



Universidad Nacional de Río Cuarto

Facultad de Agronomía y Veterinaria

*Trabajo Final Presentado para
Optar al Grado de Ingeniero Agrónomo*

**“Fertilización Fosfatada y Azufrada
en Alfalfa (*Medicago sativa*, L.)”.**

Alumno

Leali, Julián Alberto.

29.456.178

Director

Dr. Ing. Agr. Ohanian, Alfredo.

Co-director

Dr. Ing. Agr. Pagliaricci, Héctor.

Río Cuarto – Córdoba

Junio / 2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO

Facultad de Agronomía y Veterinaria

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: “Fertilización Fosfatada y Azufrada en Alfalfa (*Medicago sativa, L.*)”.

Autor: Julián Alberto Leali.

DNI: 29.456.178

Director: Dr. Ing. Agr. Ohanian, Alfredo.

Codirector: Dr. Ing. Agr. Pagliaricci, Héctor.

Aprobado y corregido de acuerdo a las sugerencias del Jurado Evaluador:

Ing. Agr. González, Sergio _____

Ing. Agr. Bongiovanni, Marcos _____

Ing. Agr. Ohanian, Alfredo _____

Fecha de presentación: ___/___/_____

Aprobado por Secretaría Académica: ___/___/_____

Secretario Académico
Facultad de Agronomía y Veterinaria

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, hermanos y esposa por su apoyo incondicional en cada momento y su significativo aporte en mi formación personal y profesional, ellos hicieron posible que concluya mis estudios siendo el sostén de mi vida.

A compañeros y amigos de la carrera por los momentos compartidos.

A los Ingenieros Pagliaricci, Héctor; González, Sergio; Bongiovanni, Marcos; Bonvillani, M. Julieta y Martínez, Rodrigo por sus consejos y apoyo durante la realización del trabajo final.

En especial a mi director de tesis, Alfredo Ohanian, quien con su predisposición e interés fue un pilar muy importante para concluir mi trabajo final.

A mi compañera de trabajo, Franchino, Laura, por el acompañamiento en la realización del mismo.

Al personal de campo, por sus aportes en la realización del trabajo.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto y en particular a la Facultad de Agronomía y Veterinaria por su contribución a mi formación profesional y humana, brindada durante los años de carrera.

Al término de esta etapa de mi vida, quiero expresar todo mi agradecimiento a quienes con su ayuda, apoyo y comprensión, me alentaron a lograr esta realidad.

INDICE DE TEXTO

I. RESUMEN.....	VII
II. SUMMARY.....	VIII
III. INTRODUCCIÓN.....	1
i .HIPOTESIS.....	5
ii. OBJETIVOS GENERALES.....	5
iii. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
i. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO.....	6
1. DESCRIPCION GENERAL DEL ENSAYO EXPERIMENTAL.....	6
2. CLIMA.....	6
3. SUELO.....	10
4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	10
5. CONDICIONES GENERALES DEL ENSAYO.....	11
ii. DETERMINACIONES REALIZADAS.....	12
iii. ANALISIS DE LA INFORMACION EXPERIMENTAL.....	13
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	14
i. NUMERO DE PLANTAS POR UNIDAD DE SUPERFICIE.....	14
1. DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACION.....	14
2. DURANTE EL PERIODO DE CRECIMIENTO.....	16
ii. PRODUCCION DE MATERIA SECA POR CORTE Y EN LA ESTACION DE CRECIMIENTO.....	18
1. MATERIA SECA POR CORTE.....	18
2. MATERIA SECA ACUMULADA.....	20
iii. TALLOS POR UNIDAD DE SUPERFICIE, POR PLANTA Y PESO DE LOS MISMOS.....	21
1. TALLOS POR UNIDAD DE SUPERFICIE.....	21
2. TALLOS POR PLANTA.....	22
3. PESO DE LOS TALLOS POR SUPERFICIE.....	23
iiii. PESO PROMEDIO DE LAS CORONAS.....	24
VI. CONCLUSIONES.....	26
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	27

INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: “Precipitaciones (mm) en cada etapa y total acumulada”.....	7
CUADRO N° 2: “Temperaturas (°C) medias durante el período del ensayo”.....	8
CUADRO N° 3: “Temperaturas (°C) medias del suelo a 10 cm de profundidad durante el período de implantación.....	9
CUADRO N° 4: “Descripción del perfil de suelo del campo experimental FAV-UNRC.”...10	
CUADRO N° 5: “Número de plántulas por m ² . Campo experimental FAV-UNRC.”.....	15
CUADRO N° 6: “Eficiencia de implantación. Campo experimental FAV-UNRC.”.....	15
CUADRO N° 7: “Número de plantas por m ² . Campo experimental FAV-UNRC.”.....	16
CUADRO N° 8: “Eficiencia de implantación durante el período de crecimiento.”.....	17
CUADRO N° 9: “Número de plantas por m ² . Río Cuarto, Córdoba.”.....	18
CUADRO N° 10: “Producción de materia seca (kg. ha ⁻¹) de alfalfa por corte. Río Cuarto, Córdoba.”.....	18
CUADRO N° 11: “Producción total acumulada de MS. ha. ⁻¹ . Río Cuarto, Córdoba.”.....	20
CUADRO N° 12: “Número de tallos de alfalfa por m ² . Río Cuarto, Córdoba.”.....	21
CUADRO N° 13: “Número promedio de tallos por plantas. Río Cuarto, Córdoba.”.....	22
CUADRO N° 14: “Peso (grs.) de los tallos por m ² . Río Cuarto, Córdoba”.....	23
CUADRO N° 15: “Peso (grs.) de las coronas en un m ² . Río Cuarto, Córdoba”.....	25

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: “Precipitaciones acumuladas”	7
FIGURA N° 2: “Temperaturas medias del ambiente durante el período del ensayo”	9
FIGURA N° 3: “Temperaturas medias del suelo durante los meses de implantación”	10
FIGURA N° 4: “Número de plántulas por unidad de superficie”	15
FIGURA N° 5: “Número de plantas por unidad de superficie”	17
FIGURA N° 6: “Producción de materia seca por tratamiento en cada muestreo”	19
FIGURA N° 7: “Producción de materia seca acumulada por tratamientos”	20
FIGURA N° 8: “Número de tallos por unidad de superficie (m ²)”	22
FIGURA N° 9: “Número promedio de tallos por planta”	23
FIGURA N° 10: “Peso (gr.) de los tallos por unidad de superficie (m ²)”	24
FIGURA N° 11: “Peso (gr.) de las coronas por unidad de superficie (m ²)”	25

I. RESUMEN

Con el objetivo de mejorar la producción de MS (materia seca), la eficiencia de implantación y el peso y número de sus componentes morfológicos, se evaluaron los efectos de aplicaciones combinadas de fósforo (P) y azufre (S) en un cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*, L.). El ensayo se desarrolló durante la campaña 2007/2008 en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado sobre la Ruta Nacional N° 36, Km. 601, Córdoba. El diseño experimental utilizado fue en bloques divididos completos aleatorizados con tres repeticiones. Los tratamientos aplicados fueron seis, de los cuales dos cuentan con dosis de fertilizante fosfatado (12 Kg. ha⁻¹ P y 24 Kg. ha⁻¹ P), dos con dosis de fertilizante fosfatado con el agregado de fertilizante azufrado (12 Kg. ha⁻¹ P + 17 Kg. ha⁻¹ S y 24 Kg. ha⁻¹ P + 17 Kg. ha⁻¹ S), uno con fertilizante azufrado (17 Kg. ha⁻¹ S) y el testigo sin fertilizar. La fertilización se realizó en la siembra, ubicando el producto en la línea de siembra, por debajo de la semilla. La fuente fosfatada utilizada fue súper fosfato triple (PO₄H₂)₂Ca y la fuente azufrada fue sulfato de calcio [SO₄Ca]. Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT versión 2009. Los resultados obtenidos no presentaron respuesta a los tratamientos de fertilización anteriormente detallados. El único aumento de producción de forraje observado estuvo directamente relacionado con el período de mayores precipitaciones, pero no con los diferentes tratamientos. La fertilización es un complemento para aumentar la producción y la calidad del forraje, siempre y cuando los niveles de nutrientes en el suelo no sean los suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales de las plantas.

Palabras clave: *Alfalfa – Fósforo – Azufre – Materia seca – Número de plantas –*

II. SUMMARY

In order to improve the production of DM (dry matter) and the number of plants per m² as well as the weight and number of morphological components, there were evaluated the effects of combined applications of phosphorus (P) and sulfur (S) in a culture of alfalfa (*Medicago sativa* L.). The test was developed during the season 2007/2008 in the experimental field of the Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, located on National Route 36, Km. 601, Córdoba. The experimental design was completely randomized split block with three replications. Treatments were made six, of which two have P fertilizer dose (12 kg ha⁻¹ P and 24 kg ha⁻¹ P), two doses of P fertilizer with the addition of sulfur fertilizer (12 Kg ha⁻¹ P + 17 kg ha⁻¹ S and 24 kg ha⁻¹ P + 17 kg ha⁻¹ S), one with sulfur fertilizer (17 kg ha⁻¹ S) and the witness without fertilizing. Fertilization was done at sowing, placing the product on the seed line, below the seed. The source used was phosphate triple super phosphate (PO₄H₂) 2Ca and sulfur source was calcium sulfate [CaSO₄]. For the processing of the information there was in use the statistical package INFOSTAT version 2009. The obtained results indicate a low response to the treatments of previous fertilization mention detailed. The only increase forage production observed was directly related to the period of highest rainfall, but not with the different treatments. Fertilization is a supplement to increase production and pasture quality, as long as the nutrient levels in the soil are not sufficient to meet the nutritional requirements of plants.

Keywords: *Alfalfa - phosphorus - sulphur - dry matter - number of plants -.*

III. INTRODUCCIÓN

Los orígenes de la alfalfa (*Medicago sativa*, L.), la forrajera más antigua que se conoce, pueden retraerse en el actual Irán, aunque con formas y especies muy relacionadas en el Cáucaso, Turquestán y Siberia. Las referencias más antiguas sobre la misma proceden de Turquía (1300 a. C.) y Babilonia (700 a. C.), aunque se especula que el tráfico marítimo, altamente desarrollado 4000 años a. C., podría haber contribuido a facilitar su difusión con mucha antelación. (Michaud *et al.*, 1988; Berardo, 1998). En nuestro país se cultivó primeramente en la región cuyana y años más tarde en Córdoba (Tome, 1947). Su llegada a lo que actualmente es la provincia de Buenos Aires se produjo a mediados del siglo XVIII. (Boerger, 1943)

Para la región pampeana de Argentina, la alfalfa constituye uno de los recursos forrajeros de mayor relevancia (Basigalup, 1996). La superficie cultivada supera los 5 millones de hectáreas, según estimaciones de los últimos años, posicionándonos como el segundo país productor de alfalfa del mundo. (González, 2010).

Por su adaptación a un amplio rango de condiciones agroclimáticas y por su capacidad de producir elevada cantidad de forraje de alta calidad, es una especie utilizada en sistemas de producción de carne y leche en distintas regiones ganaderas templadas del mundo. A su vez, incrementa el contenido de materia orgánica y de nitrógeno (N) del suelo principalmente en los horizontes superficiales, favoreciendo el desarrollo de los cultivos subsecuentes en la rotación (Baldock, *et al.*, 1981). La oferta de forraje de alto valor nutritivo para el consumo de los animales juega un papel central en cualquier sistema ganadero de alta producción. Esta condición del forraje es relativamente corriente en los planteos ganaderos pastoriles de las regiones templadas económicamente desarrolladas. Los mismos generalmente complementan un grado conveniente de acople entre oferta y demanda estacional de forraje con el uso de concentrados para suplementar la alimentación del ganado. Sin dudas, una de las claves de estos planteos productivos es la aplicación de fertilizantes para alcanzar con rapidez niveles altos de disponibilidad de forraje a lo largo del ciclo productivo. (Bianchini, 2006)

La elevada rentabilidad actual de los cultivos de grano respecto de las principales actividades ganaderas, determinó en los últimos años el desplazamiento de estas últimas hacia ambientes edáficos menos productivos. En estos suelos es necesario optimizar el manejo de los recursos forrajeros, siendo la fertilización una herramienta muy efectiva para incrementar la cantidad y calidad de forraje. Ensayos efectuados en la Región Pampeana muestran incrementos en la producción de forraje por agregado de fertilizantes que van de 50% hasta 300% respecto del testigo, dependiendo del tipo de recurso y ambiente de producción (García *et al.*, 2002). Sin embargo, y a pesar de estos resultados favorables, las

forrajeras representan el grupo de cultivos menos fertilizados en dicha región. (Cástino, 2007).

El mantenimiento de un adecuado suministro de nutrientes es esencial para obtener una alta producción y calidad de alfalfa. Vivas (1996) afirmó que si los sistemas productivos son cada vez más intensivos y los nutrientes no se reponen en proporción a la extracción, en lo sucesivo la alfalfa podría verse limitada no sólo en la producción y en la calidad de la materia seca, sino también en la persistencia.

La deficiencia de fósforo (P) en gran parte de la región pampeana es muy generalizada y para la producción de alfalfa el mencionado nutriente es el más limitante, le sigue en orden de importancia el Azufre (S). (Bianchini, 2006)

El P es el segundo nutriente limitante de la productividad agrícola a nivel mundial y también nacional. Su ciclo en los agrosistemas es relativamente cerrado, siendo la principal salida la exportación por cosecha y la erosión. La única vía importante de reposición es la fertilización o la aplicación de enmiendas orgánicas. Otra característica del P edáfico es su baja concentración en la solución del suelo debido a su baja solubilidad y alta interacción con las arcillas y óxidos del suelo. Esta alta interacción con la matriz del suelo determina que sea un nutriente poco móvil. (Rubio y Álvarez, 2010)

Según Vernet (2005), las leguminosas son más exigentes en nutrientes que las gramíneas, en especial el P, debido a una menor capacidad de absorción, de nutrientes poco móviles, que posee su sistema radicular. Cuando el nivel de P en el suelo, está por debajo de 7 – 8 partes por millón (ppm), la supervivencia de plántulas de leguminosas se resienten pudiendo desaparecer. Por otro lado es recomendable aplicar a la siembra otros nutrientes junto con el P.

La respuesta de las leguminosas a la adición de P es de mayor magnitud a la observada en otras familias botánicas debido posiblemente al efecto que tiene el agregado de este nutriente sobre la nodulación y la fijación de N, lo que repercute en una mayor cantidad y calidad del forraje producido (Boschetti *et al.*, 1998).

La mayor parte del P que ingresa a la planta, rápidamente se convierte en compuestos orgánicos e interviene en varias reacciones esenciales. Entre las numerosas funciones que le cabe al P en las plantas se pueden mencionar las siguientes: favorece el rápido desarrollo radicular, interviene en todas las funciones energéticas, aumenta la eficiencia del uso del agua, constituye compuestos esenciales para la fotosíntesis, es componente de las proteínas, contribuye a la fijación del anhídrido carbónico y facilita la fijación del N atmosférico a través del aporte de adenosin-trifosfato (ATP) asociado con la actividad de la nitrogenasa (Lanyon y Griffith, 1988).

Antecedentes demuestran que suelos con niveles de P extractable inferiores a 15 ppm y pH neutro a ligeramente ácido requieren del agregado de fertilizantes (Berardo, 1974;

Culot, 1986). Según Quintero y Boschetti, (2004) numerosos trabajos en nuestro país indican que por debajo de 12 ppm de P, según Bray I, las posibilidades de respuesta a la fertilización son altas, con valores superiores la alfalfa continúa respondiendo pero a una tasa menor. Por otro lado, Quintero y col.; (1995) en Entre Ríos evaluaron que en suelos con menos de 12 mg./Kg. de P extractable se observó un incremento del 24% en la producción de materia seca con aplicaciones de 8 Kg P ha⁻¹ y del 90% con 64 Kg P ha⁻¹. Valores superiores a los 12 mg./Kg. de P extractable, la respuesta no superó el 27%, aun con la dosis más altas. Estas investigaciones permitieron definir un umbral de 12 mg./Kg. de P extractable para encontrar respuestas importantes a la fertilización durante el primer año.

En concordancia a lo anterior, Carta *et al.*, (2001) encontraron respuestas de hasta el 89% en la producción de MS durante el primer año de crecimiento. Este trabajo se realizó en el partido de 9 de Julio (Buenos Aires). El ensayo fue fertilizado con diferentes dosis de Superfosfato triple, y el suelo poseía 4 ppm de P (Bray I) y 14 ppm de S-sulfatos.

Vivas (2004) reportó un experimento realizado en un suelo con 12 ppm P (Bray I) y 9,5 ppm S-SO₄ en el que se analizó la respuesta de un cultivo de alfalfa en el centro de Santa Fe. La interacción fósforo por azufre resultó no significativa. Para una dosis de P de 20 Kg P ha⁻¹ la dosis más conveniente de azufre fue de 24,5 Kg./ha., mientras que para la dosis de P mayor (60 Kg P ha⁻¹) la mayor respuesta se logró con una dosis de azufre de 33 Kg./ha.

Otro nutriente muy demandado por esta leguminosa y que frecuentemente se encuentra en niveles deficientes es el S. Éste constituye un elemento de gran importancia en la formación de las proteínas y su demanda guarda relación con los niveles de producción de materia seca.

En suelos arenosos el S puede tener una dinámica similar al N y migrar con facilidad hacia horizontes profundos, pero en suelos franco limosos y arcillosos el nutriente tiene capacidad de permanecer en el horizonte B y tener efectos residuales en años posteriores (Vivas *et al.*, 2004).

En nuestras condiciones productivas el uso de fertilizantes es bajo respecto a lo que las pasturas y los animales exportan del suelo y, por ende, a las cantidades requeridas por las plantas para lograr un adecuado crecimiento (Bianchini, 2006)

Según estudios realizados, por (Bianchini, 2006; Rubio *et al.*, 2007) la alfalfa requiere por cada tonelada de materia seca producida 2,2 – 3,3 Kg de Fósforo (P) y 2,5 – 5 Kg de Azufre (S) aproximadamente.

Los suelos de nuestro país son, en su mayoría, de buena fertilidad. Sin embargo la utilización de materiales de mayor potencial de rendimiento, la incorporación de nuevas tecnologías, algunos manejos productivos inapropiados, la no reposición de los nutrientes en relación a la extracción, entre otros son responsables de que estos suelos vayan perdiendo su alta fertilidad natural, limitando así los rendimientos, ya que los nutrientes se encuentran en

cantidades no suficientes para el crecimiento y el desarrollo de los cultivos (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca; 2011).

III. i. Hipótesis

La fertilización fosfatada y azufrada en alfalfa durante la siembra podría resultar en una mejor implantación y una mayor producción de forraje.

III. ii. Objetivo General:

Evaluar la respuesta productiva de alfalfa a la fertilización fosfatada y azufrada en el primer año de producción del cultivo.

III. iii. Objetivos Específicos:

Determinar el efecto de la fertilización con fósforo y azufre sobre:

- Plantas por unidad de superficie
- Producción de materia seca por corte y en la estación de crecimiento.
- Tallos por unidad de superficie, por planta y peso de los mismos
- Peso promedio de coronas

IV. MATERIALES Y METODOS

IV. i. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO

IV. i. 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ENSAYO EXPERIMENTAL

Durante la campaña 2007/2008 se condujo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado sobre la Ruta Nacional N° 36, Km. 601, Córdoba, (32° 33' latitud sur y 63° 10' longitud oeste), un ensayo de alfalfa para evaluar el efecto de la fertilización fosfatada y azufrada.

IV. i. 2. CLIMA

El área presenta una temperatura media anual de 16,5 °C, una máxima media anual de 22,7 °C y mínima media anual de 10,3 °C. El período libre de heladas es de 256 días, desde mediados de septiembre a mediados de mayo, correspondiendo la ocurrencia de precipitaciones a un régimen irregular monzónico, donde se concentra aproximadamente el 80 % de las mismas en el semestre más cálido (octubre a marzo). El valor medio de la pluviometría es de 800 mm (Seiler *et al.*, 1995).

Condiciones climáticas durante el período del ensayo

Precipitaciones

En la Figura 1 se puede apreciar las precipitaciones ocurridas desde el mes de marzo de 2007 hasta el mes de mayo de 2008, las cuales presentaron un total de 1.001 mm, siendo el registro promedio (1974/1993) para el mismo periodo de 963 mm. Esta diferencia indicaría que las precipitaciones del período bajo análisis fueron un 4% superior a los registros promedios. Por otro lado, durante los meses de implantación del cultivo (desde marzo 2007 hasta septiembre 2007) las precipitaciones fueron de 227 mm, siendo el valor promedio para esos meses de 243 mm, es decir un 6,5% inferior al promedio. No obstante, entre octubre de 2007 y mayo de 2008 las precipitaciones fueron de 774 mm en comparación con 720 mm correspondientes al promedio, es decir un 7,5% superior a este último.

Para una mejor interpretación del efecto de las precipitaciones sobre la producción de alfalfa, se analizaron las mismas por períodos, dividiendo al ciclo del cultivo en cinco etapas importantes; siembra-1^{er} corte, período en el cual se define la implantación y producción del primer corte; 1^{er} corte-2^{do} corte, 2^{do} corte-3^{er} corte, 3^{er} corte- 4^{to} corte, 4^{to} corte-5^{to} corte y en 5^{to} corte-6^{to} corte, donde se define en cada uno la producción de cada corte.

Esta situación determinó que el cultivo iniciara su crecimiento con baja humedad edáfica, la cual fue aumentando a medida que avanzó el ciclo, con sucesivas y abundantes lluvias. La buena condición hídrica durante el período de crecimiento determinó que el cultivo no sufriera estrés hídrico.

En la Figura 1, se observan las precipitaciones registradas en cada uno de los meses que duró el ensayo. También se graficó la precipitación promedio histórica en cada uno de los mismos.

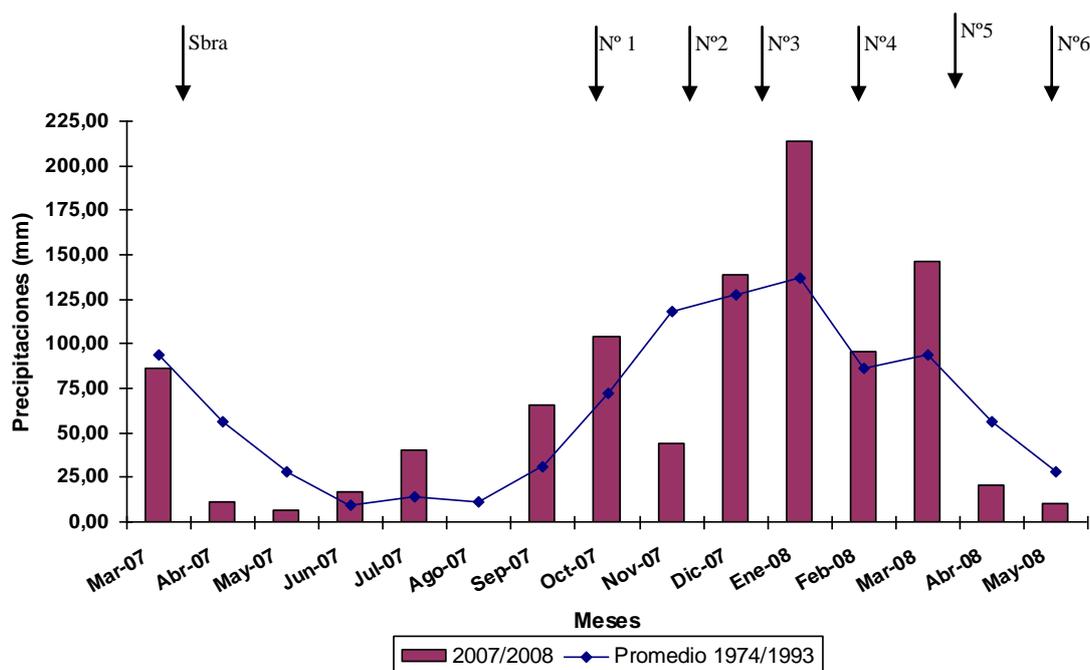


Figura 1. Precipitaciones mensuales para el período (2007/2008), y promedio histórico para cada mes (1974/1993) en Río Cuarto. Fuente Cátedra de Agrometeorología y Climatología FAV-UNRC. Etapas: desde la siembra hasta el corte N° 6.

Las precipitaciones para cada período fueron:

Cuadro 1: Precipitaciones (mm) en cada etapa y total acumulado. Desde el 22 de marzo 2007 al 8 de mayo de 2008. Campo experimental FAV-UNRC.

Diferentes etapas del cultivo	Precipitaciones entre etapas	Precipitación acumulada
Siembra-primer corte	188	188
Primer corte-segundo corte	124	312
Segundo corte-tercer corte	139	451
Tercer corte-cuarto corte	225	676
Cuarto corte-quinto corte	160	836
Quinto corte-sexto corte	92	928

En el cuadro anterior se puede observar, que durante el período tercer corte-cuarto corte, es donde se produce la mayor acumulación de precipitaciones. Esta “*ventaja*” hídrica podría influir en los resultados de MS ha⁻¹, arrojando un valor superior con respecto a los demás períodos.

Temperaturas

Para cada región, la temperatura y la humedad del suelo, conjuntamente con la heliofanía, son los factores que definen la época de siembra más adecuada. La alfalfa germina en un rango muy amplio de temperaturas, desde los 5 a los 35°C (Townsed y Mc Guinnies, 1972), ubicándose el óptimo entre 19 y 25°C. Es una especie que puede germinar a temperaturas que son limitantes para su crecimiento posterior (Chippindale, 1949; Townsed y Mc Guinnies, 1972). Esta característica causa serios problemas en siembras tardías de otoño, debido a que la semilla puede germinar en épocas en que la temperatura del aire esta muy cerca del mínimo requerido para el crecimiento de las plántulas (10°C) y muy lejos del rango óptimo (19-25°C).

A continuación se detallan las temperaturas medias durante el período del ensayo y del suelo de la región donde se realizó el mismo.

Cuadro 2: Temperaturas medias durante el período del ensayo. Marzo 2007 a mayo de 2008. Campo experimental FAV-UNRC.

	Años 2007 / 2008	Serie 1974 / 1993
MES	Temperaturas medias °C	Temperaturas medias °C
Mar-07	19,3	19,6
Abr-07	16,6	15,9
May-07	9,9	12,9
Jun-07	8,7	9,8
Jul-07	6,7	9,9
Ago-07	7,5	11,1
Sep-07	14,4	13,8
Oct-07	17,6	17,4
Nov-07	19,9	19,4
Dic-07	22,0	21,3
Ene-08	22,8	22,4
Feb-08	21,8	22,0
Mar-08	19,0	19,6
Abr-08	15,7	15,9
May-08	12,3	12,9

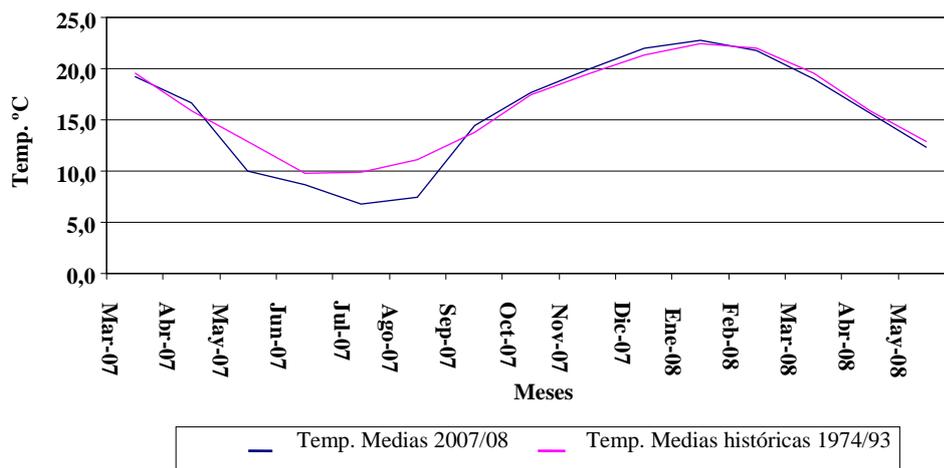


Figura 2: Temperaturas medias (desde marzo de 2007 hasta mayo de 2008), y las medias históricas 1974/1993, del período del ensayo. Fuente Cátedra de Agrometeorología y Climatología FAV-UNRC.

Si se analiza la temperatura media del período que duró el ensayo se puede observar, salvo en los meses de implantación (de marzo a septiembre de 2007) donde fue inferior a la media histórica, que durante los meses de crecimiento del cultivo (de octubre de 2007 a mayo de 2008) las temperaturas fueron normales con respecto a la serie 1974-1993.

Cuadro 3: Temperaturas medias del suelo a los 10 cm. de profundidad durante el período de implantación. Marzo 2007 a septiembre 2007. Campo experimental FAV-UNRC.

	Datos medios actuales 2007	Datos medios históricos 1974/1993
MES	Temperatura del suelo °C	Temperatura del suelo °C
Mar-07	18,99	21,10
Abr-07	15,33	17,10
May-07	8,95	13,80
Jun-07	6,00	12,60
Jul-07	4,20	9,10
Ago-07	5,20	10,80
Sep-07	11,60	13,80

En todos los meses que corresponden a la implantación del cultivo, hay resultado negativo cuando comparamos los datos medios de 2007 con los datos medios históricos (1974/1993). Hay diferencias aproximadas del 50% inferior a la serie histórica en los meses de mayo, junio, julio y agosto.

Temperatura del suelo durante el período de implantación de la alfalfa. Meses desde marzo hasta septiembre de 2007.

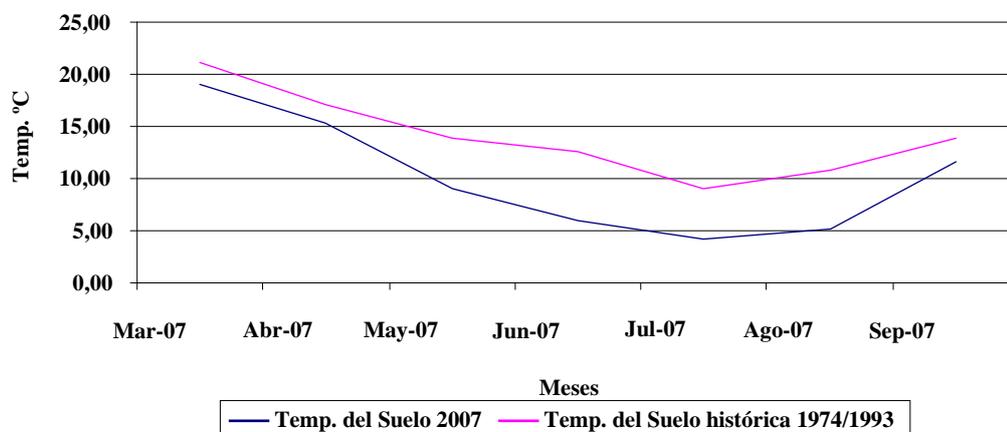


Figura 3: Temperaturas medias del suelo durante los meses de implantación del cultivo (desde marzo hasta septiembre de 2007), y el promedio histórico 1974/1993. Fuente Cátedra de Agrometeorología y Climatología FAV-UNRC.

IV. i. 3. SUELO

El ensayo se llevó a cabo sobre un Hapludol típico de textura franco arenosa a franca, con una cantidad promedio de 13,5 ppm de P y 3,8 de S-SO₄ ppm. El paisaje está compuesto por planicies suavemente onduladas con un gradiente de 0.5 y 1 %, y un relieve normal. (Cantero *et al*, 1986)

Cuadro 4: Descripción del perfil de suelo del campo experimental FAV-UNRC.

Horizontes	Profundidad (mm.)
A1	0 - 50
A2	51 - 200
Bw1	201 - 360
Bw2	361 - 600
BC	601 - 810
C	811 - 990

IV. i. 4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue en bloques divididos completos aleatorizados con tres repeticiones.

Los tratamientos realizados cuentan con dos dosis de fertilizante fosfatado, dos dosis de fertilizante fosfatado con el agregado de fertilizante azufrado, testigo sin fertilizantes y fertilizante azufrado, considerando la dosis de P más alta como no limitante para el

crecimiento del cultivo. La fertilización se realizó a la siembra con la sembradora ubicando el fertilizante en la línea de siembra por debajo de la semilla.

Los tratamientos propuestos fueron los siguientes:

Tratamiento 1 – 0 Kg ha⁻¹ P y 0 Kg ha⁻¹ S testigo

Tratamiento 2 – 17 Kg ha⁻¹ S siembra.

Tratamiento 3 – 12 Kg ha⁻¹ P siembra

Tratamiento 4 – 12 Kg ha⁻¹ P + 17 Kg ha⁻¹ S siembra

Tratamiento 5 – 24 Kg ha⁻¹ P + 17 Kg ha⁻¹ S siembra.

Tratamiento 6 – 24 Kg ha⁻¹ P siembra

La fuente fosfatada utilizada fue súper fosfato triple (PO₄H₂)₂Ca con un contenido de P elemento del 20% expresado como P₂O₅ (46 %). La fuente azufrada utilizada fue sulfato de calcio [SO₄Ca] con un contenido de 17 % S elemento, expresado como sulfato (54%).

IV. i. 5. CONDICIONES GENERALES DEL ENSAYO

El cultivo se sembró el día 22 de marzo de 2007. Se utilizó alfalfa (*Medicago sativa*, L.) cv. Pinto Grupo 6 (La Tijereta) con una densidad de 12 kg ha⁻¹ en una superficie total de 918 m² con una sembradora de siembra directa de 25 surcos a 17,5 cm. entre hileras. Cada tratamiento dispuso de una superficie de 153 m². Las unidades experimentales tuvieron una superficie de 51 m² (en concordancia con el ancho de trabajo de la sembradora). Previo a la siembra, se realizó una caracterización morfológica y físico-química del área.

Se realizaron controles de malezas y plagas de acuerdo a las necesidades que se presentaron. Las labores previas a la siembra fueron: en febrero de 2007 se aplicó 2 lts ha⁻¹ de glifosato, más tarde se realizó una pasada de arado de reja y luego una pasada con rastra de disco.

Una vez sembrado el cultivo, el 23 de abril de 2007 se aplicó 200 cc ha⁻¹ de flumetxulan. El 30 de abril de 2007 se aplicó 500 cc/ha. de dimetoato para controlar trips. Por último, el 11 de junio del mismo año, se aplicó 200 cc. /ha. de flumetxulan + 500 cc ha⁻¹ de 2,4 DB.

IV. ii. DETERMINACIONES REALIZADAS

Los muestreos a campo se realizaron en las siguientes fechas:

- Primer recuento de plántulas: 16 de mayo de 2007.
- Segundo recuento de plántulas: 25 de junio de 2007.
- Tercer recuento de plántulas: 31 de julio de 2007.
- Primer corte de producción de MS ha⁻¹ y primer recuento de plantas al inicio del ciclo productivo: 18 de octubre de 2007.
- Segundo corte de producción de MS ha⁻¹: 27 de noviembre de 2007.
- Tercer corte de producción de MS ha⁻¹: 3 de enero de 2008.
- Cuarto corte de producción de MS ha⁻¹: 5 de febrero de 2008.
- Quinto corte de producción de MS ha⁻¹: 25 de marzo de 2008. No se registran datos debido a que el personal de campo cortó accidentalmente el ensayo un día antes de realizar los muestreos.
- Sexto corte de producción de MS ha⁻¹ y segundo recuento de plantas al final del ciclo productivo: 8 de mayo de 2008.

Las determinaciones de las variables respuestas se realizaron en planta bajo la siguiente metodología:

- El número de plantas por unidad de superficie se determinó mediante el recuento de las mismas en 3 muestreos de 0,10 m² por unidad experimental, durante el segundo, tercero y cuarto mes de la implantación, dichos recuentos se efectuaron sin destrucción de la parcela. Luego, se realizó un recuento en el mes de octubre, al inicio del ciclo de crecimiento, junto al primer corte; y por último un recuento en el mes de mayo del siguiente año, al final del ciclo de crecimiento, en el momento del último corte. Dichos recuentos se efectuaron en laboratorio desde muestras que se tomaron destruyendo la parcela.

- La determinación de la producción de materia seca en el ciclo de crecimiento se realizó mediante cortes al ras del suelo en el estado fenológico 10 % de floración o cuando los rebrotes basales de la corona alcanzaron los 5 cm. de altura. Se tomó 1 muestra de una superficie de 0,25 m² por unidad experimental. A lo largo del período de crecimiento se recolectaron 5 muestras por unidad experimental. Luego se secaron en estufa de circulación de aire forzado a 60° C, hasta peso constante.

- La relación de tallos por unidad de superficie, por planta y peso de los mismos; se determinó en laboratorio sobre las muestras recolectadas a campo (muestras destructivas) al principio y al final del período de crecimiento (en los meses de octubre de 2007 y mayo de 2008). Las mismas se separaron en sus componentes morfológicos y se secaron en estufa de circulación de aire forzado a 60° C, hasta peso constante.

- El peso de la corona se determinó al inicio y final de la estación de crecimiento en 3 muestras de 0,10 m² de superficie, de cada unidad experimental (muestras destructivas). Las coronas se lavaron con agua y se cortaron dejando un remanente de 5 cm. por encima y por debajo de la misma y posteriormente se secaron en estufa a 60° hasta peso constante.

IV. iii. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXPERIMENTAL

A los datos resultantes se les efectuaron un ANOVA y las medias se compararon por el test de Tukey. Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT versión 2009.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V. i. NÚMERO DE PLANTAS POR UNIDAD DE SUPERFICIE

V. i. 1. DURANTE EL PERÍODO DE IMPLANTACIÓN

Luego de la siembra del cultivo de alfalfa, se realizó durante los meses de mayo, junio y julio un recuento de plántulas nacidas. El recuento se realizó directamente a campo, sin dañar la unidad experimental.

El parámetro que se utilizó para fijar el nivel máximo de plántulas que debería haber fue la eficiencia de implantación, según los datos arrojados por el análisis de semilla.

Eficiencia de implantación:

Los resultados del análisis de semilla son:

- Pureza:.....98%
- Poder germinativo:.....88%
- Energía germinativa:.....83,3%
- Peso de 1000 semillas:.....3,93 grs.

Pureza

100%.....12 kgs de semillas.

98%..... $x = 11,76$ kgs de semillas.

Poder germinativo

100%.....11,76 kgs de semillas

88%..... $x = 10,35$ kgs de semillas

Semillas por m² (en grs.)

10.000 m².....10.350 grs. de semillas

1 m²..... $x = 1,035$ grs. de semillas

Cantidad de semillas (peso de 1000 semillas)

3,93 grs.....1000 semillas

1,035 grs..... $x = 263,3$ semillas.

Según los resultados de los análisis debería haber **263 semillas viables por m²**.

Cuadro 5: Número de plántulas por m² para los diferentes tratamientos de fertilización.

NÚMEROS DE PLÁNTULAS POR METRO CUADRADO						
Fecha	Tratamiento Nº 1	Tratamiento Nº 2	Tratamiento Nº 3	Tratamiento Nº 4	Tratamiento Nº 5	Tratamiento Nº 6
16/05/07	198	209	174	184	174	184
25/06/07	166	169	168	190	205	207
31/07/07	167	125	168	206	195	232

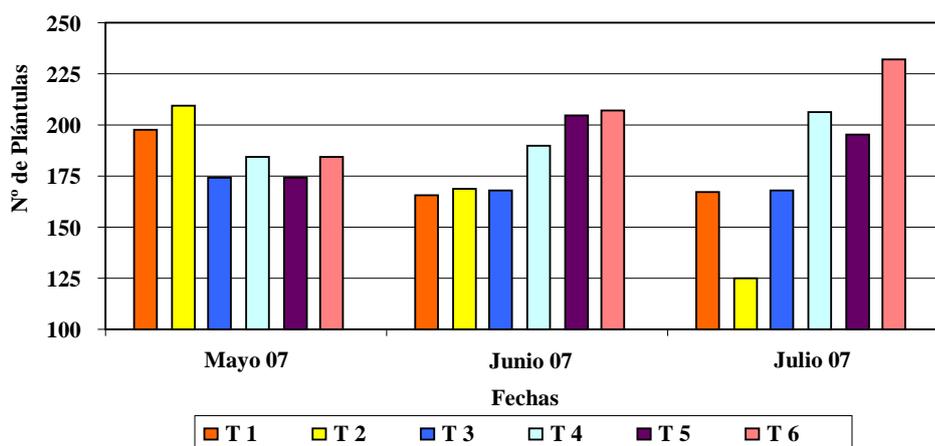


Figura 4: Número de plántulas por m² para los diferentes tratamientos de fertilización.

Cuadro 6: Eficiencia de implantación (Plántulas m⁻²) para los diferentes tratamientos de fertilización.

Ttos.	Mayo 2007		Junio 2007		Julio 2007	
	Nº de ptas/m ²	Eficiencia de implantación	Nº de ptas/m ²	Eficiencia de implantación	Nº de ptas/m ²	Eficiencia de implantación
T 1	198	75,3%	166	63,1%	167	63,5%
T 2	209	79,5%	170	64,6%	125	47,5%
T 3	182	69,2%	168	63,8%	149	56,6%
T 4	185	70,3%	191	72,6%	206	78,3%
T 5	174	66,2%	205	77,9%	196	74,5%
T 6	184	69,9%	207	78,7%	233	88,6%

Anteriormente se explicó cómo en los meses de implantación del cultivo, y en especial los meses de marzo, abril y mayo, las precipitaciones mensuales de dicho período, comparadas con la serie histórica (1974-1993), son inferiores a las promedio. También se observó que la temperatura media mensual y temperatura de suelo, de los meses de implantación, están muy por debajo de las medias históricas según dicha serie. Revisiones

bibliográficas confirman que la alfalfa germina en un rango de temperaturas que oscila entre los 5 y los 35 °C. El óptimo se ubica entre los 19 y los 25 °C, y en los 10° C está el mínimo requerido para su normal crecimiento inicial (Townsed y Mc Guinnies, 1972). Durante los meses de implantación, en especial mayo, junio, julio y agosto de 2007, la temperatura media del aire y la temperatura media del suelo no alcanzaron los 10 °C mínimos requeridos por el cultivo, las cuales no fueron adecuadas para el desarrollo del mismo.

Por otro lado, la fertilización a la siembra no afectó el número de plántulas por m², ya que no se registraron problemas de fitotoxicidad a esos niveles de fertilización.

Teniendo en cuenta los datos antes descriptos se puede especular que ha habido un desarrollo restringido de las plántulas al inicio de la implantación, aumentando, en algunos casos, el número de las mismas al final de la implantación.

V. i. 2. DURANTE EL PERÍODO DE CRECIMIENTO

Finalizada la etapa de implantación, se realizó el recuento de plantas al inicio y al final del período de crecimiento. Los mismos fueron dos, el primero en el mes de octubre 2007 y el segundo en el mes de mayo 2008 respectivamente.

Se tomó una muestra de cada uno de los tratamientos, donde se recolectaban las plantas para luego ser contabilizadas en el laboratorio. Se consideran muestras destructivas porque se sacan plantas de la parcela para ser llevadas al laboratorio.

Cuadro 7: Número de plantas por m² para los diferentes tratamientos de fertilización.

<i>PLANTAS POR METRO CUADRADO</i>						
Fecha	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6
18/10/2007	260	222	253	252	226	253
08/05/2008	206	170	193	176	197	250

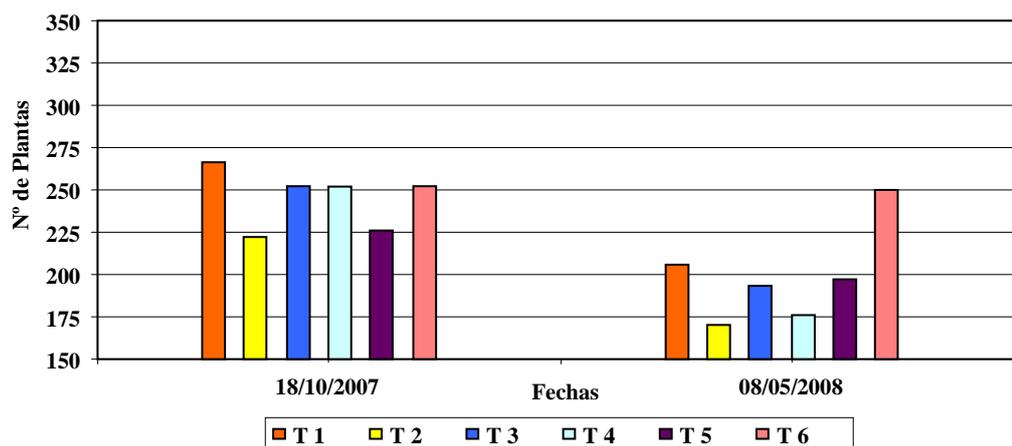


Figura 5: Número de plantas por m² para los diferentes tratamientos de fertilización.

Eficiencia de implantación:

Según los resultados anteriormente analizados de los análisis de semillas debería haber 263 plántulas/m².

Cuadro 8: Eficiencia de Implantación durante el período de crecimiento (Plantas m⁻²) para los diferentes tratamientos de fertilización.

Fechas Tratamientos	Octubre 2007		Mayo 2008	
	Nº de plantas/m ²	Eficiencia de implantación	Nº de plantas/m ²	Plantas logradas
T 1	260	98,8%	206	78,3%
T 2	222	84,4%	170	64,6%
T 3	253	96,2%	193	73,4%
T 4	252	95,8%	176	66,9%
T 5	226	85,9%	197	74,9%
T 6	253	96,2%	250	95,0%

No se encontró diferencia estadísticamente representativa entre los tratamientos, pero sí entre las fechas. Consideramos que la disminución de plantas al final del período de crecimiento se debe a la pérdida que se produce por la competencia natural que las mismas ejercen para la obtención de recursos naturales y espacio para el desarrollo.

Cuadro 9: Número de plantas por m² para los diferentes tratamientos de fertilización.

Octubre 2007		Mayo 2008	
Tratamientos	Nº de Plantas/ m ²	Tratamientos	Nº de plantas/ m ²
T 1	260 a	T 1	206 a
T 2	222 a	T 2	170 a
T 3	253 a	T 3	193 a
T 4	252 a	T 4	176 a
T 5	226 a	T 5	197 a
T 6	253 a	T 6	250 a

En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad, diferencia mínima significativa. Trat. Nº1: testigo sin fertilización. Trat. Nº2: 17 Kg. se S. Trat. Nº3: 12 Kg. de P. Trat. Nº4: 12 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. Nº5: 24 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. Nº6: 24 Kg. de P. Los Kg. de P y S son como elementos.

V. ii. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA POR CORTE Y EN LA ESTACIÓN DE CRECIMIENTO.

V. ii. 1. MATERIA SECA POR CORTE.

Durante los meses de crecimiento del cultivo, que van de octubre a mayo, se realizaron tomas de muestras de forraje producido a campo. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Cuadro 10: Producción de materia seca (kg. ha⁻¹) de alfalfa por corte para los diferentes tratamientos de fertilización.

Tratamientos	Promedio Kg MS ha ⁻¹				
	Muestreo 18/10/07	Muestreo 27/11/07	Muestreo 03/01/08	Muestreo 05/02/08	Muestreo 08/05/08
T 1	2.913,3 a	2.658,7 a	2.444,6 a	4.327,6 a	1.943,0 a
T 2	2.910,3 a	2.714,0 a	2.727,3 a	4.919,6 a	2.143,7 a
T 3	2.511,1 a	2.820,5 a	2.739,3 a	5.042,1 a	2.270,9 a
T 4	2.451,5 a	2.678,1 a	2.530,9 a	4.984,9 a	2.083,8 a
T 5	2.651,8 a	2.493,2 a	2.796,9 a	4.777,9 a	2.281,9 a
T 6	2.614,2 a	2.514,4 a	2.784,9 a	4.708,2 a	1.921,7 a

En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad, diferencia mínima significativa. Trat. Nº1: testigo sin fertilización. Trat. Nº2: 17 Kg. se S. Trat. Nº3: 12 Kg. de P. Trat. Nº4: 12 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. Nº5: 24 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. Nº6: 24 Kg. de P. Los Kg. de P y S son como elementos.

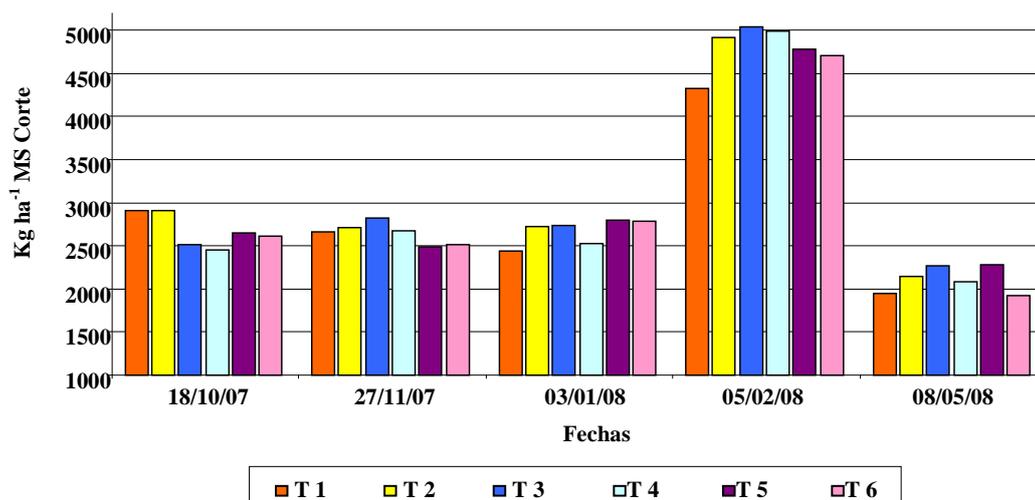


Figura 6: Producción de materia seca por corte y tratamiento en cada una de las fechas de muestreo.

El muestreo que registró mayor cantidad de MS/ ha coincide con el período entre cortes donde mayor precipitación ocurrió (ver Tabla 1). Esto nos da la pauta de que el rendimiento del cultivo estuvo muy condicionado y fue respuesta de las condiciones climáticas, en especial de las precipitaciones, y no de la fertilización, ya que entre los tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas, pero si hay diferencias entre las fechas de muestreo que es coincidente a las precipitaciones.

Antecedentes en el centro-este de Santa Fe, en suelos con 19 ppm de P, revelaron que en condiciones similares de estudio pero con agregado de cantidades mayores de fertilizantes, suministrados en el primer corte del 2º año de producción, la significancia al agregado de las dosis de P y de S (P40 y S24) fue disminuyendo a partir de mediados del mismo año, demostrando que las dosis eran muy bajas para abastecer las altas necesidades de esos nutrientes en la alfalfa. Solamente las dosis de P80 y S48 y su combinación, siguieron diferenciándose del tratamiento Testigo (Fontanetto y Bianchini, 2007).

En relación a lo anterior, Quiñonez y colaboradores (2008), demuestran en similares condiciones en la localidad de Esperanza (Santa Fe), que con fertilizaciones de 40P y 25S, obtuvieron pequeñas diferencias significativas durante el primer año, pero durante el segundo año, el S no fue lo necesario para sostener la producción, arrojando rindes similares al testigo sin fertilizar. Berardo y Marino (2000) en la localidad de Balcarce, realizaron un ensayo sobre un suelo con 10,3 ppm de P (Bray I), obteniendo en este caso diferencia significativa durante primer año de producción con fertilizaciones de P = 25, pero luego, recomienda la refertilización para los próximos años de producción, dado que no se encontraban diferencias estadísticamente representativas con el testigo.

Por lo tanto, consideramos que los niveles de fertilizantes utilizados en el ensayo fueron insuficientes para generar respuesta a la técnica de fertilización. Sólo se observaron

diferencias significativas entre las fechas de muestreo, lo que se relaciona con las condiciones climáticas y no de fertilización.

V. ii. 2. MATERIA SECA ACUMULADA

La acumulación total de MS ha⁻¹ de los diferentes tratamientos durante el período de crecimiento de la alfalfa se expresa en el siguiente cuadro:

Cuadro 11: Producción total acumulada de MS ha⁻¹ para los diferentes tratamientos de fertilización.

Tratamientos	Kg. MS/ ha. Total
T 1	14.287,24 a
T 2	15.415,08 a
T 3	15.383,91 a
T 4	14.729,24 a
T 5	15.001,79 a
T 6	14.543,50 a

En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad, diferencia mínima significativa. Trat. N°1: testigo sin fertilización. Trat. N°2: 17 Kg. se S. Trat. N°3: 12 Kg. de P. Trat. N°4: 12 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. N°5: 24 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. N°6: 24 Kg. de P. Los Kg. de P y S son como elementos.

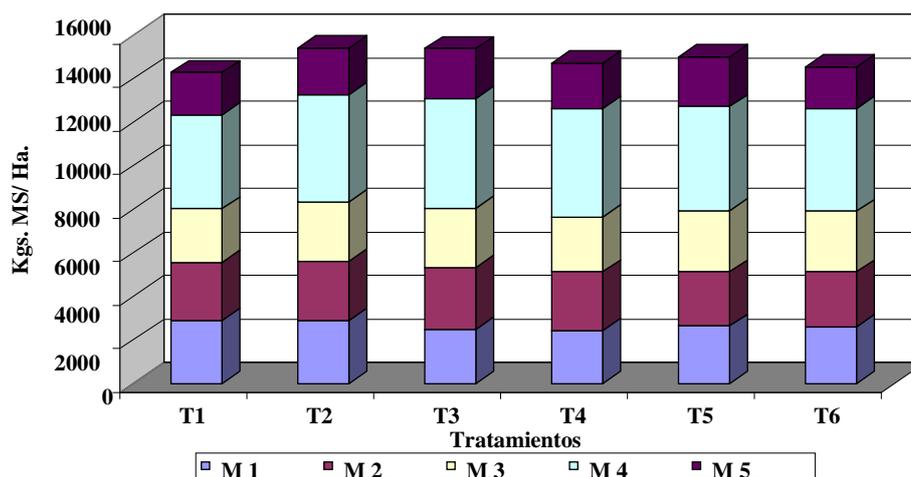


Figura 7: Producción de materia seca acumulada por tratamiento (Kg ha.⁻¹).

Nuevamente se observa que entre los tratamientos no hay diferencia estadísticamente representativa (figura 8), pero si hay diferencia entre las fechas de muestreo, como se explica en la figura 7.

V. iii. TALLOS POR UNIDAD DE SUPERFICIE, POR PLANTA Y PESO DE LOS MISMOS

Al inicio y al final del período de crecimiento, coincidente con el primer y último corte, se realizaron muestreos a campo sacando plantas enteras para analizarlas en el laboratorio. De las mismas se analizó:

V. iii. 1. TALLOS POR UNIDAD DE SUPERFICIE

Consiste en contabilizar los tallos que se encuentran en un m² de parcela, independientemente de la cantidad de plantas que se encuentren en la misma superficie. Los resultados estadísticos se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro 12: Número de tallos de alfalfa por m² para los diferentes tratamientos de fertilización.

Octubre 2007		Mayo 2008	
Tratamientos	Nº de tallos/ m ²	Tratamientos	Nº de tallos/ m ²
T 1	654,0 a	T 1	765,7 a
T 2	506,7 a	T 2	765,7 a
T 3	615,9 a	T 3	858,4 a
T 4	488,9 a	T 4	788,6 a
T 5	504,1 a	T 5	977,8 a
T 6	609,5 a	T 6	850,8 a

En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad, diferencia mínima significativa. Trat. Nº1: testigo sin fertilización. Trat. Nº2: 17 Kg. de S. Trat. Nº3: 12 Kg. de P. Trat. Nº4: 12 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. Nº5: 24 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. Nº6: 24 Kg. de P. Los Kg. de P y S son como elementos.

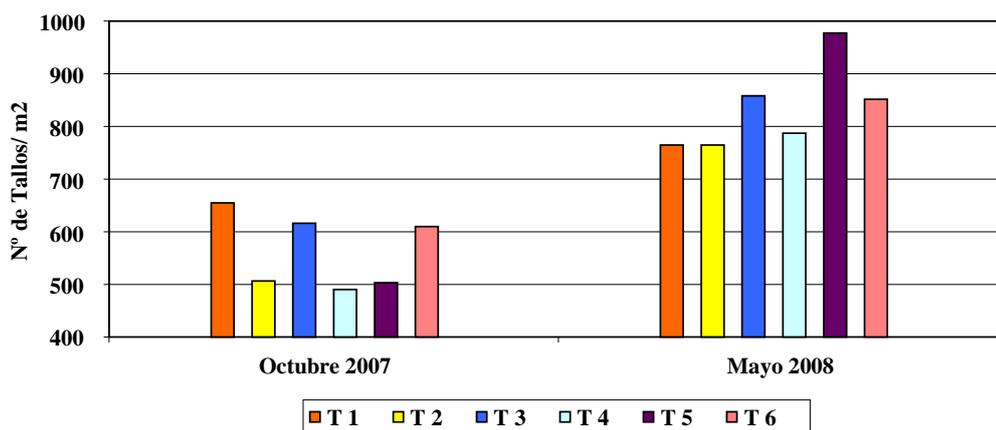


Figura 8: Número de tallos por unidad de superficie para los diferentes tratamientos de fertilización.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cada una de las fechas en las que se realizó el muestreo.

V. iii. 2. TALLOS POR PLANTA

Consiste en contabilizar los tallos por planta. Es independiente de la superficie de muestreo, hace relación al promedio de tallos que hay en las plantas.

Cuadro 13: Número promedio de tallos por plantas para los diferentes tratamientos de fertilización.

Octubre 2007		Mayo 2008	
Tratamientos	Nº de tallos/ Planta	Tratamientos	Nº de tallos/ Planta
T 1	1,9 a	T 1	3,8 a
T 2	2,3 a	T 2	4,6 a
T 3	2,3 a	T 3	4,6 a
T 4	2,0 a	T 4	4,7 a
T 5	2,2 a	T 5	5,3 a
T 6	2,4 a	T 6	3,4 a

En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad, diferencia mínima significativa. Trat. N°1: testigo sin fertilización. Trat. N°2: 17 Kg. se S. Trat. N°3: 12 Kg. de P. Trat. N°4: 12 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. N°5: 24 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. N°6: 24 Kg. de P. Los Kg. de P y S son como elementos.

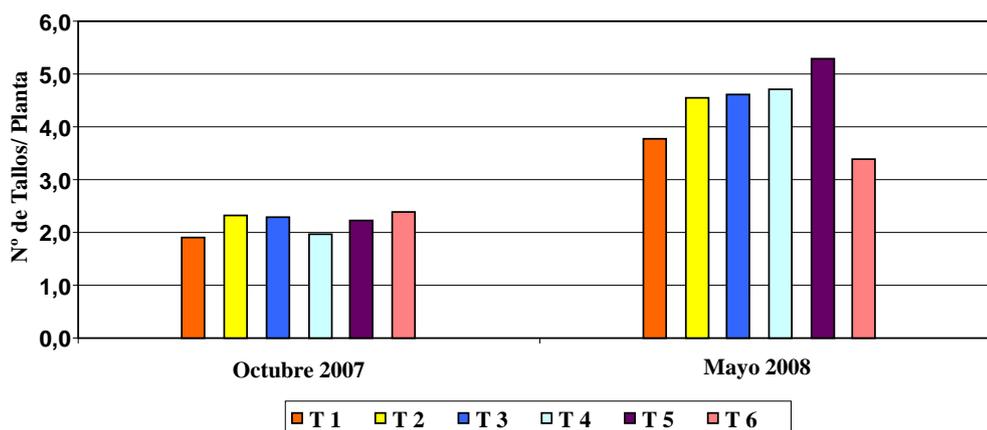


Figura 9: Números promedio de tallos por planta para los diferentes tratamientos de fertilización.

Nuevamente no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cada una de las fechas.

V. iii. 3. PESO DE LOS TALLOS POR SUPERFICIE.

Cuadro 14: Peso (grs.) de los tallos para los diferentes tratamientos de fertilización.

Octubre 2007		Mayo 2008	
Tratamientos	Grs / m ²	Tratamientos	Grs / m ²
T 1	81,9 b	T 1	91,3 a
T 2	52,3 a b	T 2	118,3 a
T 3	55,6 a b	T 3	142,7 a
T 4	45,7 a b	T 4	85,3 a
T 5	35,8 a	T 5	127,2 a
T 6	31,6 a	T 6	100,4 a

En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad, diferencia mínima significativa. Trat. N°1: testigo sin fertilización. Trat. N°2: 17 Kg. se S. Trat. N°3: 12 Kg. de P. Trat. N°4: 12 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. N°5: 24 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. N°6: 24 Kg. de P. Los Kg. de P y S son de elemento.

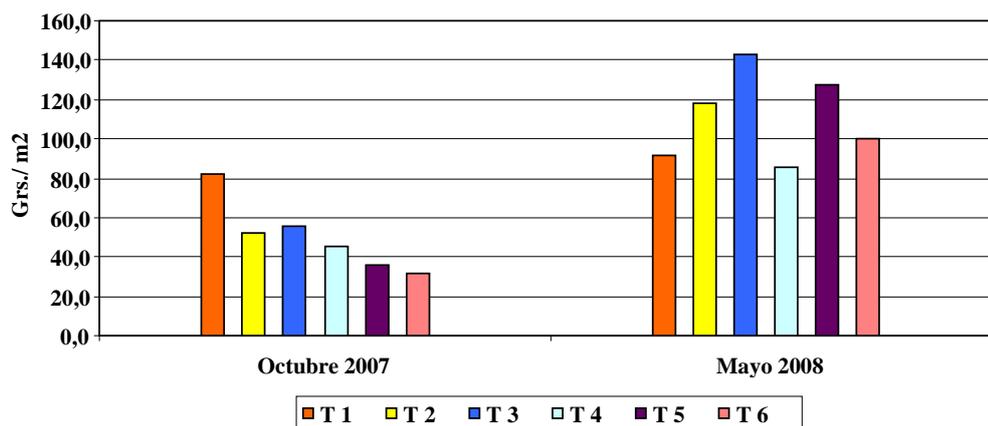


Figura 10: Peso (grs.) de los tallos por unidad de superficie para los diferentes tratamientos de fertilización.

Al comienzo del período de crecimiento se registró diferencia estadística entre los tratamientos, pero fueron aquellos con menor dosis de fertilización y/o sin fertilización (testigo). Al final de dicho período no hubo diferencia estadísticamente significativa. Por tal motivo no consideramos tal dato de relevancia.

Con respecto al apartado anterior que considera la relación de los tallos con respecto a la fertilización (N°/superficie, N°/planta y peso de los mismos), Quintero y Boschetti (2005), consideraron que la densidad de los tallos al tercer año, no fue afectada por la dosis ni por el método de aplicación (Fertilización a la siembra versus fertilización al voleo). Se observó una tendencia hacia un mayor número de tallos por planta por la adición de fertilizante, independientemente de la forma de aplicación. Sin embargo, fue muy significativo el efecto de la dosis aplicada sobre el peso de los tallos. Si tomamos en cuenta que la dosis mínima en dicho trabajo fue de 150 kg. de súper fosfato triple, podemos considerar que la falta de respuesta puede deberse a una baja utilización de fertilizante, ya que ni la dosis más alta alcanza a la mínima expresada anteriormente.

V. iiiii. PESO PROMEDIO DE LAS CORONAS

Durante el inicio y final del período de crecimiento del cultivo, que fue coincidente con el primer y último corte, se seleccionaron las coronas de las plantas de los diferentes tratamientos, existentes en un m², y se pesaron. Tal resultado es independiente del número de plantas que se encuentran en dicha superficie. Los resultados de los análisis se expresan en el siguiente cuadro:

Cuadro 15: Peso (grs) de las coronas para los diferentes tratamientos de fertilización.

Octubre 2007		Mayo 2008	
Tratamientos	Grs. / m ²	Tratamientos	Grs. / m ²
T 1	127,9 b	T 1	285,5 a
T 2	81,6 ab	T 2	342,9 a
T 3	128,4 b	T 3	318,8 a
T 4	71,0 a	T 4	289,5 a
T 5	70,6 a	T 5	397,1 a
T 6	90,8 ab	T 6	330,6 a

En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad, diferencia mínima significativa. Trat. N°1: testigo sin fertilización. Trat. N°2: 17 Kg. se S. Trat. N°3: 12 Kg. de P. Trat. N°4: 12 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. N°5: 24 Kg. de P y 17 Kg. de S. Trat. N°6: 24 Kg. de P. Los Kg. de P y S son como elementos.

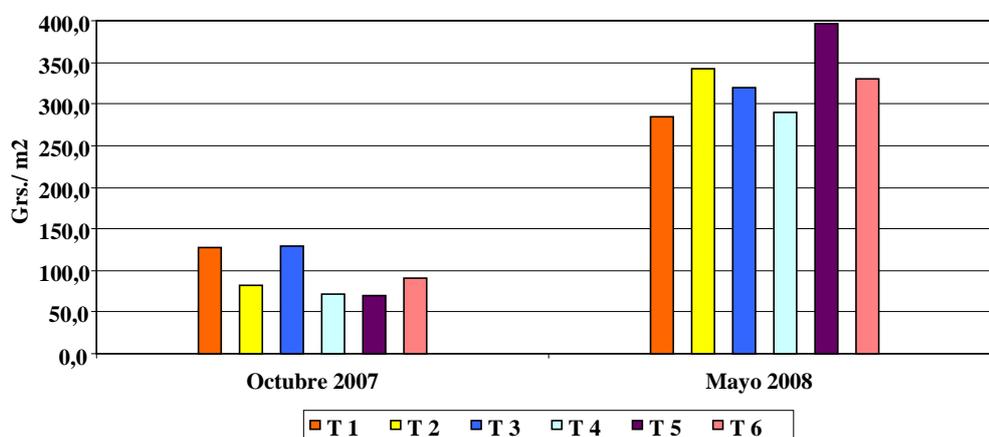


Figura 11: Peso (grs) de las coronas por unidad de superficie para los diferentes tratamientos de fertilización.

Similar al peso de los tallos, al comienzo del período de crecimiento se registró diferencia estadística entre los tratamientos, pero fueron aquellos con menor dosis de fertilización y/o sin fertilización (testigo). Al final de dicho período no hubo diferencia estadísticamente significativa. Por tal motivo no consideramos tal dato de relevancia.

Tomando nuevamente las consideraciones realizadas por Quintero y Boschetti (2005), ellos observaron una tendencia de coronas más pesadas por la adición de fertilizante, independientemente de la forma de aplicación del mismo. Por lo tanto, nuevamente podríamos explicar que la falta de respuesta en nuestro ensayo se debe a la baja dosis de fertilizante empleado.

VI. CONCLUSIONES

Ante la ausencia de respuesta a la fertilización, no se pudo establecer para las condiciones de este estudio, si la fertilización fosfatada y azufrada en alfalfa durante la siembra podría resultar en una mejor implantación y una mayor producción de forraje. No obstante, se ha podido comprobar que en suelos con 13,5 ppm de P no se obtienen respuestas estadísticamente significativas ante fertilizaciones similares a las establecidas por este ensayo, como lo demostraron otros autores con anterioridad. Por otro lado, los niveles de fertilización utilizados en el ensayo no fueron los suficientes como para incrementar la producción de forraje. Autores indican que con niveles mayores de fertilizantes, que los utilizados en dicho ensayo, solamente obtienen diferencias durante el primer año de producción, por lo tanto los niveles de requerimientos por parte del cultivo son mayores a los planteados.

Dadas las condiciones climáticas en las que fue desarrollado el ensayo, podemos observar como en ciertos momentos del ciclo productivo hubo mayor acumulación de precipitaciones que en otros. Tal consecuencia tuvo relación directa con la producción de forraje, arrojando mayores resultados en los períodos de mayores precipitaciones. Esto nos da la pauta de que el rendimiento del cultivo estuvo muy condicionado y/o fue respuesta de las condiciones climáticas y no de la fertilización, ya que entre los tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas, pero sí diferencias entre las fechas de muestreo que es coincidente a las precipitaciones.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- BALDOK, J. O.; HIGGS, R. L.; PAULSON, W. H.; JAKOBS, J. A. y SCHIRADER, W. D. 1981. **Legume and mineral N effects on crop yields in several crop sequences in the upper Mississippi valley**. Agronomy Journal 73: 885-90.
- BASIGALUP, D.H. 1996. **La alfalfa hacia el año 2010. "V Jornadas Nacionales: La alfalfa en el negocio de la alimentación animal"**. EEA INTA Manfredi-AER INTA Villa María, Septiembre, 1996.
- BERARDO, A. 1974. **Evaluación de la respuesta a la fertilización en pasturas**. Actas II Reunión Nacional de Fertilidad y Fertilizantes. Buenos Aires, 238-254.
- BERARDO, A. 1998. **Fertilización de pasturas**. En 5º seminario de actualización técnica CPIASRA. Buenos Aires.
- BERARDO, A. y M. A. MARINO. 2000. **Producción de forraje de alfalfa bajo diferentes niveles de nutrición fosfatada en el sudeste bonaerense**. Unidad integrada: Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP - INTA EEA, Balcarce. Revista Arg. de Producción Animal, 20 (2): 93 - 101.
- BIANCHINI, A. 2006. **Nutrición de verdeos y pasturas**. En: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/34-nutricion.pdf . Consultado 24 - 06 - 2011.
- BOERGER, A. 1943. Alfalfa. En: Hijano, E. y A. Navarro (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Subprograma alfalfa INTA 1995. Ediciones Editar, San Juan. Cap. N° 1: 12-18.
- BOSCHETTI, N. G.; C. E. QUINTERO; J. E. MAYER; M. R. BARRERA y R. A. BENAVIDES. 1998. **Evaluación del estado nutricional de pasturas de alfalfa utilizando el análisis de tejido vegetal**. Revista Científica Agropecuaria, FCA, UNR. 2:13-20.
- CANTERO, A., E. BRICHI, V. BECERRA, J. M. CISNEROS, y H. GIL. 1986. **Zonificación y descripción de las tierras del Dpto. Río Cuarto (Córdoba)**. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.
- CARTA H.; L. VENTIMIGLIA y S. RILLO. 2001. **Evaluación de la fertilización con fósforo y azufre en alfalfa**. En: Fertilización de cultivos de grano y pasturas: diagnóstico y recomendaciones en la Región Pampeana – Coordinado por ÁLVAREZ, R. – 2º ed. – Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires. 2007. Cap. 12: 194-207 pp.
- CÁSTINO E. G. 2007. **Estimación y modalidades de uso de fertilizantes en el mercado de pasturas**. En: Influencia de la fertilización con nitrógeno y azufre sobre la producción de forraje de Raigrás anual. Informaciones Agronómicas del Cono Sur. Marzo 2009 Vol. 41: 22-24.

- CHIPPINDALE, H. G. 1949. **Environment and germination in grass seeds**. J. Br. Grassi. Soc. 17: 306-314 pp. En: Hijano, E. y A. Navarro (Ed.). La alfalfa en la Argentina. Subprograma alfalfa INTA 1995. Ediciones Editar, San Juan. Cap. N° 2: 24-25.
- CULOT, J. 1986. Nutrición **mineral y fertilización en el ambiente de la región pampeana**. Investigación, Tecnología y Producción de Alfalfa. Colección Científica del INTA. Buenos Aires, 81-117.
- FONTANETTO H. y A. A. BIANCHINI. 2007. **Fertilización fosfatada y azufrada de alfalfa a la siembra y al año de implantación en el centro-este de Santa Fe**. En: Instituto de la Potasa y el Fósforo. INPOFOS. Georgia. US. Vol. 36: 22-25.
- GARCÍA, F. O.; MICUCCI, F.; RUBIO, G.; RUFFO, M. y I. DAVEREDE. 2002. **Fertilización de forrajeras en la región pampeana**. Citado en: Influencia de la fertilización con nitrógeno y azufre sobre la producción de forraje de raigrás anual. Informaciones Agronómicas del Cono Sur. Marzo 2009. Vol. 41:22-24.
- GONZALEZ, A. 2010. **Alfalfa Mecha “Reina de las forrajeras”**. Revista campo. Julio/Agosto 2010. Vol. N°: 71: 48-49.
- INFOSTAT. 2009. InfoStat versión 2009. DI RIENZO J. A.; F. CASANOVES; M. G. BALZARINI; L. GONZALEZ; M. TABLADA y C. W. ROBLEDO. **Grupo InfoStat, FCA**, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- LANYON, L. E. and W. K. GRIFFITH. 1988. **Nutrition and Fertilizer Use**. In. Alfalfa and Alfalfa Improvement. ASA-CSSA-SSA, Madison, Wisconsin. Agronomy Monograph 29: 333-372.
- MICHAUD, R.; W. F. LEHMAN y M. D. RUMBAUGH. 1988. **World distribution and historical development**. En: Hijano, E. y A. Navarro (Ed.). La alfalfa en la Argentina. Subprograma alfalfa INTA 1995. Ediciones Editar, San Juan. Cap. N° 1: 12-18.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. PRESIDENCIA DE LA NACIÓN. En: http://www.minagri.gob.ar/site/agricultura/agua_y_suelos/03-suelos/index.php. Consultado: 20 - 09 - 2011.
- QUINTERO, C.; N. G. BOSCHETTI y R. A. BENAVIDEZ. 1995. **Fertilización fosfatada de pastura en implantación en suelos de Entre Ríos**. En: http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_13n2/Quintero.pdf . Consultado: 09 - 08 - 2011.
- QUINTERO, C. y G. BOSCHETTI. 2004. **Fósforo en pasturas. Sistemas ganaderos en siembra directa**. 1º Simposio Nacional. Hacia una ganadería competitiva. AAPRESID. 11-12 de mayo de 2004. Rosario, Santa Fe - Argentina. 115-119.
- QUINTERO C. E. y N. G. BOSCHETTI. 2005. **Manejo del fósforo en pasturas**. Proyecto Fertilizar, E.E.A. INTA Pergamino. Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER. En:http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/09-manejo_del_fosforo_en_pasturas.pdf. Consultado: 10 - 03 - 2013.

- QUIÑONEZ, A.; L. ROMERO; L. A. FONTANA DALLA; M. LONGONI y S. COLOMBO. 2008. **Fertilización fosforada y azufrada en alfalfa**. Revista FAVE – Ciencias Agrarias. En: http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8180/publicaciones/bitstream/1/1521/1/fave_agr_v_7_n1_2_p75_80.pdf. Consultado: 19 - 08 - 2012.
- RUBIO, G. y C. R. ÁLVAREZ. 2010. **Fertilidad de suelos: caracterización y manejo en la Región Pampeana**. 1º edición - Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires 2010. Sec. 4:311 pp.
- RUBIO, G.; F. GARCIA y F. MICUCCI. 2007. **Fertilización de cultivos de grano y pasturas: diagnóstico y recomendaciones en la Región Pampeana** – Coordinado por ÁLVAREZ, R. – 2º ed. – Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires. 2007. Cap. 12: 194-207 pp.
- SEILER, R.; R. A. FABRICIUS; V. H. ROTONDO y M. G. VINOCUR. 1995. **Agroclimatología de Río Cuarto** – 1974/1993. Cátedra de Agrometeorología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Río Cuarto. 1995. Vol. 1: 59-68 pp.
- TOME, G. A. 1947. **La alfalfa en la Argentina**. Anuales de Sociedad Rural Argentina. En: Hijano, E. y A. Navarro (Ed.). La alfalfa en la Argentina. Subprograma alfalfa INTA 1995. Ediciones Editar, San Juan. Cap. N° 1: 12-18.
- TOWNSED, C. F. and W. J. MC GUINNIES. 1972. **Establishment of nine legumes in the Central Great Plains**. Agron. Journal 64: 599-602 pp. En: Hijano, E. y A. Navarro (Ed.). La alfalfa en la Argentina. Subprograma alfalfa INTA 1995. Ediciones Editar, San Juan. Cap. N° 2: 24-25.
- TOWNSED, C. F. and W. J. MC GUINNIES. 1972. **Temperature requirements for seed germination of several forage legumes** Agron. Journal 64: 809-812 pp. En: Hijano, E. y A. Navarro (Ed.). La alfalfa en la Argentina. Subprograma alfalfa INTA 1995. Ediciones Editar, San Juan. Cap. N° 2: 24-25.
- VERNET, E. 2005. **Manual de consulta para implantación de pasturas**. 1º edición – Buenos Aires - 2005. Manual 4: 25-31 pp.
- VIVAS, H. S. 1996. **Fertilización de alfalfa en tres suelos representativos de la región central de Santa Fe**. Información Técnica N° 193. INTA EEA Rafaela. pp3.
- VIVAS, H. S. 2004. **Fertilización con fósforo y azufre para la producción de Alfalfa en el centro de Santa Fe**. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná. 22 al 25 de junio de 2004. En: Fertilización de cultivos de grano y pasturas: diagnóstico y recomendaciones en la Región Pampeana – Coordinado por ÁLVAREZ, R. – 2º ed. – Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires. 2007. Cap. 12: 194-207 pp.
- VIVAS, H. S.; C. E. QUINTERO; G. N. BOSCHETTI; H. FONTANETTO; R. ALBRECHT y M. R. BEFANI. 2004. **Fertilización con fósforo y azufre: fraccionamiento**

de P del suelo y rendimiento de soja y maíz. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná., Entre Ríos, del 22 al 25 de junio de 2004.