Estrategias de fertilización con fósforo y otros nutrientes en alfalfa.

STE año 2016 INTA Pergamino - Rizobacter Argentina S.A.

Lavandera J.[1], Fioravantti N. [1], Noguera F.[2], Canciani W. [2]
(1) EEA INTA Pergamino. (2) Rizobacter Argentina S.A.

1. INTRODUCCIÓN

En los sistemas productivos de pasturas, asegurar la nutrición del cultivo durante la implantación, es uno de los principales factores para lograr optimizar la producción de forraje. El agregado de fósforo (P) en pasturas leguminosas ha mostrado incrementos en la producción de forraje. En términos generales, se puede esperar valores cercanos a los 200 kg de matera seca por kg de P aplicado (Berardo y Marino, 2000).

Debido a las condiciones e historia de nuestros suelos, en el norte de la provincia de Buenos Aires, el crecimiento de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) se ve limitado frecuentemente por deficiencias de fósforo (P). La fertilización fosfatada a la siembra permite incorporar al P al suelo y puede ser aprovechado desde el inicio de la pastura, por lo cual es el que mayor respuesta da y el que con mayor eficiencia se utiliza (Quinteros et al., 1997).

En el mercado de fertilizantes fosfatados existen diferentes fuentes, desde las tradicionales de uso común, como el fosfato diamónico (N18 - P20) , fosfato monoamónico (N11- P23), superfosfato triple (P20), hasta productos con formulación sólida microgranulada que presentan una rápida liberación de P al suelo. Estos últimos, son una nueva generación de fertilizantes con alta solubilidad, y han sido evaluados, principalmente, en soja, trigo, cebada cervecera, trigo y arveja. No existen suficientes antecedentes sobre el uso de este tipo de fuentes en especies forrajeras.

2. OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo General

Evaluar la respuesta al agregado de fósforo, comparando una formulación de alta solubilidad con una fuente de uso tradicional, y estudiar el efecto aditivo del agregado de azufre y zinc, sobre la implantación y producción de forraje inicial en el cultivo de alfalfa.

2.1.2. Objetivo Específico

Evaluar la respuesta a la fertilización, sobre la implantación, y producción de materia seca en los tres primeros cortes de forraje, en el cultivo de alfalfa, comparando el fertilizante MICROSTAR PZ10® (N10 - P17,3 - S4,4 - Zn2) de la empresa *Rizobacter Argentina S. A*., con fosfato monoamónico (N11- P23).

2.2. Resultados Esperados

Observar respuestas positivas por el agregado de nutrientes, en el logro de plantas y producción de forraje, en el cultivo de alfalfa.

La combinación adecuada de nutrientes, fuentes y dosis, permitirán mejorar la eficiencia agronómica de la fertilización.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un suelo argiudol típico de la serie Pergamino (Pe), en el campo experimental de la EEA INTA Pergamino. El diseño fue en bloques completos al azar (DBCA) con 4 repeticiones. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de la varianza univariados (ANVA) para todos los caracteres evaluados y test de Tukey (α = 0,05). El tamaño de parcela fue de 5m^2 (5 líneas espaciadas a 0,2m de frente por 5m de longitud). Se evaluaron cuatro dosis de un fertilizante de formulación microgranulada (Microstar PZ10®), dos dosis de fosfato monoamónico (MAP) y un testigo sin agregado de fertilizante, resultando un total de siete tratamientos (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos

Nº	Tratamientos	N	P	S	Zn
1	**Testigo sin fertilización**	0,0	0,0	0,0	0,0
2	**20 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ**	2,0	3,5	2,2	0,4
3	**30 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ**	3,0	5,2	3,3	0,6
4	**40 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ**	4,0	7,0	4,4	0,8
5	**50 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ**	5,0	8,7	5,5	1,0
6	**100 Kg.ha^{-1} MAP**	11,0	23,0	0,0	0,0
7	**37,8 Kg.ha^{-1} MAP +1,7 Kg.ha^{-1} urea**	5,0	8,7	0,0	0,0

La siembra se realizó en forma manual el 3 de mayo, a razón de 20 kg.ha^{-1} de semillas de alfalfa. Se utilizó el cultivar Magna 601. En el día de la siembra, se aplicaron los fertilizantes, en forma manual, incorporados debajo de la línea de siembra.

Las variables agronómicas estudiadas son:

1) IMPLANTACIÓN: stand y altura de plantas a las 45 y 90 días desde la siembra (dds). Las mediciones se realizaron en una estación fija de 0,36m^2 ubicada en el centro de cada parcela. Se registró el total de plantas de la estación de muestreo y la media de tres mediciones de altura de plantas (cm)

2) PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE LOS TRES PRIMEROS CORTES. Los cortes se realizaron el 10 de noviembre de 2016, 10 de diciembre de 2016 y 13 de enero de 2017, cuando la mayoría de los tratamientos alcanzaron el 10% de floración, o cuando los rebrotes desde la corona median 5 cm. Se cosechó la biomasa aérea de los 5m de los tres surcos centrales de cada parcela, dejando un remanente de 7 cm de altura. El material colectado se pesó en el campo y se extrajo una muestra de 200g en cada parcela para estimar el % de MS. La producción de forraje de los tres cortes y el acumulado de los mismos se expresó en t.ha^{-1}.

A fin de caracterizar el sitio de estudio, se realizó muestreo de suelo previo a la siembra y se registró las precipitaciones, temperaturas, días con heladas y evapotranspiración potencial durante el periodo de evaluación del presente trabajo.

4. RESULTADOS

Tabla 2. Composición química del suelo del sitio del experimento al momento de la siembra, en Pergamino (2016).

Determinación / Profundidad	0 – 20 cm	20 - 40 cm
Materia orgánica (g/kg)	31,4 Medio	26,0 Bajo
Nitrógeno total (g/kg)	1,7 Medio	1,4 Medio
Nitrógeno de nitratos (mg/kg)	12,2 Bajo	5,2 Bajo
Fósforo extraíble (mg/kg)	12,7 Bajo	7,9 Bajo
Azufre de sulfatos (mg/kg)	7,2 Bajo	8,1 Bajo
Reacción del suelo (pH)	5,8 Acido	5,9 Acido
Zinc (mg/kg)	0,78 Bajo	0,52 Bajo

Laboratorio suelo fértil. ACA Pergamino

Tabla 3. Datos meteorológicos (precipitaciones, temperaturas, días con heladas y evapotranspiración potencial) para Pergamino, desde mayo 2016 a enero 2017.

Año	**2016**								**2017**
Mes	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ENE**
Temp. máxima (ºC)	17,1	15,0	14,1	18,2	19,3	21,7	26,0	29,5	29,1
Temp. media (ºC)	12,4	9,3	9,6	10,8	12,9	16,4	19,3	22,2	23,6
Temp. mínima (ºC)	7,8	3,5	5,0	3,5	6,5	11,0	12,6	15,3	18,2
Precipitación total (mm)	16,0	36,0	16,8	11,5	33,0	125,0	79,0	276,9	149
ETP Penman total (mm)	38,0	39,0	29,8	66,8	102,0	92,9	161,1	244,4	138,7
Nº heladas	0	2	4	2	2	0	0	0	0
Nº heladas agronómicas	9	21	16	25	11	3	3	0	0

Fuente: Agrometeorología EEA INTA Pergamino

No se encontraron diferencias significativas en el número de plantas logradas por hectárea, a los 45 y 90 días desde la siembra (3 de mayo), para los 7 tratamientos evaluados (Tabla 4).

Tabla 4. Alfalfa. Número de plantas por m^2, a los 45 y 90 días desde la siembra. Pergamino (2016).

Tratamiento	Nº plantas 45dds	Nº plantas 90dds
Testigo	203 a	202 a
20 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	211 a	220 a
30 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	199 a	203 a
40 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	192 a	202 a
50 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	214 a	219 a
100 Kg.ha^{-1} MAP	196 a	204 a
37,8 Kg.ha^{-1} MAP +1,7 Kg.ha^{-1} urea	199 a	202 a
media general	202	207

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 0,05% de probabilidad (test de Tukey).

A los 45 dds, los tratamientos con 50 Kg.ha^{-1} de MICROSTAR PZ y 100 kg.ha^{-1} de MAP presentaron plantas más altas que el testigo sin fertilizante y los tratamientos con 20 y 30 kg.ha^{-1} de MICROSTAR PZ y 37,8 Kg.ha^{-1} de MAP, sin diferenciarse de forma significativa del tratamiento con 40 Kg.ha^{-1} de MICROSTAR PZ (Tabla 5).

Tabla 5. Alfalfa. Altura de planta (cm), a los 45 días desde la siembra. Pergamino (2016).

Tratamiento	Altura planta	
Testigo	5,10	a
20 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	5,93	ab
30 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	6,40	ab
37,8 Kg.ha^{-1} MAP +1,7 Kg.ha^{-1} urea	7,13	ab
40 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	8,30	bc
50 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	10,35	c
100 Kg.ha^{-1} MAP	10,50	c
media general	7,69	

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 0,05% de probabilidad (test de Tukey).

A los 90 dds, los tratamientos con 40 y 50 Kg.ha^{-1} de MICROSTAR PZ y 100 kg.ha^{-1} de MAP presentaron plantas más altas que el testigo sin fertilizante y los tratamientos con 20 y 30 kg.ha^{-1} de MICROSTAR PZ, sin diferenciarse de forma significativa del tratamiento con 37,8 Kg.ha^{-1} de MAP (Tabla 6).

Tabla 6. Alfalfa. Altura de planta (cm), a los 90 días desde la siembra. Pergamino (2016).

Tratamiento	Altura planta
20 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	11,83 a
Testigo	12,05 a
30 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	12,43 a
37,8 Kg.ha^{-1} MAP +1,7 Kg.ha^{-1} urea	14,18 ab
40 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	16,43 b
100 Kg.ha^{-1} MAP	16,68 b
50 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	17,38 b
media general	14,42

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 0,05% de probabilidad (test de Tukey).

En el primer corte de forraje, todos los tratamientos con fertilizantes presentaron mayor producción de materia seca (MS) testigo sin fertilizante. El tratamiento con 100 kg.ha^{-1} de MAP presentó más MS que el tratamiento con 20 kg.ha^{-1} de MICROSTAR PZ, sin diferenciarse de forma significativa de los demás tratamientos fertilizados (Tabla 7).

Tabla 7. Alfalfa. Producción de materia seca (t.ha^{-1}) del primer corte de forraje. Pergamino (2016).

Tratamiento	Materia Seca
Testigo	1,34 a
20 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	1,92 b
37,8 Kg.ha^{-1} MAP + 1,7 Kg.ha^{-1} urea	2,03 bc
30 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	2,04 bc
50 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	2,08 bc
40 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	2,19 bc
100 Kg.ha^{-1} MAP	2,46 c
media general	2,01

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 0,05% de probabilidad (test de Tukey).

En el segundo corte de forraje, los tratamientos con 40 kg.ha^{-1} de MICROSTAR PZ y 100 kg.ha^{-1} de MAP presentaron mayor producción de MS que el testigo sin fertilizante y el tratamiento con 20 kg.ha^{-1} de MICROSTAR PZ, sin diferenciarse de forma significativa de los demás tratamientos fertilizados (Tabla 8).

Tabla 8. Alfalfa. Producción de materia seca (t.ha^{-1}) del segundo corte de forraje. Pergamino (2016).

Tratamiento	Materia Seca
Testigo	2,43 a
20 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	2,70 ab
30 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	2,88 abc
37,8 Kg.ha^{-1} MAP + 1,7 Kg.ha^{-1} urea	3,02 bc
50 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	3,18 bc
40 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	3,29 c
100 Kg.ha^{-1} MAP	3,33 c
media general	2,98

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 0,05% de probabilidad (test de Tukey).

En el tercer corte de forraje, los tratamientos con 40 kg.ha^{-1} de MICROSTAR PZ y 37,8 y 100 kg.ha^{-1} de MAP presentaron mayor producción de MS que el testigo sin fertilizante, sin diferenciarse de forma significativa de los demás tratamientos fertilizados (Tabla 9).

Tabla 9. Alfalfa. Producción de materia seca (t.ha^{-1}) del tercer corte de forraje. Pergamino (2016).

Tratamiento	Materia Seca
Testigo	3,38 a
20 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	3,91 ab
30 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	4,03 ab
50 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	4,38 ab
37,8 Kg.ha^{-1} MAP + 1,7 Kg.ha^{-1} urea	4,66 b
40 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	4,75 b
100 Kg.ha^{-1} MAP	4,92 b
media general	4,29

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 0,05% de probabilidad (test de Tukey).

En el acumulado de los tres primeros cortes de forraje, el tratamiento con 100 kg.ha^{-1} de MAP presentó mayor producción de MS que el testigo sin fertilizante y los tratamientos con 20 y 30 kg.ha^{-1} de MICROSTAR PZ, sin diferenciarse de forma significativa de los demás tratamientos fertilizados (Figura 1, Tabla 10).

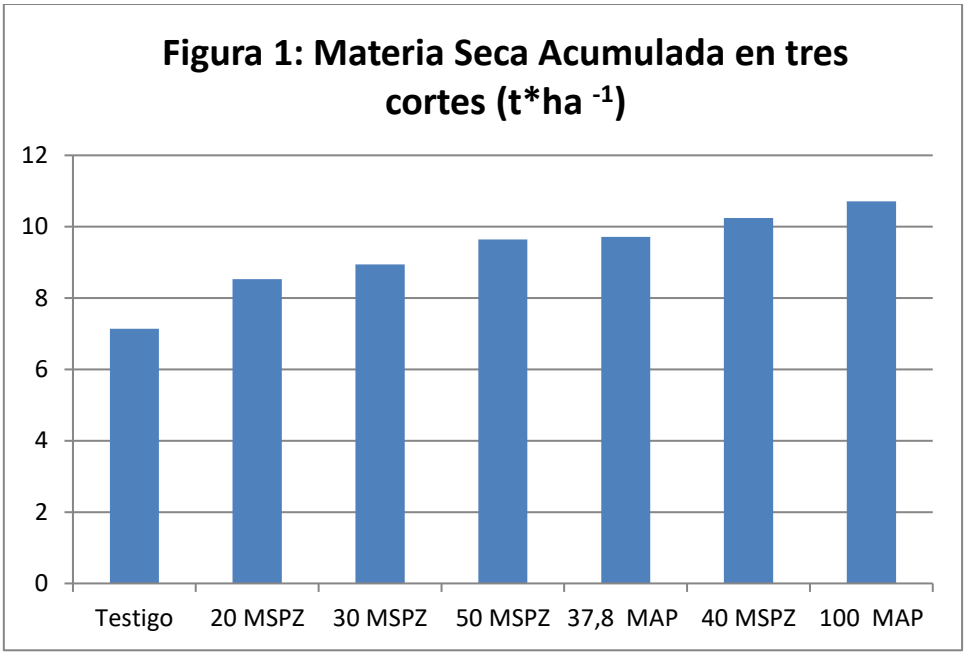

Tabla 10. Alfalfa. Producción de materia seca (t.ha^{-1}) del acumulado de los tres primeros cortes de forraje. Pergamino (2016).

Tratamiento	Materia Seca
Testigo	7,14 a
20 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	8,53 ab
30 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	8,94 bc
50 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	9,64 bcd
37,8 Kg.ha^{-1} MAP + 1,7 Kg.ha^{-1} urea	9,71 bcd
40 Kg.ha^{-1} MICROSTAR PZ	10,24 cd
100 Kg.ha^{-1} MAP	10,71 d
media general	9,27

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 0,05% de probabilidad (test de Tukey).

Bibliografía citada:

Berardo A. y Marino M. 2000. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la disponibilidad de P y su relación con la producción de forraje en molisoles del sudeste bonaerense. II-Alfalfa, Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.

Quintero C., Boschetti, N., Benavidez, R. 1997. Efecto residual y refertilización fosfatadas de pasturas implantadas en Entre Rios. Ciencia del Suelo. 15:1-5.

Bibliografía consultada:

Estrategias de fertilización hacia la rentabilidad y sustentabilidad. 1ra Jornada Internacional sobre Suelo y Fertilización. Rizobacter Argentina S.A. 11 de junio de 2015. Rosario.75p

MICROSTAR PZ10®. Información técnica.
http://www.rizobacter.com/argentina/productos/nutricion-de-cultivos/micros