

Manfredi, 02 de agosto de 2019

INFORME**ENSAYO DE FERTILIZACIÓN DE Ca, Mg y S EN ALFALFA****Responsables INTA EEA Manfredi: Carolina Álvarez, Ariel Odorizzi y Valeria Arolfo**

El cultivo de alfalfa tiene una alta demanda de nutrientes y los fertilizantes comúnmente utilizados no siempre los proveen en el tiempo de crecimiento de la pastura. Una adecuada reposición de nutrientes en el suelo, o “re-fertilización”, en los años siguientes de la pastura, es muchas veces necesaria para que el cultivo alcance el óptimo de producción.

La fertilidad del suelo previa a la siembra no presentaba limitaciones serias de nutrientes disponibles para la producción de alfalfa. Por lo tanto, era de esperar para el primer año, una diferencia no significativa entre las parcelas fertilizadas y el control. Las tendencias biológicas mostraron una respuesta beneficiosa en la producción de materia seca de los tratamientos fertilizados durante el primer año. En este contexto, se evaluó el efecto de estas aplicaciones en la segunda temporada productiva en comparación con el control sin ninguna reposición de nutrientes ya que en el suelo se observaron incrementos en los contenidos de Ca y Mg en los tratamientos fertilizados con respecto al control.

El objetivo de este segundo año fue evaluar la respuesta productiva (kg MS ha^{-1}) de una pastura de alfalfa pura a la fertilización de Ca, Mg y S formulados con la tecnología de nano-partículas mediante diferentes estrategias de manejo, bajo las condiciones climáticas y edáficas de la EEA Manfredi, Córdoba.

Materiales y métodos**Descripción y características del sitio experimental:**

El trabajo se desarrolló en la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Manfredi, Córdoba, Argentina ($31,5^\circ \text{ S}$, $63,5^\circ \text{ O}$, 292 m.s.n.m.), dentro de la región central de Córdoba. El área es una llanura integrada por varios ambientes geomorfológicos denominada pampa loésica alta.

El ensayo se realizó sobre un suelo Haplustol éntico serie Oncativo, profundo, bien drenado, desarrollado sobre materiales franco-limosos, con una capacidad de almacenaje de agua disponible de 307 mm hasta los 200 cm de profundidad.

El diseño del experimento fue un arreglo factorial utilizando la fuente MIST-Ca/Mg+S. Los factores son:

- a) dosis de nutrientes, con los niveles: a1) $1,5 \text{ l ha}^{-1}$ y a2) 3 l ha^{-1} de formulación, respectivamente; y
- b) momentos de aplicación, cuyos niveles fueron: b1) posterior al 2° corte y b2) posterior al 4° corte.

Además, se realiza un tratamiento control c) sin aplicación alguna de fertilizante.

A través de la combinación de los distintos niveles de cada uno de los factores quedan conformados 4 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento quedando conformadas 12 unidades experimentales (UE) de 5 m de largo por 1 m de ancho + 3 UE testigo.

Tabla 1. Tratamientos por dosis de fertilizante y momento de aplicación

<i>Tratamiento</i>	<i>Fertilizante</i>	<i>Dosis</i>	<i>Momento</i>
1	Testigo		
2 Ca/Mg+S	MIST-Ca/Mg+S	1,5 l ha ⁻¹	Luego del 2do corte
6 Ca/Mg+S	MIST-Ca/Mg+S	3 l ha ⁻¹	Luego del 2do corte
2" Ca/Mg+S	MIST-Ca/Mg+S	1,5 l ha ⁻¹	Luego del 2do corte + luego del 4to corte
6" Ca/Mg+S	MIST-Ca/Mg+S	3 l ha ⁻¹	Luego del 2do corte + luego del 4to corte

Determinaciones analíticas:

- **Climáticas**
 - Precipitaciones y temperatura media mensual del sitio experimental se presentan en la siguiente figura:

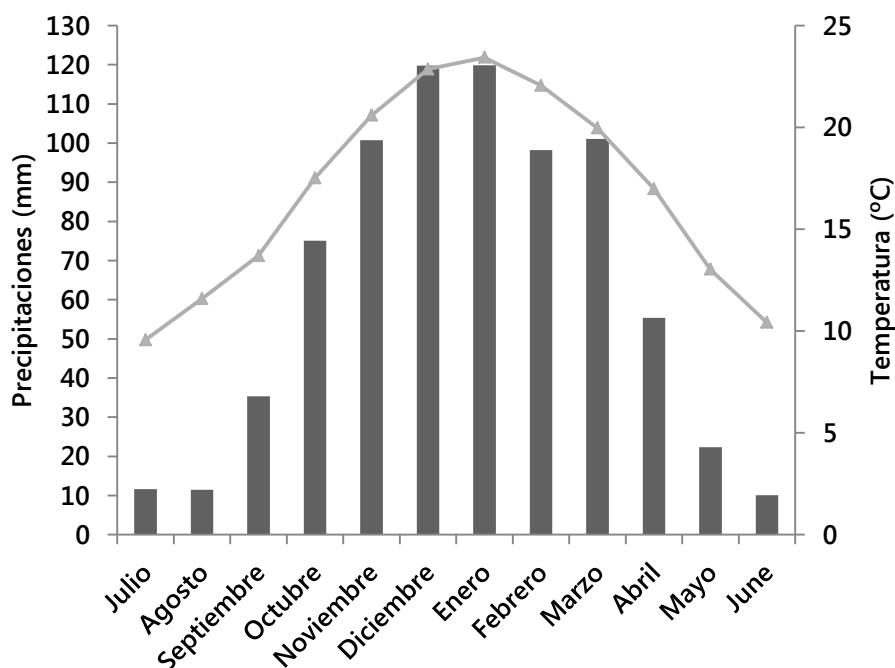


Figura 1. Precipitaciones medias mensuales y temperatura media diaria de la EEA Manfredi (1931-2017).

- **Suelo**
 - Fertilidad química a la siembra para determinar fertilidad inicial y al final de la segunda temporada de corte. Se extrajeron muestras compuestas de suelo a una profundidad de 0-10, 10-20 y 20-40 cm para determinar N-NO₃⁻, CO, P, S, pH, CE, Nt, CIC, Cationes.

- **Cultivo**
 - Fecha de siembra (17/05/2017)
 - Análisis de forraje (análisis foliar de contenido de Ca, Mg y S) posterior a cada aplicación (3^{er} corte y 5^{to} corte).
 - Los cortes de materia seca se efectuaron en el estado de 10% de floración o cuando los rebrotes basales tuvieron 5 cm de longitud, sobre una superficie de 5 m². La producción de materia seca se analizó mediante el análisis de la variancia y las diferencias entre medias de cada factor mediante prueba de DGC (P< 0,05). La evaluación se llevó a cabo durante la temporada de crecimiento 2018/19.
 - Espacios vacíos.

Resultados

- **Suelo al inicio de la temporada 2018/2019 (final temporada 2017/2018)**

Fertilidad química inicio de la segunda temporada de corte.

Tabla 2. Fertilidad inicial segunda temporada

a: Fertilizante	b: Dosis	Prof	S-SO ₄ ⁻ (ppm)	Ca (cmol kg ⁻¹)	Mg (cmol kg ⁻¹)	V (%)
MIST-Ca/Mg+S	1,5 l/ha	0-10	167,7	8,7	1,6	79,4
		10-20	191,1	10,3	1,7	81,0
		20-40	157,2	10,5	2,6	88,7
MIST-Ca/Mg+S	3 l/ha	0-10	105,8	8,7	1,7	87,8
		10-20	193,8	8,8	2,6	85,2
		20-40	166,5	10,0	2,7	88,1
Testigo	Testigo	0-10	171,7	9,5	0,7	81,2
		10-20	169,9	11,0	0,9	77,2
		20-40	161,0	10,7	1,9	88,5

En la primera temporada, la fertilidad en general del suelo se había visto modificada por efecto de los tratamientos. Los contenidos de Ca y Mg fueron diferentes respecto del tratamiento testigo y además diferentes a los valores en el muestreo realizado al inicio del ensayo, lo que manifiesta que la disponibilidad de estos cationes fue mayor para el cultivo en los tratamientos fertilizados y la disponibilidad de sulfatos se vio afectada por ser cercada a la fertilización.

Tabla 3. Fertilidad final 2018/19 segunda temporada

a Fertilizante	b: Dosis	Prof	S-SO ₄ ⁻ (ppm)	Ca (cmol kg ⁻¹)	Mg (cmol kg ⁻¹)	V (%)
MIST-Ca/Mg+S	1,5 l/ha	0-10	74,49	8,91	3,04	84,26
		10-20	26,34	9,06	3,28	75,14
		20-40	52,82	9,47	3,91	90,59
MIST-Ca/Mg+S	3 l/ha	0-10	82,49	9,81	2,13	86,99
		10-20	40,37	9,84	2,22	87,58
		20-40	101,22	9,79	4,46	96,15
Testigo	Testigo	0-10	60,46	9,62	2,35	85,52
		10-20	28,21	9,52	1,91	82,13
		20-40	45,78	9,66	3,81	89,06

Al final de la temporada no se observan cambios en los contenidos de Ca, Mg y S en el suelo respecto de los iniciales del ensayo y tampoco se observó un incremento en la saturación con bases del suelo.

Durante la temporada de crecimiento de la pastura se realizaron 6 cortes en las siguientes fechas:

Corte 1	31/10/2018
Corte 2	07/12/2018
Corte 3	03/01/2019
Corte 4	06/02/2019
Corte 5	28/03/2019
Corte 6	15/05/2019

Tabla 4. Producción acumulada por tratamiento de la primera temporada (recordatorio)

Trat	Medias	DGC	Denom	Dosis
2 Ca/Mg+S	11609,45	A	MIST-Ca/Mg+S	1,5 l ha ⁻¹
6 Ca/Mg+S	9927,70	A	MIST-Ca/Mg+S	3 l ha ⁻¹
1	9501,69	A	Testigo	Testigo

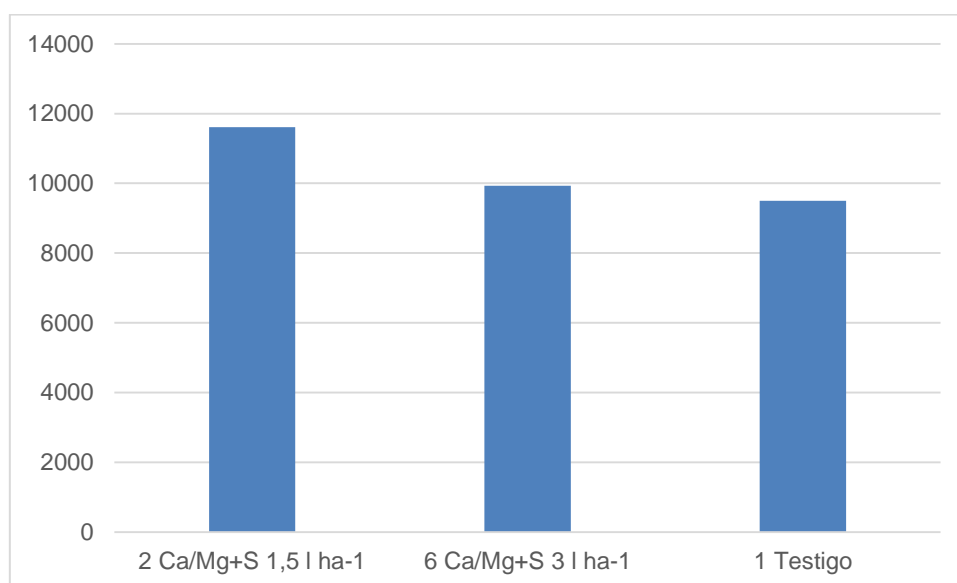


Figura 2. Producción acumulada por tratamiento para la primera temporada (recordatorio)

Tabla 5. Producción por corte y acumulada por tratamiento de la segunda temporada

Trat	Dosis	Rep	Corte1	Corte2	Corte3	Corte4	Corte5	Corte6	Acum
6 Ca/Mg+S	3 l ha ⁻¹	1	2209,28	3508,20	2230,94	4165,37	2446,96	748,45	15309,21
1	Testigo	1	1654,29	3327,37	2567,91	4382,47	1455,49	1341,82	14729,34
2 Ca/Mg+S	1,5 l ha ⁻¹	1	1814,39	3833,71	2277,42	4086,26	2864,56	1303,29	16179,63
6 Ca/Mg+S	3 l ha ⁻¹	2	715,08	2387,03	1568,63	3575,23	1382,93	720,16	10349,05
1	Testigo	2	917,87	2893,36	1748,73	3507,61	1103,02	738,16	10908,75
2 Ca/Mg+S	1,5 l ha ⁻¹	2	1472,85	2640,19	2312,28	3637,13	670,46	738,14	11471,06
1	Testigo	3	619,03	2230,30	1371,10	2979,41	1233,86	957,07	9390,76
2 Ca/Mg+S	1,5 l ha ⁻¹	3	1013,92	2622,11	1789,40	3501,46	1854,99	1095,82	11877,70
6 Ca/Mg+S	3 l ha ⁻¹	3	1216,71	3110,37	2056,65	3707,76	1615,96	777,71	12485,16

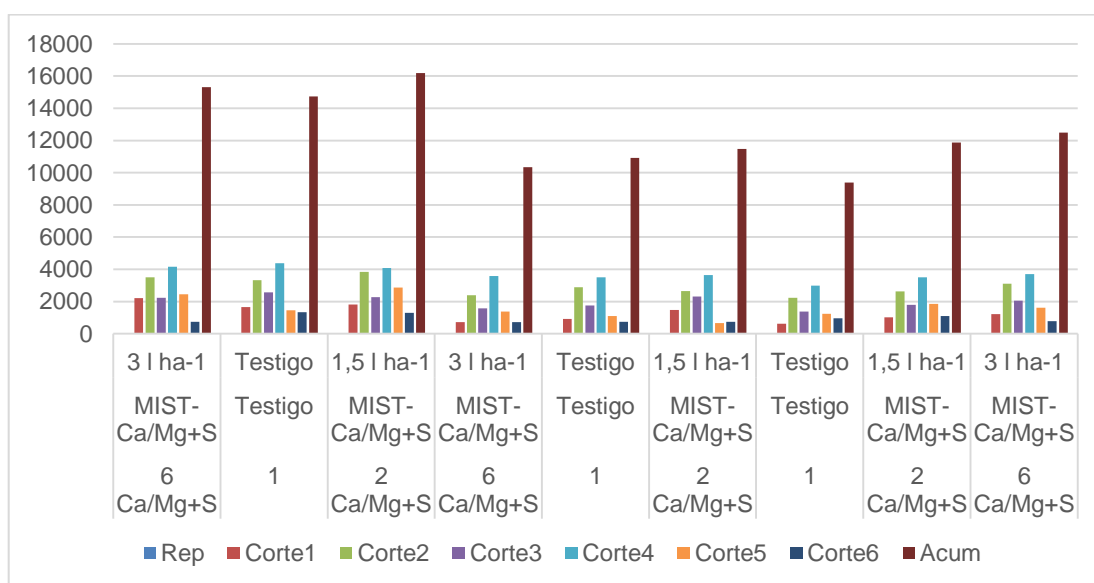


Figura 3. Producción por corte y acumulada por tratamiento para la segunda temporada

El dato de espacios vacíos al final de la segunda temporada permitió ajustar los valores de producción de biomasa aérea.

El corte 4 fue el más productivo y el 6 el menos productivo. El corte 2 presentó mayor producción que el corte 1, 3 y 5 que fueron intermedios.

A continuación, se adjuntan los datos de producción acumulada en kg MS ha⁻¹ arrojados por tratamiento con su correspondiente significación estadística.

Tabla 6. Análisis de la varianza para la media de cada tratamiento

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3540505,38	2	1770252,69	0,26	0,7806
Trat	3540505,38	2	1770252,69	0,26	0,7806
Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	41128546,27	6	6854757,71		
Total	44669051,65	8			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=5668,4810

Error: 6854757,7125 gl: 6

Trat	Medias	n	E.E.	
2 Ca/Mg+S	13176,13	3	1511,59	A
6 Ca/Mg+S	12714,47	3	1511,59	A
1	11676,28	3	1511,59	A

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

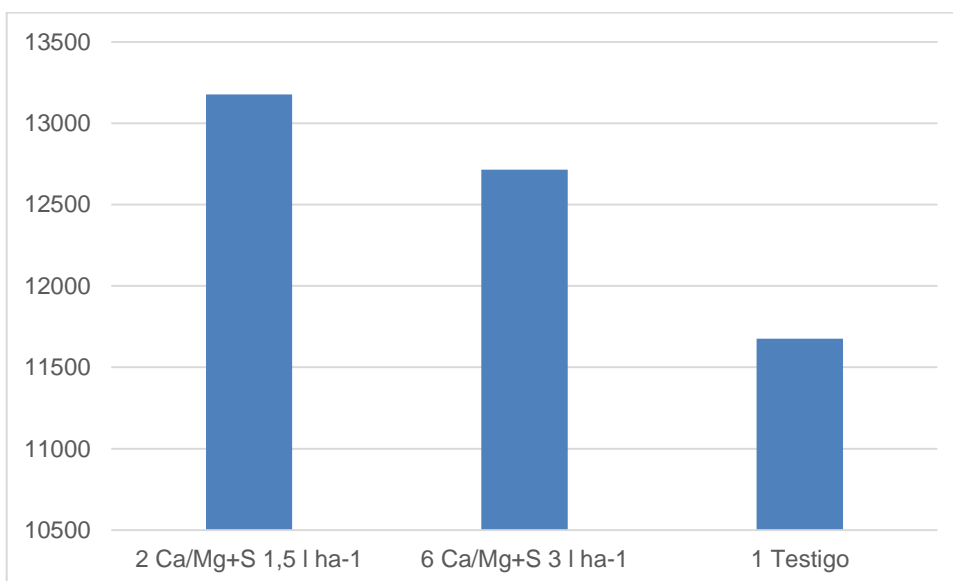


Figura 4. Producción acumulada por tratamiento para la segunda temporada

ABSORCIÓN DE S

Cuando se analiza la absorción de nutrientes en planta en los cortes posteriores a las fertilizaciones se observan efectos parecidos a lo ocurrido con la producción de materia seca. La tendencia es relativamente clara y el testigo es igual para el 3er corte e inferior en el 5to corte (teniendo en cuenta que tuvo dos aplicaciones) a los fertilizados. Si bien los contenidos en suelo no son deficientes en cuanto a S no existen diferencias significativas entre tratamiento pero si una tendencia, mencionada anteriormente, en respuesta a la aplicación del mismo.

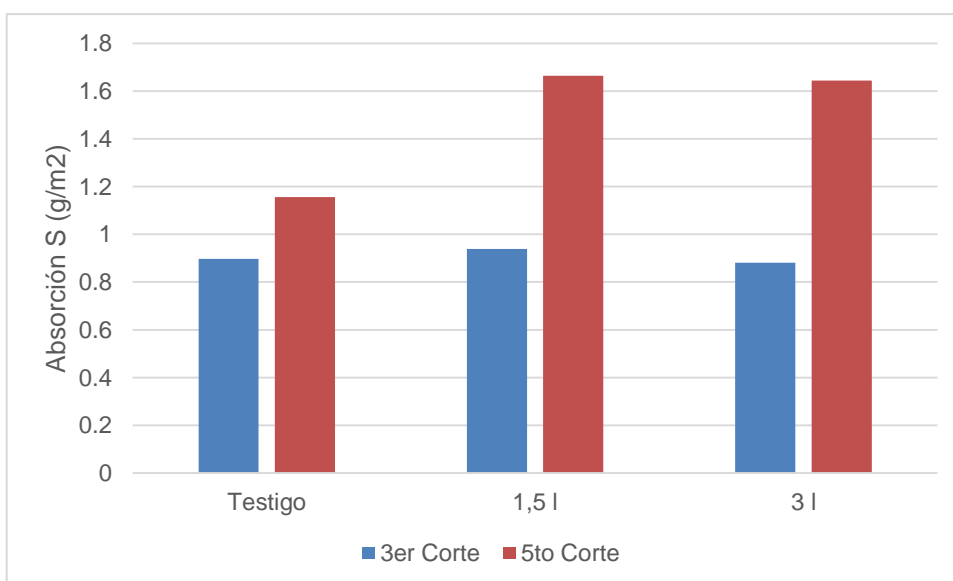


Figura 5. Absorción de S en los tratamientos fertilizados con MIST Ca/Mg+S y el Testigo en los cortes posteriores a las fertilizaciones (3er y 5to corte).



CONCLUSIONES

Las tendencias biológicas mostraron una respuesta beneficiosa en la producción de materia seca de los tratamientos fertilizados. Los resultados concuerdan con el análisis realizado en la primera temporada donde las mayores respuestas en producción se obtuvieron a dosis de $1,5 \text{ l ha}^{-1}$. Para suelos con deficiencias de nutrientes, la fertilización mediante formulaciones con tecnología de nanopartículas puede ser importante para aumentar los rendimientos forrajeros y a su vez realizar una adecuada reposición de nutrientes al suelo. Por otro lado, la tecnología resulta beneficiosa por sus menores costos y facilidad/precisión de aplicación.

