

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS, NATURALES Y AMBIENTALES



TRABAJO FINAL DE GRADO

Título:

Efecto de la dosis de fosfato diamónico en la siembra sobre el establecimiento de una pastura de festuca alta (*Festuca arundinacea* Scrb.)

Director: Jorge Omar Scheneiter

Alumno: Juan Ignacio Lavagnino

Legajo: 4942/2

Carrera: Ingeniería agronómica

Fecha: 29/4/2014

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a mis padres, quienes en todo momento me inculcaron, apoyaron e hicieron posible esta etapa tan importante de la vida. En segundo lugar a mi hermano, mis abuelos, tíos y primos quienes estuvieron siempre en todo momento.

A mi padrino, Martín, quien me hizo amar al campo para luego hacer de esa pasión una profesión.

A mi novia, Jime que es un pilar fundamental en mi vida, su responsabilidad y constancia me ayudo a superar ciertos obstáculos en la carrera. A su familia quienes me brindaron cariño en todo momento y un lugar en la ciudad que estudié, lejos de la mía.

A mi director de tesis, profesor y ejemplo de vocación, Omar Scheneiter, quien incansablemente trabaja día a día de lo que le apasiona. Gracias a él y al equipo de forrajeras de la EEA INTA Pergamino pude desarrollar mi trabajo final de grado en dicha institución.

INDICE

Resumen.....	4
1. Introducción.....	5
2. Hipótesis.....	9
3. Objetivo general.....	9
4. Objetivos específicos.....	9
5. Materiales y métodos	10
5.1. Sitio experimental y tratamientos.....	10
5.2. Siembra.....	10
5.3 Mediciones.....	11
5.4 Diseño experimental.....	12
5.5 Condiciones ambientales.....	13
6. Resultados.....	14
7. Discusión.....	18
8. Conclusiones.....	20
9. Bibliografía.....	22
10. Anexo.....	25

RESÚMEN

Se realizó un experimento con el objetivo de determinar el efecto de distintas dosis de fosfato diamónico (FDA) aplicadas en la siembra de una pastura de festuca alta, sobre la densidad de plantas y la eficiencia de uso de la radiación en el período inicial del establecimiento de la pastura. Esta se sembró sobre un suelo Argiudol típico en la EEA Pergamino del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Los tratamientos fueron, un control y 5 dosis de FDA en la línea de siembra (0, 42, 89, 126, 157, 203 kg ha⁻¹). Las variables de respuesta fueron: densidad de plantas a los 30 y 60 DDS, acumulación de fitomasa aérea a partir de los 120 DDS y hasta la finalización del ensayo, índice de área foliar (IAF) y la eficiencia de utilización de la radiación (EUR). No se detectaron diferencias entre tratamientos en la densidad de plantas logradas. El IAF se incrementó con dosis creciente de fertilizante al igual que la RFA_i. La mayor acumulación de biomasa aérea se produjo con las dosis de 89 y 203 Kg ha⁻¹ de FDA para la primera y segunda medición. No hubo diferencias en la EUR y las diferencias en biomasa acumulada entre tratamientos se relacionaron significativamente con la captura de radiación de los mismos. Las altas precipitaciones luego de la siembra probablemente evitaron un efecto negativo de altas dosis del fertilizante sobre la densidad inicial de plantas.

1. INTRODUCCION

En el ecosistema templado húmedo de la Argentina, la festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) ocupa la mayor superficie como integrante de pasturas cultivadas o al estado puro para la producción de semilla. En el norte de la provincia de Buenos Aires, es la gramínea perenne templada de mayor adaptación a una amplia gama de condiciones ambientales, exceptuando suelos con valores extremos de pH y salinidad (Maddaloni y Ferrari, 2006).

Se adapta muy bien a la siembra directa y no se establece en siembras al voleo sobre el tapiz (Belloti y Blair, 1989). La época de siembra es otoño, preferentemente a mediados de esta estación para evitar el ataque temprano del pulgón verde de los cereales que daña o puede matar las plántulas. No se recomienda la siembra en primavera temprana, dadas las limitaciones por la competencia de las malezas y la falta de humedad. Como toda gramínea perenne, el crecimiento inicial es lento.

Una característica de la festuca alta, con condiciones nutricionales adecuadas, es su plasticidad fenotípica que le permite mantener la productividad en un ambiente dado mediante compensaciones entre el número y el tamaño de los macollos (Scheneiter y Assuero, 2010).

La implantación y el establecimiento de una pastura es una etapa crítica dentro del sistema pastoril. Una falla en estas etapas se traduce en un mayor espacio para el crecimiento de malezas, alto costo de implantación, bajo aprovechamiento de los recursos del suelo y ambiente (baja radiación interceptada y baja eficiencia de uso de la misma), baja densidad inicial de macollos y pobre desarrollo de las plántulas

(Bertram, 2008). Una medida del logro de una pastura es la eficiencia de implantación que es cuantificada por el número de plántulas ($N^{\circ} m^{-2}$) en relación a una densidad inicial sembrada.

La siembra de una pastura perenne merece especial atención por tratarse de especies con semillas pequeñas y, por lo tanto, con escasas reservas y crecimiento inicial muy lento. En alfalfa, por ejemplo, se comprobó que elevadas dosis de fertilizante junto con la siembra pueden tener como consecuencia un bajo logro de plántulas causado por fitotoxicidad del fertilizante y conduce, según su severidad, desde una disminución de la productividad hasta la necesidad de resembrar la pastura (Vivas, 1995).

Las leguminosas y en cierta medida las gramíneas requieren fósforo (P) durante las primeras semanas luego de la siembra para promover el desarrollo de la raíz. Por su parte, el nitrógeno (N) favorece significativamente el crecimiento y desarrollo inicial de las gramíneas. Las aplicaciones de fertilizantes en la siembra pueden realizarse en banda incorporada o con la semilla. Estas últimas aplicaciones junto con la semilla incluyen a los fertilizantes de tipo “arrancadores”, cuyo objetivo es favorecer al comienzo la germinación, el establecimiento y el crecimiento inicial de los cultivos. Los arrancadores pueden ubicarse cerca de la semilla y usualmente se aplican en dosis bajas para evitar fitotoxicidad. Un manejo incorrecto del fertilizante (fuente, dosis, momento de aplicación y tecnología de aplicación) provocaría efectos negativos, desde una reducción en la tasa de germinación y emergencia de las semillas hasta la pérdida de plántulas (Havlin *et al.*, citado por Ciampitti *et al.*, 2005).

El fosfato diamónico (FDA, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) es el fertilizante fosfatado más utilizado en la siembra de pasturas en el norte de la provincia de Buenos Aires (Barletta *et al.*, 2013). Contiene dos componentes comunes de la industria de los fertilizantes y es popular debido a su contenido de nutrientes relativamente alto y sus excelentes propiedades físicas.

El FDA es una excelente fuente de P y N para la nutrición de las plantas. Es altamente soluble (solubilidad en agua 20°C: 588 g l⁻¹) y por lo tanto se disuelve rápidamente en el suelo para liberar fosfato y amonio para las plantas. Una característica del FDA es el pH alcalino (7,5 – 8,0) que se desarrolla alrededor de sus gránulos en disolución. Este proceso libera amoníaco, que puede ser dañino para las plántulas y las raíces de plantas cercanas. Este perjuicio potencial es más común cuando el pH del suelo es superior a 7,0, una condición que comúnmente existe alrededor del gránulo del FDA en disolución. El amonio presente en el FDA es una excelente fuente de N que es convertido gradualmente en nitrato por las bacterias del suelo, resultando en una disminución ulterior del pH. Por lo tanto, el aumento en el pH del suelo alrededor de los gránulos del FDA es temporal. Este aumento inicial del pH puede influir en las reacciones del micro-sitio entre fosfatos y la materia orgánica del suelo (IPNI, 2003).

El FDA inicialmente tiene una reacción alcalina (debido al HPO_4^{2-}), por lo que es muy adecuado para suelos neutros o básicos (Ginés y Mariscal-Sancho, 2002).

Los dos factores más importantes que inciden en el proceso de interferencia del fertilizante con la emergencia y desarrollo de plántulas son:

- El efecto salino que deriva en un estrés hídrico debido a la competencia por el agua del suelo entre el fertilizante y la semilla. En situaciones de buena provisión hídrica este efecto tiene menor relevancia.
- En el caso de los fertilizantes amoniacales, la liberación de amoníaco (NH_3) a niveles tóxicos.

Con respecto al efecto salino, el perjuicio del fertilizante puede deberse a una elevada concentración de sales en contacto con la semilla o con las raíces de las plántulas, produciéndose retrasos o fallas en la emergencia del cultivo (Dowling, 1996, citado por Ciampitti *et al.*, 2005).

El fertilizante como sal se disocia al entrar en contacto con la solución del suelo. Esto produce una restricción en la disponibilidad de agua para la plántula que genera una deshidratación de sus tejidos (plasmólisis) y consecuente muerte.

Con respecto a la sensibilidad o tolerancia de las especies al NH_3 , esta puede variar dependiendo de la etapa de crecimiento: durante la etapa de germinación, o el posterior crecimiento de la radícula y/o coleoptile (Dowling, 1993, citado por Ciampitti *et al.*, 2005). En general, la gran mayoría de los cultivos tienen menor tolerancia al NH_3 durante la germinación y aumenta en los posteriores estadios (Woodstock y Tsao, 1986, citado por Ciampitti *et al.*, 2005).

A nivel local es escasa la información sobre el efecto de la dosis de fertilizante en la implantación de especies gramíneas perennes. Por ejemplo, Marino *et al.* (2000), evaluaron el efecto de diferentes dosis y fuentes de P sobre las variables estructurales que definen la acumulación inicial de biomasa aérea de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) y festuca alta en el sudeste bonaerense, no

haciendo mención del uso de fertilizante FDA y su posible reacción fitotóxica en etapas tempranas del cultivo, ni su relación con el número de plántulas iniciales de festuca alta.

De acuerdo con ello, se realizará un experimento con las siguientes hipótesis y objetivos:

2. HIPÓTESIS

- Elevadas dosis de fosfato diamónico en la línea de siembra disminuyen el logro de plántulas de festuca alta sin afectar la acumulación inicial de forraje de la pastura.

3. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de diferentes dosis de fosfato diamónico en la siembra de festuca alta sobre la densidad inicial de plantas y los factores que determinan la acumulación de forraje de una pastura de festuca alta.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de un rango amplio de dosis de FDA a la siembra sobre el logro de plántulas y la acumulación inicial forraje de una pastura de festuca alta.

- Determinar la eficiencia de uso de la radiación durante el período de establecimiento.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Sitio experimental y tratamientos

El experimento se sembró en la EEA Pergamino del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria el 24 de abril de 2012 sobre un suelo Argiudol típico. El suelo tenía al momento de la siembra 3,8 % de materia orgánica y 32,1 ppm de fósforo.

Los tratamientos fueron un control y 5 dosis de FDA (18-46-0) a la siembra: 0, 42, 89, 126, 157 y 203 Kg.ha⁻¹. Las dosis de FDA se ubicaron en el mismo surco y a la misma profundidad que la semilla.

5.2 Siembra

La siembra se realizó en forma directa, previa aplicación de glifosato a razón de 3 l ha⁻¹, con una sembradora Crucianelli, Modelo “Pionera 2717”. Esta tiene 27 líneas de siembra a 17,5 cm entre sí, dispuestas en dos trenes de siembra separados a 90 cm: uno delantero con 13 líneas y otro trasero con 14 líneas. Posee cuchillas turbo de 18” de diámetro y 28 ondas, doble disco abre surco, doble rueda niveladora de profundidad, rueda contactadora de semilla y rueda doble tapadora de fundición. La unidad de siembra se encuentra montada sobre un paralelogramo deformable.

La densidad de semilla fue de 500 semillas viables m^{-2} .

Fecha de siembra: 24/4/2012

5.3 Mediciones

Recuento de plantas

Una vez emergida la pastura se marcaron en el centro de cada unidad experimental, 2 sitios para medir la densidad de plántulas. Cada uno consistió de un surco de 3,0 m de longitud.

Se realizaron dos recuentos de la densidad de plantas, uno a los 30 y el otro a los 60 días desde la siembra (DDS).

Intercepción de la radiación

Entre los 90 y los 166 DDS se midió la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa (RFAi) aproximadamente cada 200 °C. La RFAi ($Mj. m^{-2}$) se estimó, previamente a cada determinación de la fitomasa aérea, mediante un ceptómetro (Cavadevices S.A.) con una barra de medición de 50 cm de longitud y 1 cm de altura el cual se ubicó en dos sitios fijos por unidad experimental, marcados con estacas.

Acumulación de fitomasa aérea

A partir de los 120 DDS y hasta los 180 DDS se determinó la acumulación de fitomasa aérea (FM). Para la misma se procedió al corte a ras del suelo de dos muestras de $0,175 m^2$ por cada unidad experimental (UE).

Índice de área foliar

Entre los 120 DDS y los 180 DDS se determinó en 4 oportunidades el índice de área foliar (IAF). Para ello, de las muestras cortadas para determinar fitomasa se tomaron alícuotas de 3 g de material verde. En laboratorio se descartó el material muerto y luego se separó la lámina del pseudotallo. El área foliar se estimó a partir de las láminas extraídas para tal fin con un planímetro óptico electrónico marca Licor modelo LI 300. Posteriormente, las láminas se secaron en estufa hasta peso constante y se determinó el área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g MS}^{-1}$).

El IAF se obtuvo al multiplicar la fitomasa foliar del forraje por el área foliar específica (Gay, 1993).

Eficiencia de utilización de la radiación

La eficiencia de uso de la radiación de la pastura (EUR) se estimó de acuerdo al modelo propuesto por Monteith (1972), como la pendiente de la fitomasa acumulada en función de la RFA_i (Bélanger *et al.*, 1994). En la proximidad del experimento se contó con registros diarios de radiación solar incidente, temperatura y precipitaciones.

5.4 Diseño experimental y análisis estadístico

Los tratamientos se dispusieron en un diseño en bloques completos al azar con 4 repeticiones.

El ensayo ocupó una superficie total de 4.350 m² (30 x 145 m) en donde cada UE consistió en un área de 125 m² (5 x 25 m).

Los datos se analizaron para cada fecha por separado mediante el procedimiento ANOVA del SAS (2003). Las pendientes de la EUR se compararon mediante la función “estimate” del procedimiento GLM del SAS (2003).

En caso de diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$), las medias se compararon mediante la prueba de diferencias mínimas significativas a un nivel $\alpha = 0,05$.

5.5 Condiciones ambientales

Las temperaturas para los meses en los cuales se desarrolló el experimento fueron similares a las medias históricas, no sucedió lo mismo para las precipitaciones. Si bien las lluvias durante todo el período experimental superaron en 340,5 mm la media histórica, se observó variabilidad mensual con respecto a los datos históricos, registrándose altas precipitaciones en los meses de mayo, agosto y octubre, con valores de 126,7 mm, 230 mm y 300,5 mm respectivamente y bajos para los meses de junio y julio registrando 4,1 y 9,0 mm respectivamente.

Cuadro 1. Precipitaciones mensuales y temperaturas medias durante el período experimental y promedio histórico.

Mes	Precipitaciones		Temperaturas	
	2012	Media 1910- 2011	2012	Media 1967-2011
Abril	17,0	97,0	15,8	16,7
Mayo	126,7	58,0	15,1	13,4
Junio	4,1	37,0	9,8	10,1
Julio	9,0	36,0	5,8	9,8

Agosto	230,0	39,0	10,9	11,2
Septiembre	79,2	55,0	14,3	13,4
Octubre	300,5	104,0	16,8	16,5

6. RESULTADOS

Densidad de plántulas

El número de plántulas (pl.m^{-2}) a los 30 DDS la dosis de 42 kg ha^{-1} tendió a superar ($p < 0,1$) a la dosis de 157 kg ha^{-1} (Cuadro 2). A los 60 DDS, no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos, con una media de $231 \text{ plántulas m}^{-2}$.

Cuadro 2. Número de plántulas pl.m^{-2} de festuca alta a los 30 y 60 DDS con diferentes dosis de FDA aplicado en la línea de siembra.

Dosis de FDA Kg. ha^{-1}	30DDS	60DDS
0	333	221
42	375	232
89	345	227
126	352	250
157	307	217
203	347	238
Significancia	0,08	NS
DMS	43	
Media	343	231

Índice de área foliar

En la primer y segunda fecha de medición (120 y 150 DDS) el IAF fue mayor ($p < 0,05$, Cuadro 3) a medida que aumentó la dosis de FDA. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos en la tercera fecha de medición (166 DDS). En la última fecha de medición (180 DDS) se observó una tendencia ($p < 0,1$) a un mayor IAF con la dosis más alta con respecto a las 4 dosis más bajas de FDA.

Cuadro 3. Índice de área foliar en cuatro fechas en pasturas festuca alta fertilizadas en la siembra con diferentes dosis de FDA aplicado en la línea de siembra.

Dosis de FDA Kg. ha ⁻¹	Días desde siembra			
	120	150	166	180
0	1,32	1,54	4,83	4,91
42	1,35	2,41	4,48	5,15
89	1,25	2,55	3,88	4,81
126	1,64	2,56	4,70	5,26
157	1,31	2,80	4,78	5,57
203	1,81	2,97	5,33	7,21
Significancia	0,05	0,01	NS	0,1
DMS	0,34	0,7	----	1,69
Media	1,45	2,47	4,67	5,49

Intercepción de la radiación

La intercepción de la radiación se incrementó hasta los 166 DDS, cuando la mayoría de los tratamientos llegó a valores cercanos al 95 %. Cuando se detectaron diferencias los menores valores correspondieron al tratamiento control (Cuadro 4).

Cuadro 4: Intercepción de la radiación en pasturas de festuca alta fertilizadas en la línea de siembra con diferentes dosis de FDA (%).

Dosis de FDA Kg. ha ⁻¹	90	120	150	166
0	22,2	48,5	90,6	92,9
42	26,8	65,7	94,2	95,8
89	22,3	70,7	93,8	95,8
126	22,9	64,1	92,0	96,4
157	20,9	55,4	91,6	95,5
203	19,8	66,8	93,0	96,5
Significancia	NS	0,001	NS	0,05
DMS	----	5	----	2,3
Media	22,5	61,9	92,5	95,5

Acumulación de fitomasa aérea

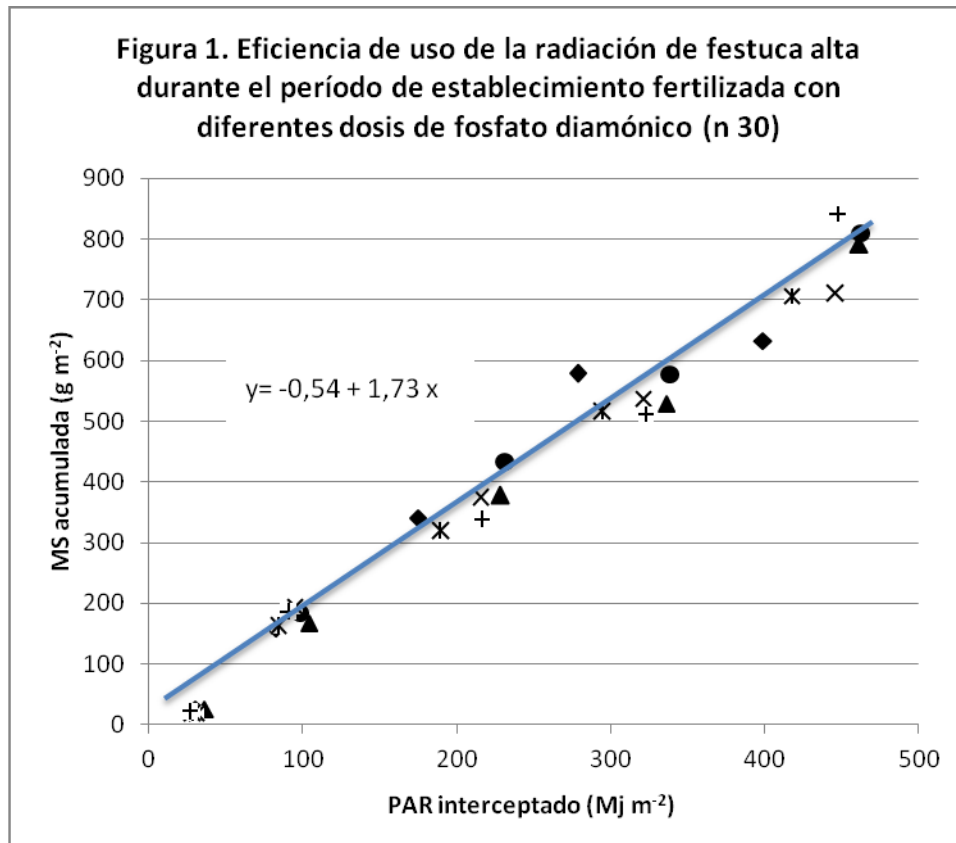
La acumulación de fitomasa aérea fue mayor ($p < 0,05$, Cuadro 5) con el tratamiento fertilizado con 89 Kg ha⁻¹ a los 150 DDS y con el tratamiento con 203 kg ha⁻¹ a los 180 DDS.

Cuadro 5: Acumulación de biomasa aérea (gr MS.m²) en pasturas de festuca alta fertilizadas en la línea de siembra con diferentes dosis de FDA.

Dosis de FDA Kg. ha ⁻¹	90	120	150	166	180
0	26,1	158,6	341,1	579,1	632,7
42	25,3	167,1	377,5	528,5	791,1
89	21,2	184,2	433,1	577,5	810,1
126	18,4	194,0	375,1	536,9	711,4
157	20,3	163,3	320,7	516,9	703,9
203	22,1	186,9	338,8	511,5	841,3
Significancia	NS	NS	0,05	NS	0,01
DMS	----	----	69,1	----	96,9
Media	22,2	175,7	364,4	541,7	748,4

Eficiencia de uso de la radiación

Los estimadores de los parámetros de la acumulación de fitomasa en función de la radiación fotosintéticamente activa interceptada se ajustaron a una función lineal ($p < 0,001$). No se detectaron diferencias en la pendiente ni en la ordenada al origen. Por lo anterior se ajustó una función común que tuvo una ordenada al origen igual a cero y una pendiente significativa ($p < 0,001$, figura 1)



Referencias: ◆ 0, ▲ 42, ● 89, + 126, x 157, * 203

7. Discusión

En base a las precipitaciones (Cuadro 1) y a la condición de humedad del suelo, que fue óptima al momento de la siembra, es posible que el efecto fitotóxico sobre la emergencia y establecimiento de la pastura de festuca alta no se haya manifestado (Cuadro 2), ya que a los 60 días DDS no se encontraron diferencias entre los tratamientos. Si la humedad del suelo es adecuada u ocurre una lluvia entre la siembra y la emergencia del cultivo disminuye notablemente el efecto salino y/o la difusión de amoníaco de los fertilizantes, que son los procesos

responsables de la muerte de plántulas. Por el contrario, condiciones de suelo seco favorecen la ocurrencia de estos fenómenos y la expresión de fitotoxicidad (Ferraris *et al.*, 2002).

A lo anterior puede agregarse, la alta fertilidad y el efecto *buffer* del suelo en donde se realizó el ensayo, así Ginés y Mariscal-Sancho (2002) hacen referencia que a mayor existencia de coloides en su composición y capacidad de intercambio iónico, menor serán las variaciones de pH en el medio donde se aloja el fertilizante.

La alta solubilidad del fosfato diamónico (IPNI, 2003) posiblemente permitió que fuese solubilizado rápidamente producto de las lluvias posteriores a la aplicación del fertilizante, disminuyendo así su potencial capacidad fitotóxica sin afectar la implantación de la pastura en ninguno de los tratamientos (Cuadro 2).

Cabe destacar que la colocación del fertilizante y la semilla, por cuestiones propias de la sembradora utilizada, ocurre a diferentes profundidades. Esto contribuye disminuyendo los efectos negativos que el fertilizante pueda producir.

El IAF se incrementó a dosis creciente de fertilizante y se mantuvo a lo largo del cultivo. El IAF se genera con la aparición y expansión de las hojas y es producto del número de hojas y del tamaño de las mismas. La tasa de expansión foliar responde marcadamente a la disponibilidad de recursos: deficiencias de agua y/o nutrientes reducen la tasa de expansión foliar, mientras que la duración no se ve afectada (Satorre *et al.*, 2008). De allí que el IAF se haya incrementado con las mayores dosis de FDA.

Los valores obtenidos de intercepción de la radiación en el ensayo de festuca alta (Cuadro 4) corresponden a lo expuesto por Cárcova *et al.* (2003) en tanto que la cantidad de radiación solar interceptada acumulada por un cultivo depende de la duración del ciclo y de la dinámica de intercepción de dicho cultivo. Esta última está muy asociada a la evolución del IAF. Si bien en este experimento no se evaluó la densidad de macollos de la pastura, es posible inicialmente una menor densidad de plantas pudo haber sido compensada por un mayor número de macollos por planta y/o mayor tamaño de los macollos individuales (Scheneiter y Assuero, 2010). El valor promedio de EUR (1,73 g MS Mj m⁻²) se ubicó en los valores menores de los rangos informados por Belanger *et al.* (1992) y Marino *et al.* (2007) para festuca alta, quienes informaron rangos de 1,9-2,2 y 1,7-2,1 g MS MJ m⁻², respectivamente.

Al no haber diferencias en EUR entre tratamientos, los mayores valores de RFAi entre los 120 y los 166 DDS, se correspondieron con una mayor acumulación de forraje ($p < 0,01$, $r^2 = 0,77$).

De acuerdo a particulares condiciones ambientales, sería importante repetir el experimento en una situación de menores lluvias inmediatamente posterior a la siembra.

8. **Conclusiones**

En condiciones de suelo húmedo, dosis crecientes de fosfato diamónico aplicados en la línea de siembra no reducen el número de plántulas de festuca alta e incrementan la acumulación inicial de forraje.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Barletta, P., Camarasa, J., Carta, H., De Andrés, A., Méndez, D., O'gorman, J.M., Ojuez, C., Perez, G., Scheneiter, O. y Varea, I. 2013. Abundancia de trébol rojo y trébol blanco en pasturas del centro y norte de la provincia de Buenos Aires. Revista de Investigaciones agropecuarias 39:
- Bélanger, G., Gastal, F. and Lemaire, G. 1992. Growth analysis of a tall fescue sward fertilized with different rates of nitrogen. Crop Science 32 (6): 1371-1376.
- Bélanger, G., Gastal, .F and Warembourg, F. R. 1994. Carbon balance of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.): Effect of nitrogen fertilization and the growing season. Annals of Botany 74: 653-659.
- Belloti W.D. and Blair, G.J. 1989. The influence of sowing method of perennial grass establishment. III Survival and growth of emerged seedling. Australian Journal of Agricultural Research 40:323-331
- Bertram, N. 2008. Respuesta de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) a la densidad de siembra y al arreglo especial: desarrollo del área foliar, estructura poblacional e intercepción lumínica en el año de implantación. Tesis Facultad Ciencias Agrarias, UN M del P. 71 pp.
- Cárcova, J. Abeledo, G., López Pereira, M. 2003. Análisis de la generación del rendimiento: crecimiento, partición y componentes. En: Producción de

- Granos. Bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. 75 pp.
- Ciampitti, A., Micucci, F., Fontanetto, H., García, F. 2005. Manejo y ubicación del fertilizante junto a la semilla: Efectos fitotóxicos. INPOFOS, archivo agronómico N°10. 8 pp.
- Ferraris, G., González, N., Bocanegra, D. y Rivoltella, A. 2002. Eficiencia y fitotoxicidad de fuentes de fertilizantes fosforados en Soja. 8 pp.
- Gay, P. 1993. Leaf area and light interception. In Sward Measurement Handbook, 2nd Edition. Davies, A. *et al* (eds.). British Grasslands Society Publishers, Reading, UK: p 1221-137.
- Ginés, I. y Mariscal-Sancho, I. 2002. Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo. 9 páginas.
- IPNI. 2003. Fuentes de nutrientes específicos. Boletín informativo N°17, 1 pág.
- Maddaloni, J. y Ferrari, L. 2005. Festuca alta. En Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. Segunda Edición. Maddaloni, J y Ferrari, L. (eds). INTA-UNLZ. Pp165-182.
- Marino, M.A., Covacevich, F., Borrajo, C.I., Agnusdei, M. y Echeverría, H.E. 2000. Establecimiento de agropiro y festuca en el sudeste bonaerense, Argentina: efecto de dosis y fuente de fósforo. 5 páginas.
- Marino, M.A., Agnusdei, M.G., Jorgensen, F. y West, A. 2007. Manejo estacional del suministro de nitrógeno en festuca alta. Revista Argentina de Producción Animal. 27 (1):139-140.

- Monteith, J.L. 1972. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of applied ecology* 9, 747-766
- SAS 2003. Statistical analysis system. SAS/STAT® SAS user's Guide, 9.1.3. SAS Institute inc, Cary, NC: SAS.
- Satorre E. H., Benech Arnold R., Slafer A. G., B de la Fuente E., Miralles D., Otegui M. and Savin R. 2008. Producción de granos, bases fisiológicas para su manejo. Pp 78 – 79.
- Scheneiter, O., Assuero, S.G. (2010). Tiller population density and productivity in tall fescue and prairie grass swards. *Ciencia e Investigación Agraria* **37**, 35-42.
- Vivas, H. S. 1995. Toxicidad de fertilizantes sobre plántulas de alfalfa. INTA, EEA Rafaela. Información Técnica para Productores.

10. ANEXO

Tratamientos: 5 dosis de FDA (18-46-0) 0, 42, 89, 126, 157 y 203 kg ha⁻¹

Parcela: 5 de ancho, 25 m de largo

Bloque: 30 m ancho 25 m largo

Ensayo: 30 m ancho 145 m largo

Figura 1: Distribución de unidades experimentales

203	0	89	42	157	126
Calle					
157	203	126	89	0	42
Calle					
0	126	42	157	89	203
Calle 15 m de ancho					
89	157	126	203	42	0
Corrales Fondo	<<<<<< Calle>>>>>>				

Figura 2: Siembra de ensayo el 24/4/2012



Figura 3: Demarcación de unidades experimentales

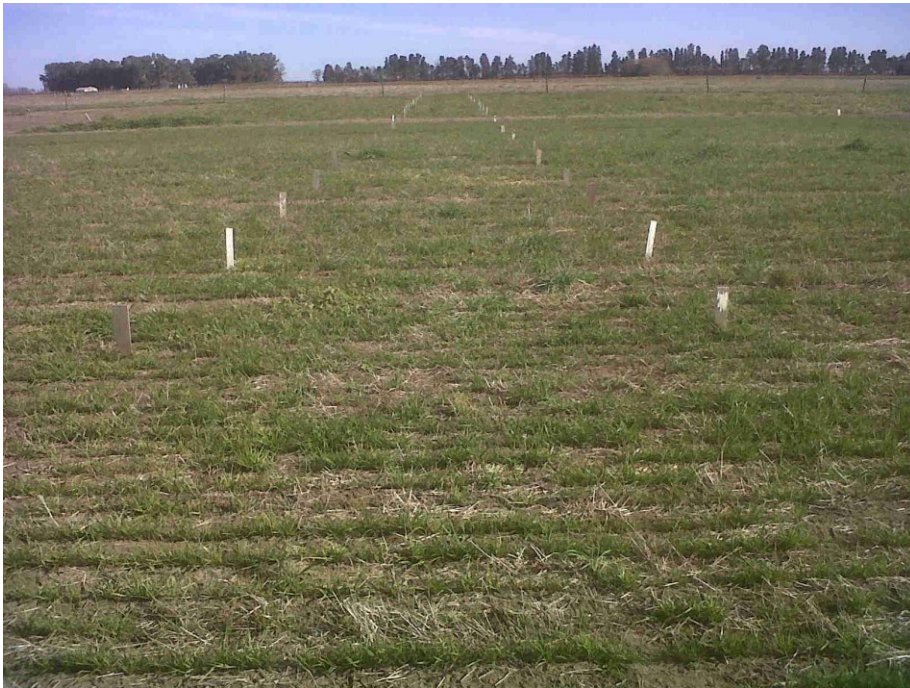


Figura 4: Ensayo previa demostración en la XIV Reunión Anual Sobre Forrajeras (EEA Pergamino)

