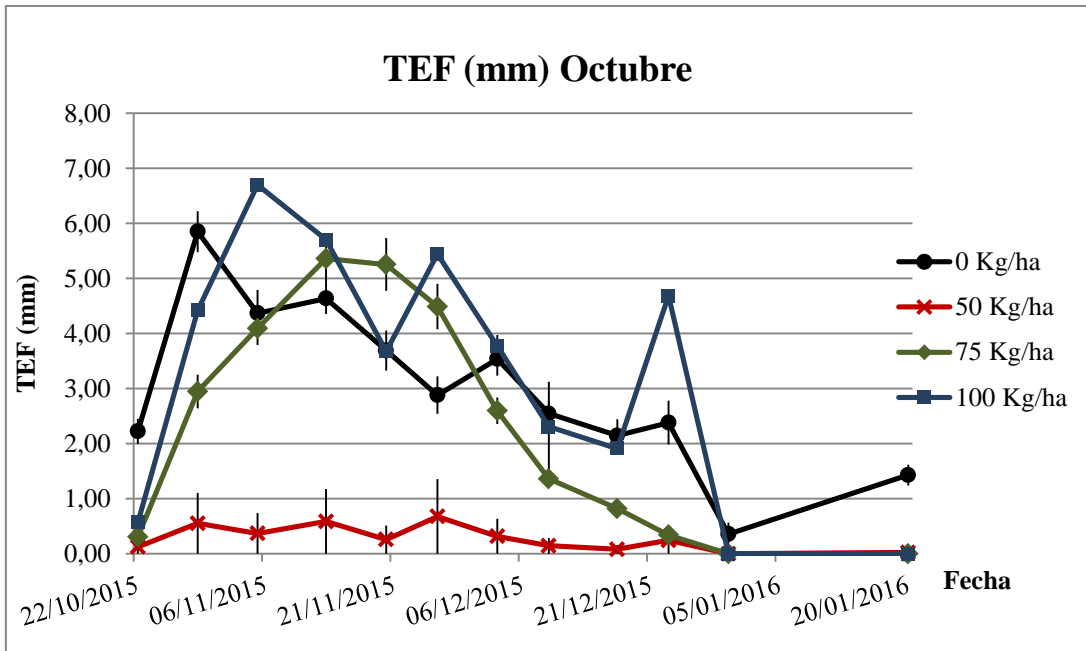


Gráfico 19: Tasa de elongación foliar promedio (mm ± DE) para cada tratamiento correspondiente a la fertilización del mes de octubre

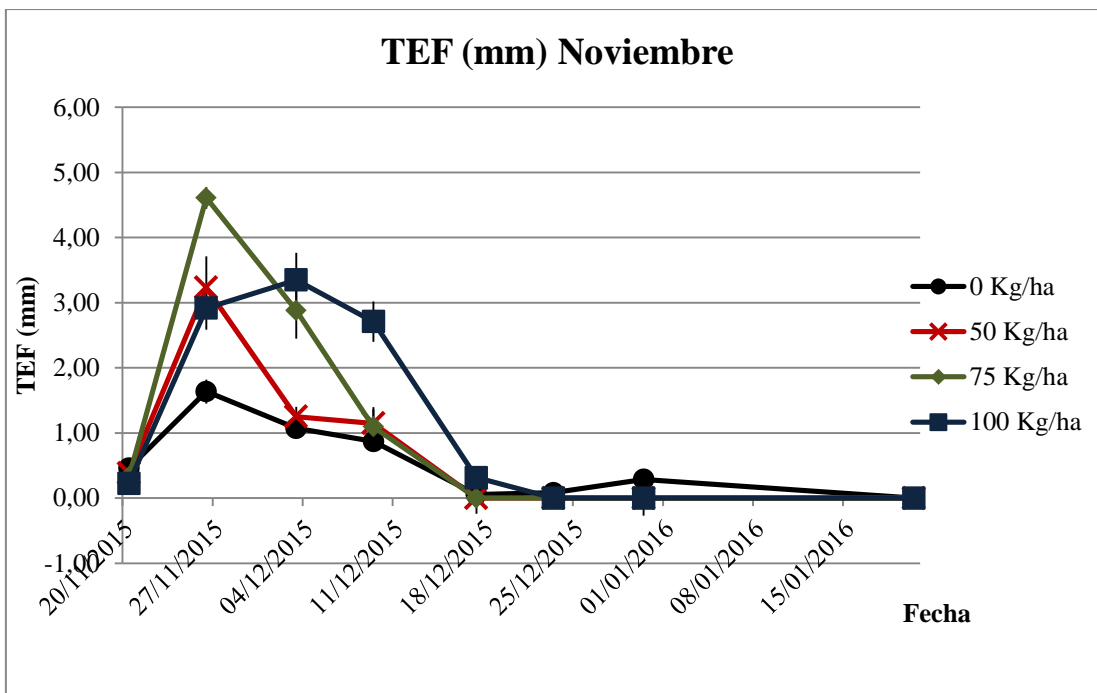


Gráfico 16 Tasa de elongación foliar promedio (mm ± DE) para tratamiento correspondiente a la fertilización del mes de noviembre

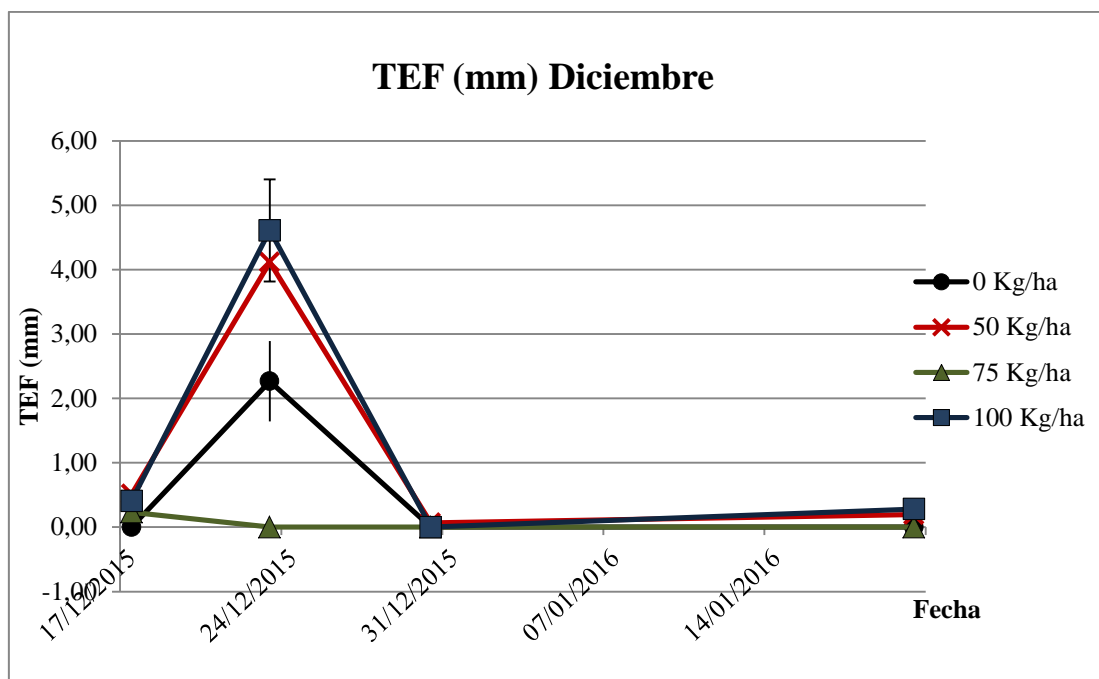


Gráfico 21: Tasa de elongación foliar promedio (mm \pm DE) para cada tratamiento correspondiente a la fertilización del mes de diciembre

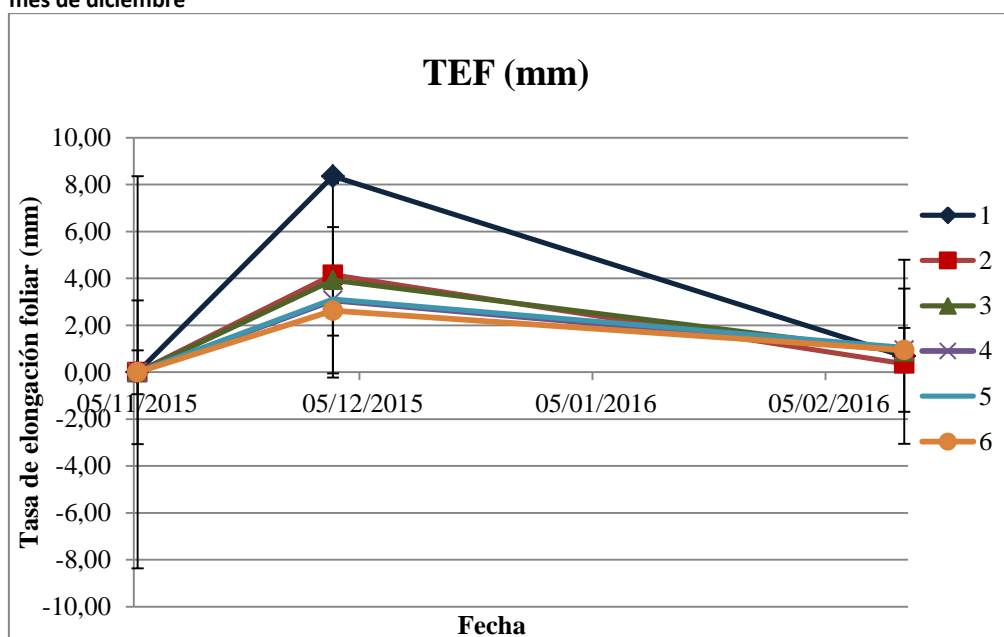


Gráfico 22 Tasa de elongación foliar (mm \pm DE) para cada una de las clausuras ubicadas en la pastura del Campo Experimental Potrok Aike

Con respecto a la evolución de la Tasa de Elongación Foliar (TEF), se ha comprobado que este parámetro aumenta generalmente en forma exponencial con la temperatura (Colabelli *et al.*, 1998). Sin embargo, en este estudio pudo reportarse hasta el mes de noviembre, ya que, luego la TEF comienza a disminuir significativamente (Gráficos 18,19,20,21 y 22) en las plantas de ambos sitios bajo estudio, lo cual podría explicarse por el bajo contenido de humedad edáfico existente (Gráfico 5) que daría lugar a una reducción de la TEF, determinando un menor tamaño de hojas (Colabelli *et al.*, 1998).

A pesar de que el agropiro es una especie que presenta bajas tasas de crecimiento debido a la baja disponibilidad de nitrógeno (Echeverría y Bergonzi, 1995; García *et al.*, 2002), no se observó un patrón que marque una diferencia del crecimiento entre las plantas fertilizadas y la

testigo. Esto puede responder a que las condiciones climáticas no permitieron el aprovechamiento del nitrógeno aplicado o que el suelo no presentaba tal deficiencia. Por esta razón se recomienda para futuros estudios, un análisis de nitrógeno disponible antes de iniciar el ensayo.

4) Características estructurales

En relación a las características estructurales relevadas en el sitio Río Gallegos, en los Gráficos 23, 24, 25, 26 y 27 se presentan los valores del Número de Hojas por macollo y fecha para cada dosis de fertilización. Finalmente, en el Gráfico 28 se presenta la misma información para las clausuras de la pastura instalada en Potrok Aike.

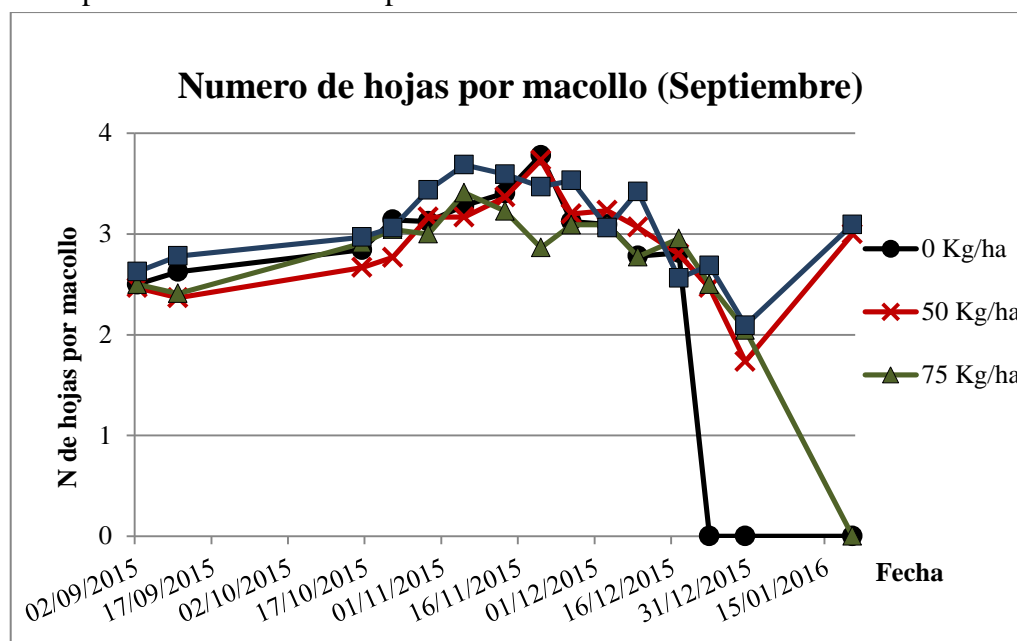


Gráfico 23 Numero de hojas promedio por macollo para cada dosis de fertilizante aplicado en el mes de septiembre

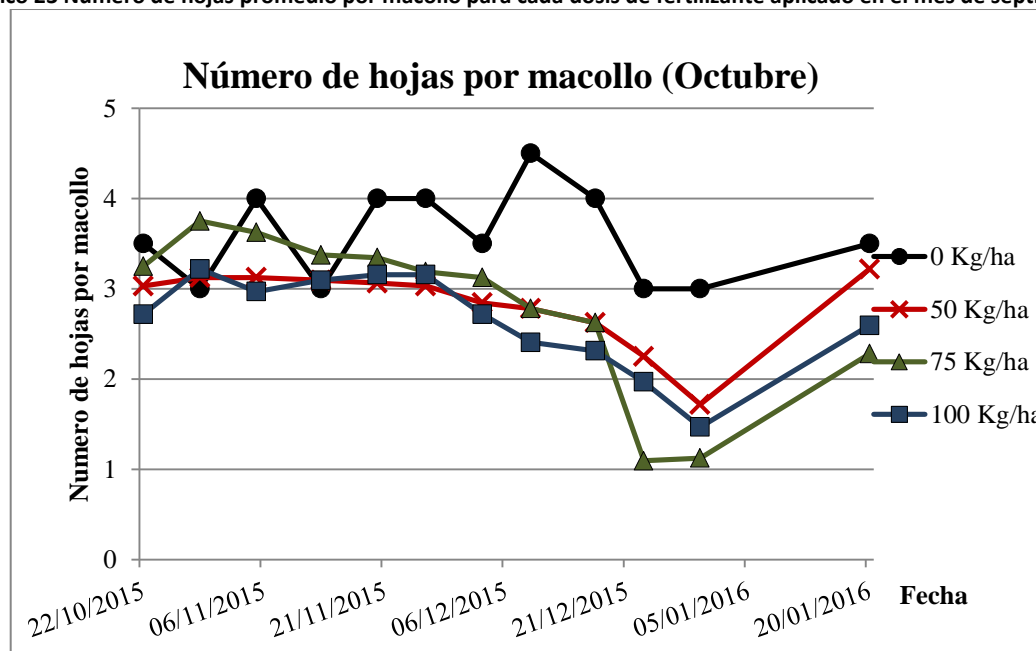


Gráfico 24 Numero de hojas promedio por macollo para cada dosis de fertilizante aplicado en el mes de octubre

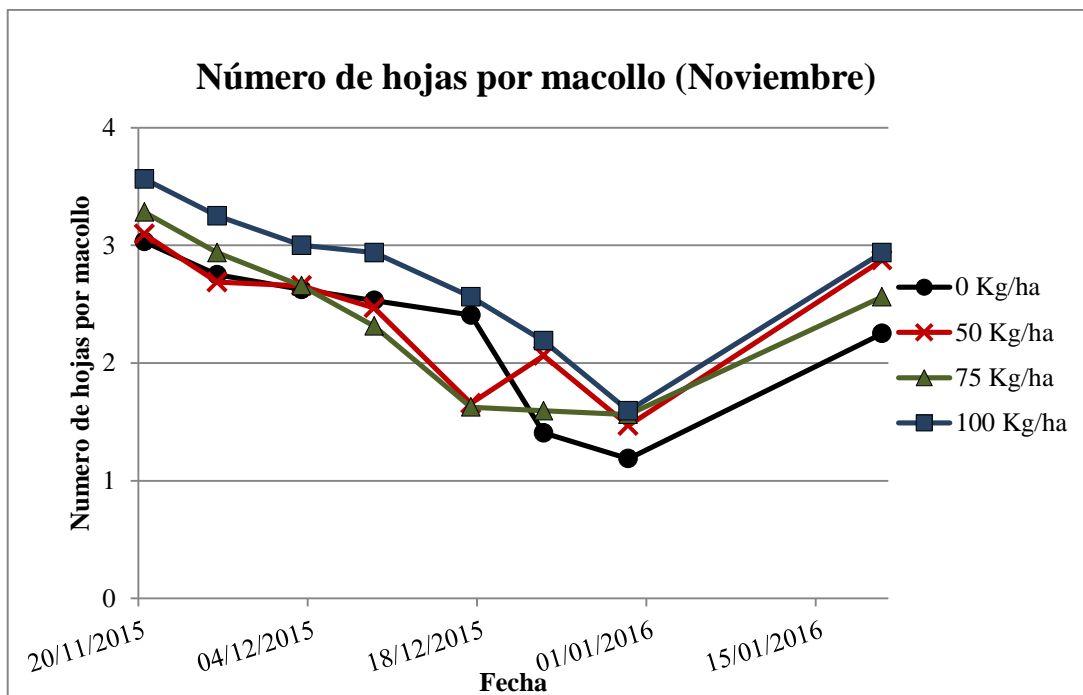


Gráfico 25 Número de hojas promedio por macollo para cada dosis de fertilizante aplicado en el mes de noviembre

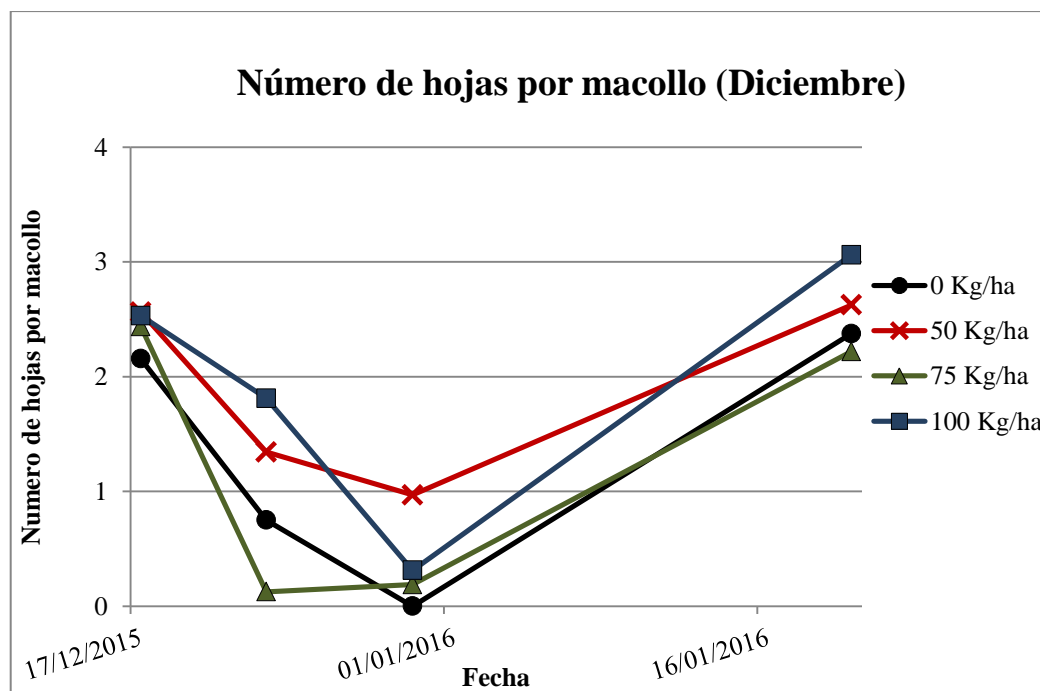


Gráfico 26 Número de hojas promedio por macollo para cada dosis de fertilizante aplicado en el mes de diciembre

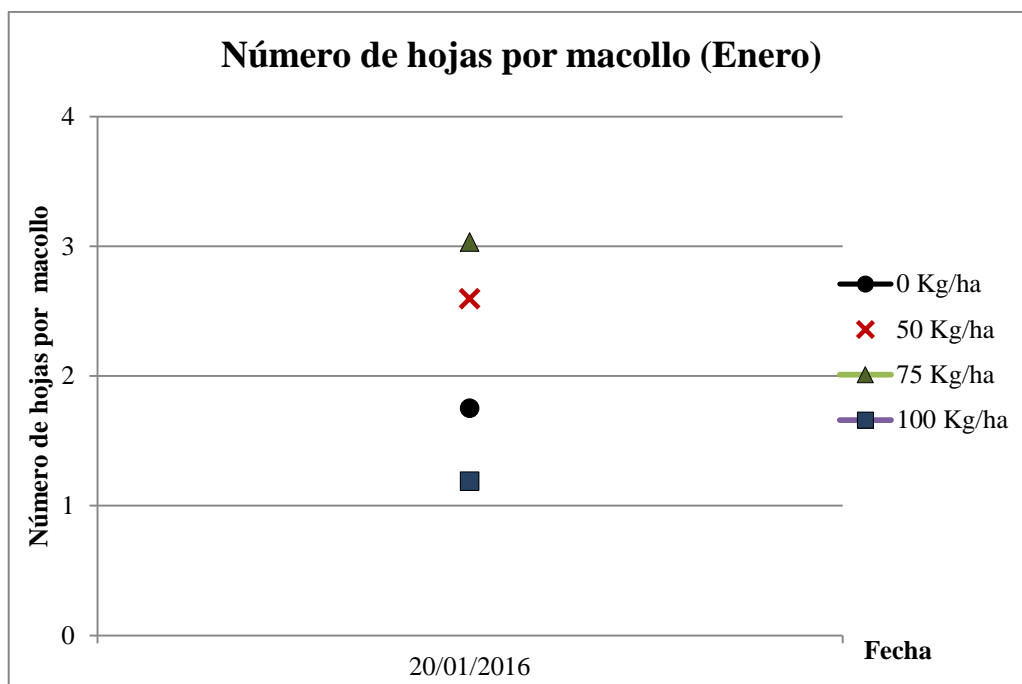


Gráfico 27 Número de hojas promedio por macollo para cada dosis de fertilizante aplicado en el mes de enero

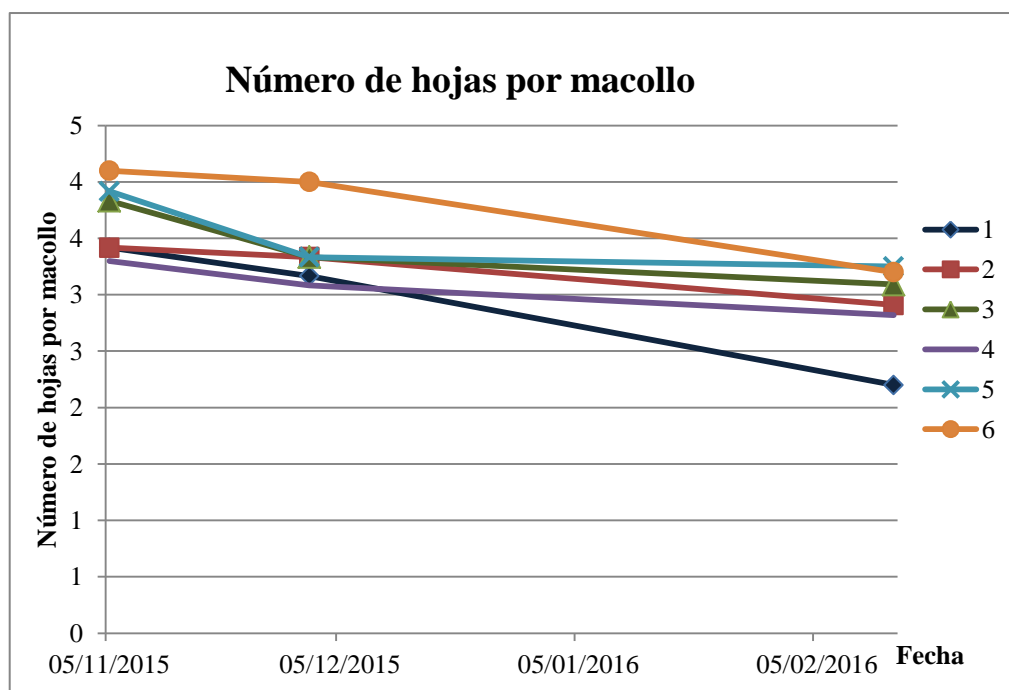


Gráfico 28 Numero de hojas promedio por macollo para cada una de las clausuras ubicadas en el Campo experimental Potrok Aike

El número de hojas por macollo tiende a ser un carácter relativamente constante para las gramíneas, debido a que los procesos de crecimiento y senescencia ocurren en forma simultánea. En este caso, los macollos fertilizados durante el mes de septiembre y octubre presentaron mayor número de hojas promedio (Gráficos 22 y 23), en relación a las parcelas de noviembre, diciembre y enero (Gráficos 24, 25 y 26). Cabe mencionar que, la cantidad de hojas aumentó durante el transcurso de las mediciones realizadas, luego decayó durante la primera quincena de diciembre y finalmente luego de aproximadamente un mes, registró un

incremento en el número de las mismas. Este comportamiento se vincularía principalmente con la pluviometría registrada (Gráfico 2)

El conjunto de efectos del nitrógeno sobre variables morfo-genéticas y estructurales, determinan una fuerte incidencia sobre el desarrollo del Índice de Área foliar (IAF) de las pasturas. Así, plantas de pasturas que crecieron en condiciones limitantes de este nutriente, generalmente alcanzan menor expansión foliar y crecimiento aéreo, en comparación con pasturas no limitadas (Colabelli *et al.*, 1998). Este enunciado se cumple en aquellas parcelas tratadas con la dosis de 100 Kg de N, pero en cantidades menores de fertilizante (75 y 50 Kg de N), no se relevó un patrón que permita identificar una mayor respuesta en estas plantas con relación a las plantas testigo. Con respecto al número de hojas, en todas las plantas, excepto aquellas fertilizadas en el mes de octubre en el cual aquéllas testigo presentaron un mayor número de hojas durante todo el periodo de medición, los macollos correspondientes a aquellas parcelas que recibieron la dosis más alta (100 Kg de N) generaron un mayor número de hojas.

5) Biomasa aérea acumulada

En el Gráfico 29 se evidencia la mayor producción de biomasa aérea en la pastura implantada en relación al pastizal natural. Además, aquélla manifiesta un mayor crecimiento de la vegetación a partir del mes de noviembre, en virtud de mayores temperaturas, hasta alcanzar aproximadamente 430 kg MS/ha entre enero y febrero. En cambio, en el pastizal natural la respuesta fue inversa en el mismo período, decreciendo hasta alrededor de 30 kg MS/ha.

Con respecto a la distribución de la biomasa aérea en la pastura implantada, la misma se presentó en forma heterogénea, siendo superior en el sector correspondiente a las Clausuras 1 y 6, e inferior en la Clausura 4 (Gráfico 30). Estas diferencias podrían ser utilizadas para lograr un mejor aprovechamiento del forraje disponible, a través de la realización de divisiones dentro del predio sembrado, que aislen aquéllos sectores más productivos en relación al resto.

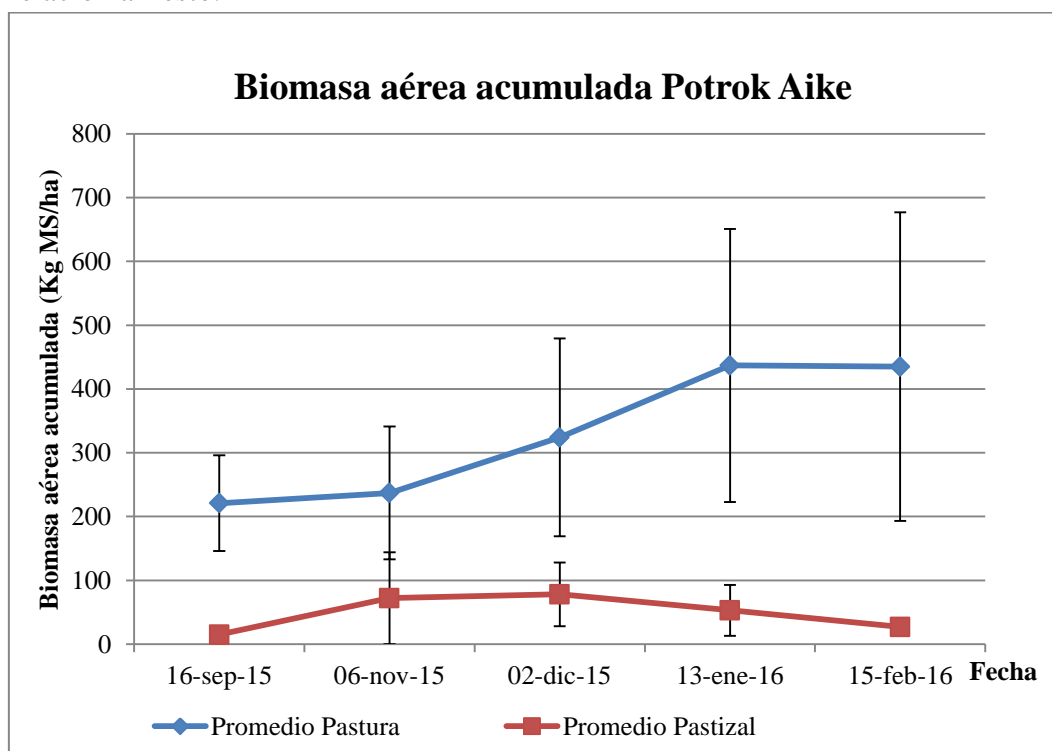


Gráfico 29 Biomasa aérea acumulada (kg MS/ha) \pm DE) obtenida a partir de cortes realizados en la pastura implantada y el pastizal natural correspondiente al Campo Experimental Potrok Aike.

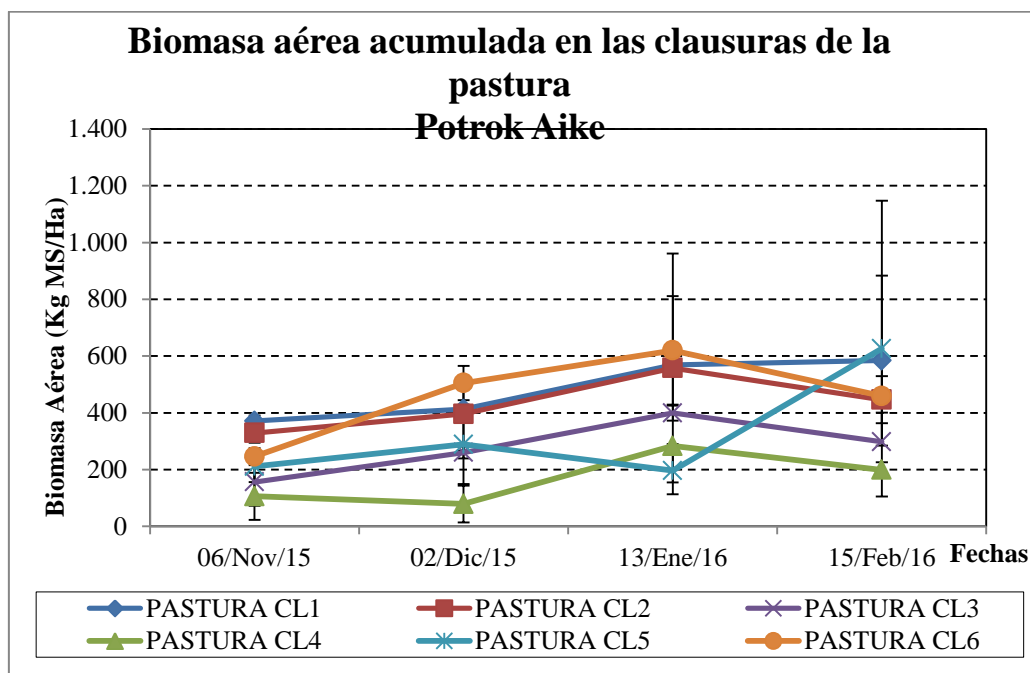


Gráfico 30 Biomasa aérea acumulada (kg MS/ha \pm DE) obtenida a partir de cortes realizados en las clausuras instaladas en la pastura implantada en el Campo experimental Potrok Aike.

6) Calidad nutricional de la pastura

En la Tabla 2 se presentan las medias del porcentaje de Digestibilidad de la Materia Seca (DMS) y el contenido de Proteína Bruta (PB) del forraje cosechado por fecha de corte de la pastura de agropiros implantada en el Campo Experimental Potrok Aike. Así, los valores máximos y mínimos de DMS y PB de los agropiros se registraron en noviembre y febrero, respectivamente. Para explicar el comportamiento de los parámetros nutricionales evaluados en la pastura, podría mencionarse que la variación de la digestibilidad del forraje está relacionada con el estadio fenológico de las plantas. Es decir, a medida que estas maduran, aumenta la pared celular y disminuye el contenido celular de los tejidos, el cual está constituido por compuestos solubles. Además, las hojas constituyen los órganos más digestibles y los tallos aquéllos menos digestibles. En virtud de lo expuesto y dado el avance del estadio fenológico de las plantas, la senescencia foliar y la disminución del número de hojas hacia el final del periodo de evaluación, se reportó la disminución en la DMS y PB desde noviembre a febrero.

Fecha	DMS (%)	PB (%)
06-11-2015	79,2 \pm 0,06	11,2 \pm 0,17
02-12-2015	76,4 \pm 1,37	7,1 \pm 0,25
16-01-2016	76,6 \pm 5,26	3,4 \pm 0,06
15-02-2016	69,8 \pm 2,04	2,4 \pm 0,00

Tabla 2: Medias del Porcentaje (\pm DE) de la Digestibilidad de la Materia Seca (DM) y Proteína Bruta (PB) de la pastura por fecha de corte. (Fuente: Laboratorio de Nutrición y Evaluación de Calidad de Forrajes, EEA INTA Balcarce)

7) Análisis estadístico de los datos

La LTH aumentó con la Suma Térmica hasta principios de diciembre y luego disminuyó hacia mediados de febrero, lo cual se ajustó a un modelo de regresión cuadrática (Ilustración N°3). Esta última respuesta se debería a una mayor senescencia foliar de los agropiros evaluados, vinculado con la disminución del NH que varió entre $3,4 \pm 0,3$ (06/Nov) y $2,9 \pm 0,4$ hojas/macollo (15/Feb) con el aumento en la Suma Térmica según un modelo de regresión lineal: $y = 3,7 - 0,001x^2$ ($R^2=0,41$; $p=0,004$).

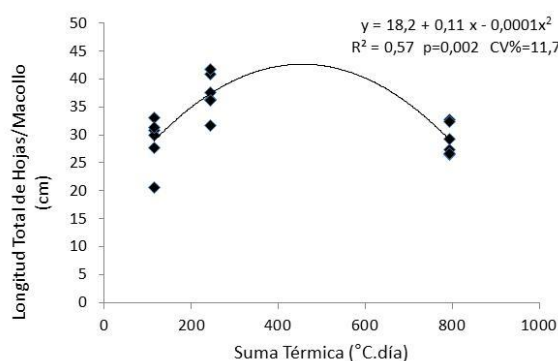


Ilustración 3 Figura 1: Relación entre la Longitud Total de Hojas/Macollo (cm) y la Suma Térmica (°C. día)

La TEF de los agropiros manifestó los mayores valores en los períodos setiembre-noviembre y noviembre-diciembre. Luego, declinó notablemente (subestimada por la mayor senescencia foliar), en virtud de la disminución en el contenido hídrico edáfico (Cuadro 1), lo cual se vincularía con la menor pluviometría del periodo (10,6 mm). En coincidencia con ello, la TEF se correlacionó con la humedad del suelo ($r = 0,63$; $p = 0,005$) y estuvo asociada en forma negativa con la ST del período ($r = -0,82$; $p < 0,0001$).

Período	Tasa de Elongación Foliar (mm.día ⁻¹ ± DE)	Suma Térmica (°C.día ± DE)	Humedad edáfica (% ± DE)
17/Set - 06/Nov	5,1 ± 0,9	113,9 ± 138,3	8,5 ± 1,6
07/Nov - 02/Dic	4,3 ± 2,1	135,9 ± 67,6	4,4 ± 0,7
03/Dic - 15/Feb	0,9 ± 0,3	558,2 ± 203,0	2,4 ± 0,2

Tabla 3 Cuadro 1: Medias y desvíos estándar (DE) de la Tasa de Elongación Foliar de los agropiros (n=6), Suma Térmica y Humedad edáfica (hasta 30 cm de profundidad).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que si bien la temperatura es un factor determinante en el desarrollo de la vegetación, el contenido hídrico del suelo cumple un rol fundamental en el crecimiento de las plantas, limitando en muchos casos la elongación foliar y la disponibilidad de los nutrientes. Este último hecho se evidenció en la fertilización del mes de septiembre, dado que al presentarse una mayor pluviometría a fines de agosto y a un incremento en la temperatura posterior, las plantas presentaron una respuesta favorable, presentando una elongación foliar y de pseudotallo superior, en relación a los individuos que fueron fertilizados meses más tarde. Sin embargo este efecto no se visualizó en el número de hojas registradas, ya que, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, ni momento de aplicación de nitrógeno, a excepción de aquellas plantas fertilizadas en el mes de octubre con dosis equivalente a 100 Kg N/ha,

Por otro lado, si se comparan los valores de biomasa aérea acumulada en la pastura y el pastizal, puede comprobarse el mayor potencial productivo de aquella en todas las fechas de medición. Esta diferencia se acentúa durante el mes de noviembre, superando de manera importante la MS obtenida en la pastura en relación al pastizal. Sumado a la cantidad de forraje disponible, se agrega la calidad del mismo, el cual alcanza el nivel óptimo durante el mes de noviembre y luego disminuye en los próximos meses. La adecuada selección del momento de aprovechamiento, considerando estas características de la pastura, definirá la respuesta animal, reflejado en la ganancia en peso.

Finalmente, podría mencionarse que el conocimiento de la dinámica de crecimiento tanto de la pastura como del pastizal de un establecimiento o región permitiría lograr un manejo eficiente de pastoreo. Asimismo la evaluación de los factores que influyen en las características morfo-genéticas de las mismas, es fundamental para la elaboración de estrategias eficientes de cosecha, que permita determinar los momentos de retención de un área foliar adecuada y aprovechamiento antes de que una alta proporción del mismo senesca.

BIBLIOGRAFÍA

- AGNUSDEI, M. y Marino, M. A. 2007. Abastecimiento de fosforo y nitrógeno en pasturas para una ganadería productiva sustentable. 12° Jornada Ganadera de Benito Juarez.. Unidad Integrada Balcarce – (FCA-UNMdP – INTA) Ruta 226 km 76,5 (7620) Balcarce. C.C. 276
- AGNUSDEI, M.G.; Di Marco, O.N. y Harkes, H. 2013. Calidad de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) en estado vegetativo en relación con la edad y longitud de hojas.
- ALONSO, S.I.; Fernández, J.A.; Borrajo, C.I. y Echeverría, H. 2000. Cambios en la producción y calidad del forraje otoño-invernal por el agregado de nitrógeno en materiales de agropiro. Cs. del Suelo 18(2):115- 124.
- ALVAREZ BENTO, J. B. 2011. Evaluación de especies forrajeras en Ea. La Porfiada, Provincia de Santa Cruz. Trabajo final de graduación para optar por el título de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultada de Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina.



- AZANZA BRANCATO, A.; Panissa Gilardoni, R.J.; Rodriguez d' Avila Weber. 2004 Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral.. Tesis Ingeniería Agrónoma (Orientación Agrícola Ganadero y Ganadero Agrícola). Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- BERONE, G.D. y Dreher, N. 2007. Elongación y vida media foliar de gramíneas templadas perennes a inicios de primavera en el centro-oeste santafecino. Revista Argentina de Producción Animal Vol 27 Supl. 1. INTA EEA, Rafaela, Santa Fe.
- BERTRAM, N. 2008. Respuesta de Agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) a la densidad de siembra y al arreglo espacial: desarrollo del área foliar, estructura población e interceptación lumínica en el año de implantación. Trabajo de tesis presentado como requisito parcial para optar al título de Magister Scientiae en Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Instituto /Nacional de Tecnología.
- CHAPMAN DF, Lemaire G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation 1993. En: Baker MJ [Ed.]. Grassland of Our World. Wellington: SIR Publishing. pp. 95-104.
- COLABELLI, M., Agnusdei, M., Mazzanti, A. y Labreveux, M.. 1998. Boletín Técnico N° 148. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Buenos Aires Sur, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Prov. Bs.As., Argentina
- ECHEVERRÍA, H.E.; Bergonzi, R. 1995. Estimación de la mineralización de nitrógeno en suelos del sudeste bonaerense. Boletín Técnico N.º 135. Centro regional Buenos Aires Sur. INTA. Balcarce. 16 p.
- FERNÁNDEZ GRECCO, R.. 2013. Dinámica del crecimiento de una pastura de agropiro alargado de acuerdo con la época de fertilización nintrogenada. INTA, Estacional Experimental Agropecuaria Balcarce. Ruta 226 Km 73,5 (7620). Balcarce, Provincia de Buenos Aires.
- FERRI, C.M ; Brizuela, M.A.; Cid, S.M.; Stritzler N.P. 2006. Dinámica de acumulación de láminas foliares y estructura del forraje diferido de *Panicum coloratum* L.. Agricultura Técnica (Chile) 66(4):376-384.
- FERRI, C.M.; Strizler, N.P.; Pagella, J. H. 2008. Tasa de aparición de hojas en *Panicum coloratum* L. cv Verde.. Facultad de agronomía, UNLPam, La Pampa. EEA Anguill "Ing. Guillermo Covas" INTA. Revista Argentina de Producción animal Vol 28(3)193-200
- GARCÍA, F.; Minucci, F.; RUBIO, G.; Ruff, G.; 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. Instituto de la Potasa y el Fósforo. INFOPOS- Cono Sur. 72 p.
- INSUA, J.R.; Di Marco, O.N.; Agnusdei, M. G. Diciembre 2013, Argentina 267 Calidad nutritiva de láminas de festuca alta (*Festuca arundinacea Schreb*) en rebrotes de verano y otoño.

- INSUA, J.R.; Di Marco, O.N.; Agnusdei, M. G. Diciembre de 2014. Longitud de la vaina como determinante de la calidad de hojas de *Festuca arundinacea* durante un periodo de rebrote. RIA - Vol. 40 - N° 2.
- LEMAIRE, G. and Chapman, D. 1996. Tissue Flows in Grazed Plant Communities. In: The Ecology and Management of Grazing Systems. Eds: Hodgson J. and Illius A.W. Reino Unido. CAB International.
- MARINO, M. A.; Castaño, J.. Diciembre, 2012. Producción forrajera con aplicación otoñal de fertilizantes nitrogenados en avena y en agropiro
- MARINO, M.A.; Agnusdei, M.. Manejo estacional del suministro de nitrógeno en pasturas de *Festuca arundinacea* *Scrheb.* (sudeste bonaerense, Argentina): crecimiento y eficiencia en el uso de recursos. Departamento Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Email: mmarino@copetel.com.ar 2 Departamento Producción Animal, Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce, Argentina. Email: magnusdei@balcarce.inta.gov.ar
- NUÑEZ V.; Hodgkinson, S.; López, I. Selectividad entre *Lolium perenne* L y *Bromus valdivianus* Phil por jabalíes. 1993. Instituto de Producción Animal, Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- OLIVA, G.; Utrilla, V.; Di Fulvio, L. 1993. Experiencias de Manejo y Mejoramiento de Praderas en Patagonia Austral Argentina.. INTA EEA Santa Cruz. Rio Gallegos.
- RAMÍREZ REYNOSO, O.; Hernández Garay, A.; Carneiro da Silva, S.; Pérez, J.; Salim Jacaúna de Souza Júnior, S.; Castro Rivera, R.; Enríquez Quiroz, J. F. 2010. Características morfogénicas y su influencia en el rendimiento del pasto mombaza, cosechado a diferentes intervalos del corte. Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 12, núm. 2, mayo-agosto, pp. 303-311, Universidad Autónoma de Yucatán México.
- RIVERA R.C.; Garay, A.H.; Ramírez Reynoso, Aguilar Benitez, G., Enríquez Quiroz, J.F.; Mendoza Pedroza, S.I. 2013. Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. Rev Mex Cienc Pecu ;4 (2):201-215.
- SALDANHA, S.; Cechini, A; Bentancur, O.. Variables morfogénicas y estructurales de cinco cultivares de *Lolium sp.* 2013. Agrociencia Uruguay - Volumen 17 2:110-120 .
- SARDIÑA, S.; Ceconi, I.; Bandera, R. 2009. Fertilización nitrogenada y respuesta productiva de festuca (*Festuca arundinacea*) y agropiro (*Tynopirum ponticum*). Informe técnico del Centro Regional Buenos Aires Norte. EEA INTA Gral. Villegas, CC 153 (6230) Gral. Villegas csardinia@correo.inta.gov.ar
- SAROFF, C.; Pagliaricci, H.; Ferreira, V. 2003. Efecto de la defoliación sobre la dinámica del crecimiento de Triticale.. Universidad Nacional de Rio Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Agricultura Técnica, Vol 63, N°3, pp 266-276.