



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
Facultad de Ciencias Agrarias



Trabajo Final de Graduación
Modalidad PASANTÍA

“Valoración productiva del efecto de aplicar diferentes fertilizantes foliares en un cultivo de alfalfa”

Alumno: PASCUALE, Guillermo Alberto

Asesor: Ing. Zootec. (M.Sc) CAVALIERI, Jessika Mariel

Lugar de Trabajo: E.E.A INTA Las Breñas Ruta 89 Km 227 - Las Breñas, Chaco, Argentina

Año 2023

ÍNDICE

Introducción	3
Cultivo de alfalfa	4
Requerimientos edáficos y nutricionales de la alfalfa	5
Objetivo.....	8
Objetivos específicos	8
Materiales y métodos	8
Sitio experimental	8
Caracterización del sitio	8
Diseño del experimento	10
Mediciones	12
Resultados	14
Determinación de producción de biomasa	14
Plantas por metro cuadrado, relación hoja tallo, cobertura, y número de hojas	15
Discusión y conclusión	19
Referencias bibliográficas	20

INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) (Figura 1) es el cultivo que permite el desarrollo de los sistemas productivos de carne y leche de la Región Pampeana, como también es la forrajera más importante para el país (Basigalup, et al. 2007). Su difusión se apoya en los altos rendimientos de materia seca por hectárea (MS/ha), su excelente calidad como forrajera y su gran adaptabilidad a diversas condiciones ambientales (suelo, clima y manejo). Por otro lado, su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico mediante simbiosis con la alfalfa a través *Sinorhizobium meliloti* la convierte en un componente importante de la sostenibilidad de los sistemas de producción (Lüscher, et al. 2014).

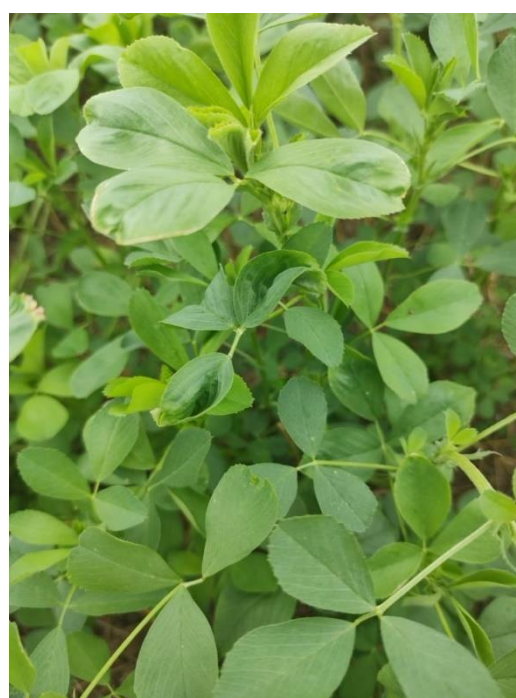


Figura 1. Alfalfa (*Medicago sativa* L.).

Fuente: Imágenes cortesía Ing. Agr. Guillermo Pascuale, lote 16 EEA Las Breñas.

La bibliografía expresa que existen en Argentina entre 3,4 a 3,8 millones de hectáreas a nivel nacional con este cultivo (Consejo Federal de Inversiones, 2021; INTA, 2023) y el país ocupa un puesto importante en el mercado mundial. Tres provincias concentran la mayor cantidad de área productiva, siendo Córdoba, Santiago del Estero, San Luis y La Pampa con 1,025 millones de hectáreas. El 80% de la superficie sembrada es en secano y el 20% se destina a la producción de heno y semilla bajo riego en el NOA, NEA, Cuyo y Patagonia (Basigalup, 2007).

La producción de heno es una actividad que va creciendo en importancia tanto para el mercado interno como para la exportación. En el año 2017, el mercado de heno rondó los 8,48 millones de toneladas por un valor total superior a los 2.300 millones de dólares. Los principales importadores mundiales son Japón, China, Corea, Arabia Saudita y Emiratos

Árabes Unidos. Mientras que los principales exportadores son Estados Unidos, España y Australia. Argentina, se encuentra en el 10° lugar como oferente, siendo nuestros principales destinos países de América Latina (INTA, 2018). Respecto del mercado local chaqueño, se destaca el grupo alfarero Alfagrup quienes en el año 2020 exportaron más de 18.000 kilogramos de alfalfa a Bolivia. El primer lote de 1.000 fardos de 18 a 20 kilogramos de alfalfa fue enviado desde Las Breñas al suroeste de Santa Cruz de la Sierra. Los cuales destinan este producto a la venta a varias cooperativas lácteas de la región (Cámara Argentina de alfalfa, 2020).

Esto indica el potencial de la región y en ese sentido un informe del Ministerio de la Producción de Chaco (2018), menciona que para el año 2018, existía alrededor de 28.000 hectáreas implantadas con alfalfa en la provincia, siendo el sudoeste uno de los polos más importante para el avance del cultivo.

La EEA [Estación Experimental Agropecuaria] INTA [Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria] Las Breñas ubicada al Sudoeste de la provincia de Chaco, conocido como domo central, tiene un área de influencia de 900 mil ha. Los cinco departamentos que la conforman son General Belgrano, 9 de Julio, Chacabuco, 12 de Octubre y 2 de Abril, los cuales tienen las condiciones productivas para el desarrollo de esta especie, practica que se lleva adelante desde mucho tiempo. Se estiman unas 3000 has en producción en esta región (Ministerio de la Producción de Chaco, 2018). Esto motiva a la necesidad de abordar estudios sobre los efectos de la aplicación de fertilizantes foliares en la producción y calidad del cultivo para potenciar los rendimientos. Sumado a esto, en el territorio existen pocos antecedentes sobre la temática, siendo una demanda constante de productores locales, con lo cual el aporte que se realice desde la investigación será significativo.

Martearena, en un informe de INTA (2018), menciona que muchas zonas de Argentina, como el domo central chaqueño cuentan con condiciones ambientales muy favorables que permiten altos rendimientos y producción de piensos de alta calidad. Esto significa que hay un amplio margen para aumentar la superficie dedicada al cultivo. También tiene décadas de experiencia creciente e importantes programas para mejorar y desarrollar variedades y sistemas de manejo para aprender rápidamente nuevas tecnologías.

Cultivo de alfalfa

En cuanto a las características botánicas, la alfalfa es una planta herbácea de origen asiático, posee tallos delgados y erectos, pudiendo llegar a una altura de entre 10-80 cm (Figura 2). Sus hojas son trifoliadas, aunque las primeras hojas verdaderas son unifoliadas. El margen de estas es liso, y en su parte superior son ligeramente dentadas (Figura 3). Presenta una raíz profunda y robusta, que puede llegar a crecer de 2 a 5 metros de profundidad, razón por la cual, es una especie que puede sobrellevar prolongados periodos de sequía. Por otro lado, al ser una leguminosa, tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de la simbiosis con *Sinorhizobium meliloti* razón por la cual la convierten también en un importante elemento de la sustentabilidad de los sistemas productivos (Rodríguez y Spada, 2007, Cancio, 2016, Flores Delgado, 2015).



Figura 2: Altura de planta de alfalfa

Fuente: Ing. Agr. Pascuale Guillermo, EEA INTA Las Breñas.



Figura 3: Margen de las hojas de alfalfa

Fuente: Ing. Agr. Pascuale Guillermo, EEA INTA Las Breñas

Requerimientos edáficos y nutricionales de la alfalfa

Esta especie forrajera necesita para establecerse suelos que sean profundos y permeables, ya que una de las principales limitantes de la alfalfa es el exceso de agua, no resiste el encharcamiento, pero si tolera la salinidad. Otro punto es el pH del suelo (valor óptimo de 7,5), que va a condicionar la salud de la alfalfa y el rendimiento. Dicho factor tiene un impacto sobre la dinámica de los nutrientes y al determinar la viabilidad de la nodulación, ya que las bacterias que participan en la nodulación no sobreviven a niveles bajos de pH. Esto provoca que la planta no pueda fijar nitrógeno y deba extraer directamente desde el suelo (Díaz-Zorita, y Gambaudo, 2007).

La demanda nutricional de la alfalfa está constituida principalmente por fósforo, azufre, calcio y nitrógeno, siendo este último nutriente captado desde la atmósfera por fijación simbiótica. Una adecuada nutrición nitrogenada de la planta contribuye a la expansión del área foliar, a una mayor eficiencia en el uso de la radiación y a una mejor calidad del forraje (Díaz y Gambaudo, 2007). Los carbohidratos acumulados en la raíz y en menor medida en la corona, aportan la energía necesaria para que la planta rebrote, por lo que el manejo debe orientarse a reponer nutrientes en estos órganos para sostener un alto nivel productivo. En períodos de alto requerimiento de nutrientes, el cultivo puede no abastecerse oportunamente, resintiéndose su producción o su calidad (Martin et al. 2008a, 2008b).

El fósforo juega un papel fundamental para lograr un establecimiento exitoso y un buen desarrollo de las raíces logrando así mantener un stand de plantas adecuado. En situaciones de estrés (ej. sequía), o a medida que envejece la pastura, donde la absorción de los nutrientes se

ve afectada, el fósforo ayuda a que continúe el desarrollo radicular asegurando la supervivencia de la planta. El azufre contiene un rol muy importante en la síntesis de las proteínas y es un contribuyente dominante para la producción, ya que al integrar en la composición de varias proteínas participa en procesos que están asociados a la eficiencia de uso de la radiación y así cooperar en la calidad del forraje. El potasio es esencial para aumentar la tolerancia al frío y para brindar una mayor resistencia a ciertas enfermedades y el boro es fundamental para el transporte de azúcares y a el movimiento del calcio dentro de la planta, como así también en la formación de nuevas hojas y en el desarrollo de yemas. La carencia de dicho elemento puede ser una limitante en el rendimiento potencial de la alfalfa. En tanto, el calcio es esencial para la fijación del nitrógeno y para promover el desarrollo radicular. El magnesio, por su parte, está ligado con la eficiencia en la fotosíntesis, ya que está relacionado con el metabolismo de los carbohidratos, que también incide en la productividad final de la pastura en cuestión. (IPNI, 2002; Rotondaro sf.a y b.)

En cualquier establecimiento que se desee intensificar la productividad de una pastura, en este caso el cultivo de alfalfa, una de las estrategias es la adición estratégica de nutrientes a través de la fertilización. En un manejo de tipo intensivo, donde el aprovechamiento del forraje es máximo y no existen prácticamente retornos al suelo en forma de residuos, resulta indispensable la incorporación de nutrientes tales como nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) y boro (B) (Sardiña y Barraco, 2011).

Ensayos a campo han demostrado la respuesta positiva de fertilizantes foliares sobre el rendimiento del cultivo, tal es el caso de Quiñonez et al. (2005) quienes probaron el efecto de cuatro (4) fertilizantes y el control (T1: Licofol Micro, T2: Licofol NPK, T3: Licofol N y T4: Licofol NPK más Licofol Micro) en parcelas mixtas con mayor proporción de alfalfa, en la Comuna de Grutly, Santa Fe. Fueron 4 aplicaciones posteriores al segundo, tercer y quinto pastoreo. Se detectó que todos los tratamientos mejoraron el rendimiento del forraje. Berone et al. (2006) realizaron ensayos en tres campos de productores de la localidad de Morteros, Córdoba en donde se utilizaron parcelas de alfalfa con aplicación de Licofol N y lotes testigo. En los tres establecimientos la fertilización favoreció la producción en un 23,5%; 25,5% y 38% más de producción respecto al lote testigo sin tratamiento, en cada campo. Los autores, además, observaron mayor macollaje, crecimiento y rebrote, volumen de hojas, calidad de pastura y un beneficio económico para la empresa.

En la EEA Manfredi del INTA, Olivo et al. (2022) compararon lotes de alfalfa con fertilizante MIST Prado versus lotes sin fertilizar. La aplicación se realizó después del segundo, cuarto y sexto corte. Los autores hallaron que la aplicación de MIST prado generó un incremento en promedio un 16% en la producción de biomasa y un 30% en los rebrotes posteriores a la aplicación del producto. Respecto de la proporción de hoja fue similar en todos los cortes posteriores a la aplicación, al igual que la calidad nutricional.

Por su parte, Martin et al. (2008 a) probaron el efecto del fertilizante foliar “Mycophos” sobre alfalfa teniendo en cuenta dos rebrotes, a 5 y 15 cm; comparando con lotes control sin aplicación. Las aplicaciones fueron en otoño, primavera y verano. Concluyeron que la producción fue superior en primavera y verano con rebrotes a 5 cm y en otoño el desempeño del fertilizante fue mejor para cortes a 15 cm de altura.

A través del uso de la fertilización foliar (Figura 4) la reposición de nutrientes y corrección de alguna deficiencia es más rápida, ya que permite aplicarlos en los momentos de mayor demanda de estos, siendo así, esta práctica puede tener un impacto importante en la productividad del forraje. Algunos productos favorecen la resistencia de la planta a enfermedades y situaciones de stress. A su vez, esta práctica es el mejor complemento de la fertilización edáfica cuando ésta es insuficiente, y además permite aportar los nutrientes de manera exacta, en el lugar de mayor necesidad (Agross Argentina, 2023, Trinidad Santos y Aguilar Manjarraz, 1999).



Figura 4: Fertilización Foliar en cultivo de alfalfa. Fuente: Imágenes cortesía Ing. Agr. Guillermo Pascuale, Lote TRIANGULO EEA Las Breñas.

Si se pretende aumentar la productividad de la especie forrajera, se debería considerar a la fertilización foliar como una práctica útil ya que se hace con el fin de potenciar la producción de biomasa aérea y la calidad del forraje, y así lograr forraje extra para obtener un beneficio económico por la práctica. Cuanto más conozcamos al recurso y la respuesta a la fertilización foliar mayor probabilidad tendremos de impactar en forma positiva en la producción de esta pastura (Martín y Spiller, 2007).

Pese a ser una práctica que se está aplicando en diferentes cultivos agrícolas, es escasa la información sobre su uso en pasturas y alfalfa.

OBJETIVO:

Cuantificar la respuesta productiva del cultivo de alfalfa frente a la práctica de aplicación de fertilizantes foliares.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Comparar la productividad del forraje (kg MS/ha) de lotes fertilizados versus sin fertilizar.

Medir la persistencia del cultivo mediante el uso de la app Canopeo y calidad de la alfalfa en las diferentes parcelas en evaluación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

El trabajo se realizó en la Estación Experimental INTA Las Breñas, ubicado en la localidad del mismo nombre, Departamento 9 de Julio, Provincia del Chaco (26°04'23.63" lat. S y 61°03'51.22" long. W) (Figura 5). El ensayo fue llevado adelante durante septiembre de 2022 a agosto de 2023. Se efectuaron 8 cortes de producción y aplicó en cuatro ocasiones los tratamientos propuestos.



Figura 5. Ubicación geográfica de la EEA INTA Las Breñas entre las líneas rojas.

Caracterización del sitio

Se seleccionaron dos lotes con diferentes fechas de siembra, Lote “Triangulo” y Lote 16 (Tabla 1). El cultivar de alfalfa utilizado es conocido en la región por Saladina, es un cultivar de grado 9 de reposo invernal muy valorado por su productividad, persistencia y adaptabilidad

a las condiciones locales. Se eligieron estas dos parcelas con situaciones contrastantes respecto del estado del cultivo. Por un lado, un área de producción regular y por otro un lote muy bueno.

Tabla 1: Detalle de los lotes utilizados en el trabajo.

Nº	Lote	Fecha de siembra	Superficie (ha)	Condición actual
1	Triangulo	Marzo 2019	15	Regular
2	16	Marzo 2021	23	Muy buena

El destino de la producción de estos lotes es la confección de fardos para venta a cargo de la Cooperadora de la unidad, como también el armado de rollos para ganadería. En la figura 6 se marcan los lotes con alfalfa donde se efectuarán los ensayos.



Figura 6. Ubicación geográfica en la Experimental de las parcelas en donde se ubicarán los ensayos. A la derecha Lote 16 y a la izquierda lote Triangulo.

La serie de suelo que predomina en estas parcelas es la serie Tizón, es un Haplustol Oxico que se encuentra en lomas tendidas poco evolucionadas, de relieve normal. Todo el perfil es de textura pesada. Moderadamente pobre en materia orgánica; alto contenido en fósforo; rico en calcio y magnesio, muy rico en potasio. Suelo moderadamente profundo, la penetración efectiva de raíces es inferior a 1 metro. Sus problemas principales son la erosión hídrica (Ledesma y Zurita, 1994).

Durante el ciclo de estudio se presentaron precipitaciones del orden de los 639 mm, siendo el promedio de la zona de 900 mm. La concentración de las precipitaciones se dio en los meses de marzo y abril (210 y 63 mm respectivamente). Con respecto a la temperatura

media durante el ensayo, fue de 21°C, siendo diciembre y enero los meses con las mayores temperaturas registradas.

Diseño del experimento

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones. Para el caso del lote Triangulo se trabajaron con parcelas de 10 x 50 metros y para el Lote 16 se trabajaron parcelas de 15 x 50 metros.

Los tratamientos fueron Nutri FORT (NF) y Nutri FORT Plus (NFp) de la línea Agross Tecnología Agrícola (Figura 7) donde uno de ellos cuenta con la adición de fosfitos que inducen a la resistencia del cultivo y disminuye la predisposición a enfermedades. Asimismo, se trabajó con parcelas testigos control a las cuales se le aplicó solo el coadyuvante de la misma línea. En la figura 8 se representa el diseño y la distribución de los tratamientos en las parcelas.

- Testigo (T0) sin fertilizante + coadyuvante ECO MAGIC.
- Tratamiento 1 (T1), parcelas fertilizadas con NUTRI Fort **(NF)**.
- Tratamiento 2 (T2), parcelas fertilizadas con NUTRI Fort Plus **(NFp)**.



Figura 7: Fertilizantes foliares línea Agross Tecnología Agrícola
Fuente: Ing. Agr. Pascuale Guillermo, EEA INTA Las Breñas

Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
T0	(NFp)	(NF)	T0	(NF)	(NFp)	(NF)	T0	(NFp)

Figura 8: Distribución de las parcelas del ensayo en ambos lotes.

Para el caso del Nutri Fort (NF) se utilizó una dosis de 2 litros por ha (lts/ha) y para el Nutri Fort plus (NFp), se usó 500 cc/ha. Estas dosis para una dilución de 100 litros de agua por hectárea. Para cada aplicación se dosificó el coadyuvante sugerido por la empresa a razón de 50 cc/ha.

Los fertilizantes probados se destacan por su potencial de uso sobre el cultivo de alfalfa. Nutri Fort (Figura 9a) es un fertilizante foliar líquido formulado con macro y micronutrientes, cuya composición contiene nitrógeno, potasio, fosforo, calcio, magnesio, boro, cobre, hierro, manganeso, zinc. Por otro lado, Nutri Fort *plus* (Figura 9b) fertilizante más concentrado, formulado para cultivos extensivos e intensivos, aporta los nutrientes quelatizados, favoreciendo su transporte y penetración en el interior de los tejidos vegetales, y sinergizados por fosfitos, los cuales activan y potencian el mecanismo de defensa de las plantas frente al ataque de patógenos. En la siguiente tabla se detallan de manera porcentual las cantidades de los nutrientes presentes en cada producto utilizado (Tabla 2) (Agross, 2023).

Tabla 2: Composición porcentual de los micro y macronutrientes formulados para cada producto.

	NUTRIFORT	NUTRIFORT PLUS
NITROGENO	7%	10%
FOSFORO	2%	7,6%
POTASIO	2,2%	6,1%
CALCIO	0,6%	0,03%
AZUFRE	-	1,34%
BORO	1%	0,02%
HIERRO	2%	2%
MANGANESO	0,07%	0,01%
ZINC	0,07%	1,22%
MAGNESIO	1%	-
COBRE	0,05%	-



Figura 9. Fertilizantes foliares Laboratorio Agross. **a.** Nutri Fort ; **b.** Nutri Fort *plus*

Las aplicaciones fueron realizadas por una maquina pulverizadora de 3 puntos Jacto Condorito (Figura 10), con tanque de 400 litros, el botalón de 10 metros con cierre en “X” y de altura variable (hasta 130 cm), con una bomba de pulverización cuya distribución es de 40 litros/minuto.



Figura 10: Pulverizadora de 3 puntos Jacto Condorito.

Fuente: Imágenes cortesía Ing. Agr. Guillermo Pascuale, lote Triángulo EEA Las Breñas

Mediciones: métodos usados

Al momento de las aplicaciones se tuvieron en cuenta la altura del cultivo medida de manera posterior al corte, siendo importante realizar la fertilización cuando las plantas tuviesen entre 10 y 15 cm de altura (Figura 11).



Figura 11. Representación de diferentes alturas del cultivo de alfalfa posterior al corte, a: 5cm; b: 10 cm y c: 20 cm.

Fuente: Imágenes cortesía Ing. Agr. Guillermo Pascuale, 31/09/2022 lote 16 EEA Las Breñas.

La estimación de productividad (kgMS/ha) se efectuó mediante el corte del material verde seleccionado al azar, extrayendo 3 submuestras por cada parcela. Como referencia se utilizó un marco de 0,25 m². Las muestras, una vez cortadas, se pesaron en verde y luego fueron llevadas a estufa de aire forzado para determinar el peso de la muestra en seco (temperatura de secado 60 a 80 °C hasta peso constante) (Figura 12). Estos datos fueron registrados.



Figura 12: Estimación de Productividad. a, Corte del material con marco de 0,25 m². b, peso en verde. c, Muestras en estufa de aire forzado.

A su vez, el material seco, fue separado en las distintas fracciones de la planta (tallo, hoja) y posteriormente, pesados (Figura 13).



Figura 13: Separación de distintas fracciones de la planta (hojas del tallo)

Se registraron otras mediciones como, recuento de plantas por m², indicativo de la persistencia del cultivo y cobertura a través del uso de la App Canopeo^a. Asimismo, se realizó el conteo del número de hojas trifoliadas por cada 10 tallos obtenidos al azar por cada submuestra extraída.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa informático Infostat (2020). En primer lugar, se realizó la observación descriptiva y posterior comparación de medias de los diferentes

tratamientos, de manera generaliza y por fechas de corte. Las comparaciones post hoc fueron ajustadas, mediante el método HSD de Tukey fijándose un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$

RESULTADOS

El ciclo de evaluación se extendió desde el 5 de diciembre de 2022 hasta el 26 de septiembre del 2023. Las fertilizaciones foliares se realizaron en cuatro momentos: noviembre 2022, febrero, mayo y septiembre del 2023. Se efectuaron 8 cortes durante el ciclo con un promedio de 42 días entre estos.

Determinación de producción de biomasa

El promedio general obtenido fue de 1.463 KgMS/ha y el acumulado de 11,7 TnMS/ha. Según la Revista Avances en Alfalfa para el área de influencia de la EEA Las Breñas (2023), el promedio de la red fue de 13,16 Tn/MS para el ciclo 2021/22; con un mínimo de 10,41 y un máximo de 17,32 Tn/MS. Respecto del efecto del fertilizante se observó que entre los lotes tratados hubo un 6% más de producción respecto del testigo (87 kgMS/ha más). Y a su vez, el tratamiento NutriFort plus (NFp) mostró un 9% más de producción respecto del testigo. Sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente considerables. Es interesante mencionar que en el Lote Triángulo las parcelas tratadas con fertilizante dieron un 12% más de producción respecto de las no fertilizadas. Siendo el cultivo con NFp favorecido en un 21% más de producción. Cabe aclarar que este lote no fue el de mejor rendimiento durante el ciclo (Lote 16: 1843 kgMS/ha vs Triangulo: 1083 kgMS/ha promedio). En la figura 14(a y b), se representan gráficamente las situaciones mencionadas, por un lado, los rendimientos promedio del ciclo por tratamiento y por otro, en función de los lotes trabajados.

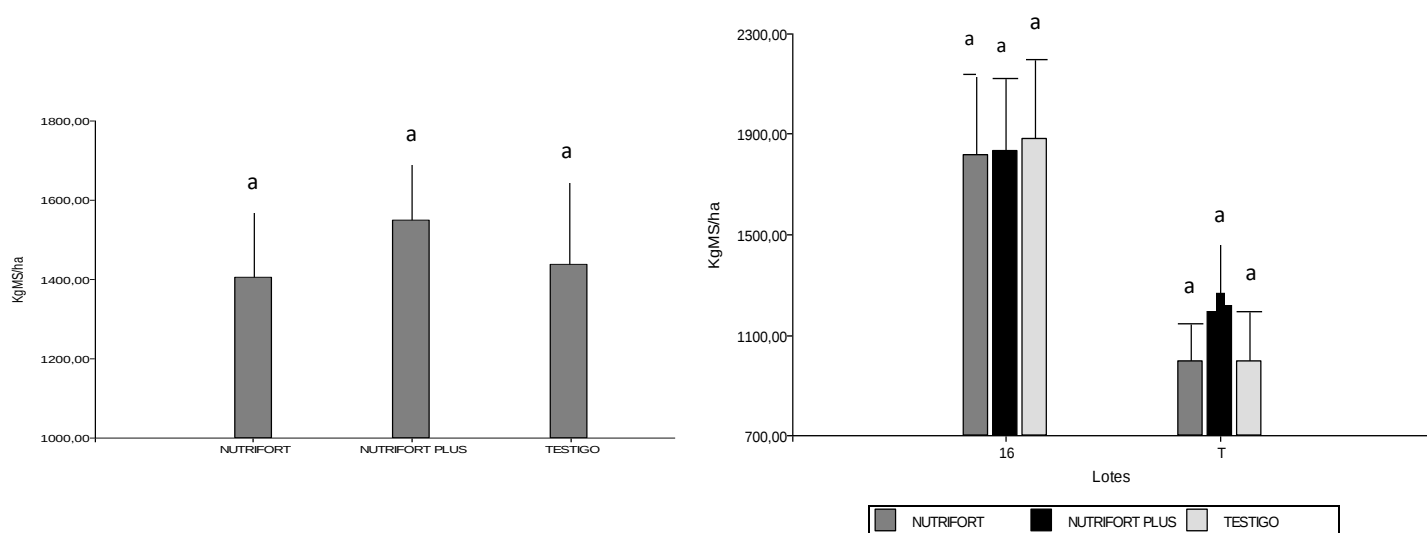


Figura 14. Producción promedio de forraje en kg MS/ha. En la figura a) se detalla el resultado general del ciclo con relación a los tratamientos realizados (NF: Nutrifort, NFp: Nutrifort plus, T0: Testigo). En la figura b) se comparan los tratamientos en función de los lotes en los que se trabajó. Letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En cuanto a la producción acumulada, no se observaron diferencias entre tratados vs no tratados (11,8 Tn vs 11,4 Tn MS, respectivamente). Si esta diferencia es llevada a confección de fardos, 16 fardos por ha/año serian extras para el lote con fertilización.

Si se analiza la producción por corte realizado, nos encontramos con que durante el primer corte ocurrieron los mejores rendimientos. Desde el análisis estadístico no se detectan diferencias significativas. De la gráfica se destacan el corte 3 y 4, en donde el tratamiento NFp permite aumentar en un 36% y un 20% la producción respecto del testigo, respectivamente (Figura 15).

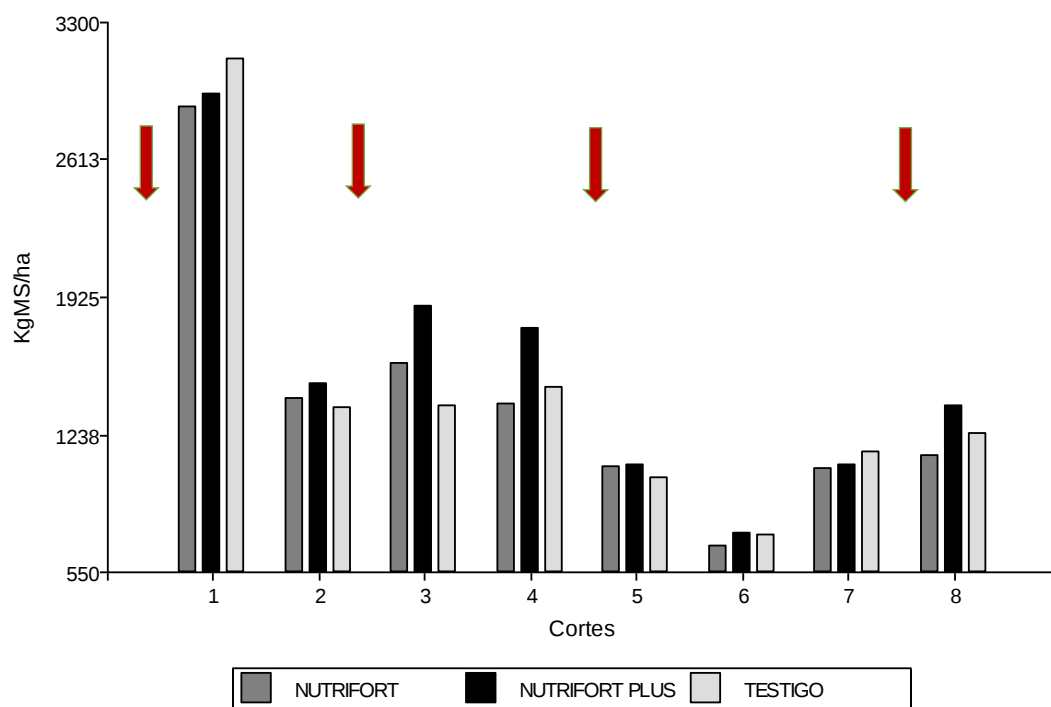


Figura 15. Redimiendo en KgMS/ha promedio, por lote y tratamiento. Las flechas rojas indican los momentos de aplicación. Fechas de corte: 1er corte: 17/12/2022; 2do corte: 30/01/2023; 3er corte: 16/03/2023 y 4to corte: 3/05/2023

Plantas por metro cuadrado, relación hoja tallo, cobertura, y número de hojas

Considerar en el análisis la observación de otras variables, además de la producción, puede resultar interesante para explicar el efecto del fertilizante y el impacto en el desempeño del forraje. El registro de la cobertura permite determinar en el tiempo la persistencia del forraje, la relación hoja tallo (H/T) es un indicador de la calidad de la muestra ya que analiza la proporción de hojas que tiene la misma, contar las plantas por metro cuadrado (pl/m^2) implica observar plantas nuevas y la continuidad del cultivo; por último, el número de hojas por tallo ($n^{\circ}hj/T$) permite detectar diferencias en la aparición de hojas.

En la figura 16 se grafican los resultados obtenidos del conteo de plantas por metro cuadrado por tratamiento y corte durante todo el ciclo. El promedio general fue de 20 pl/m^2 . Entre tratamientos no se hallaron diferencias significativas. Sin embargo, las parcelas con NFp fueron las que mostraron el mejor valor en relación con las otras dos (20,35; 1,99 y 19,56; para NFp, T0 y NF). En el primer corte se registró en la parcela NFp con 27,67 plantas/ m^2 , mientras que para el mismo tratamiento; pero en el corte 6, el valor mínimo fue de 16,11 plantas/ m^2 .

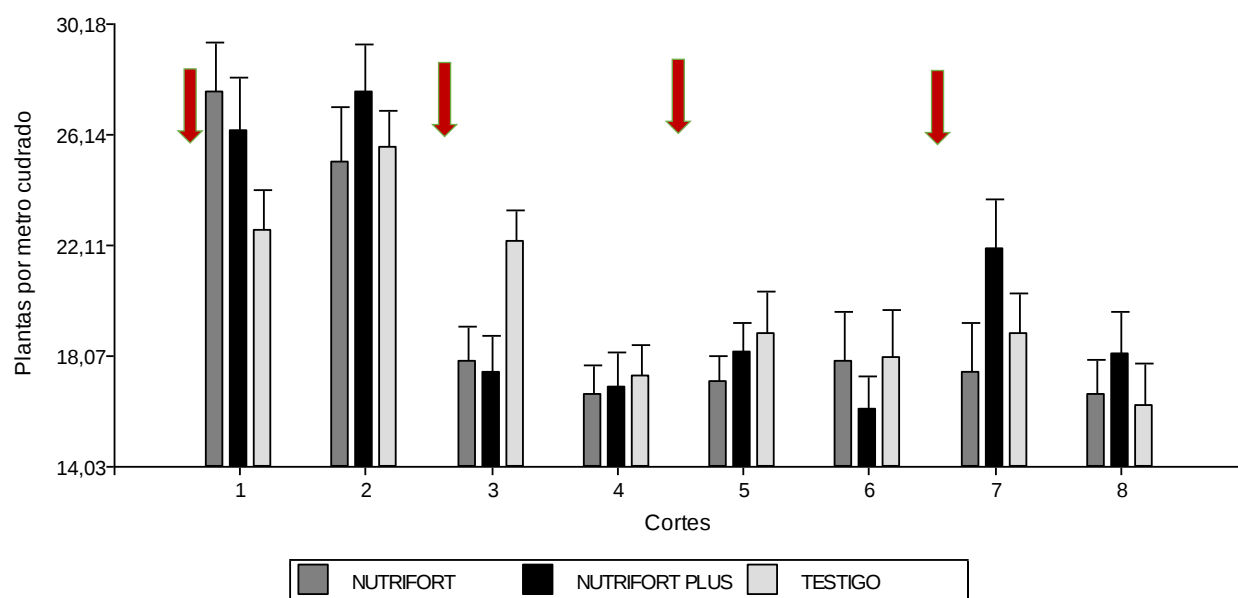


Figura 16. Numero de plantas por metro cuadrado según tratamiento y momento de corte. Las flechas rojas indican los momentos de aplicación.

La relación hoja tallo (H/T) es un indicador de calidad viable para determinar la proporción de hojas respecto de los tallos en una muestra de forraje. Este cociente debe ser lo más alto posible debido a que las hojas son el componente de mayor digestibilidad, el contenido de proteínas es superior y por lo tanto el valor nutritivo se verá favorecido. Además, la calidad se conserva durante más tiempo que la de los tallos (Trucco, 2018). El autor citando a Hittle (1958) menciona que cualquier aumento en la relación H/T también genera un aumento en el valor nutritivo de la planta.

Durante el ciclo de estudio el promedio general de esta variable fue de 1,38. Siendo la parcela testigo la de mejor resultado con 1,45, seguida por NF 1,39 con y NFp con 1,31. No hallándose diferencias significativas entre estos tratamientos ($p \geq 0,05$). En la figura 17, se muestra el comportamiento de la variable estudiada en los diferentes cortes realizados. Se destaca que en el momento 7 con los mejores resultados para el ciclo.

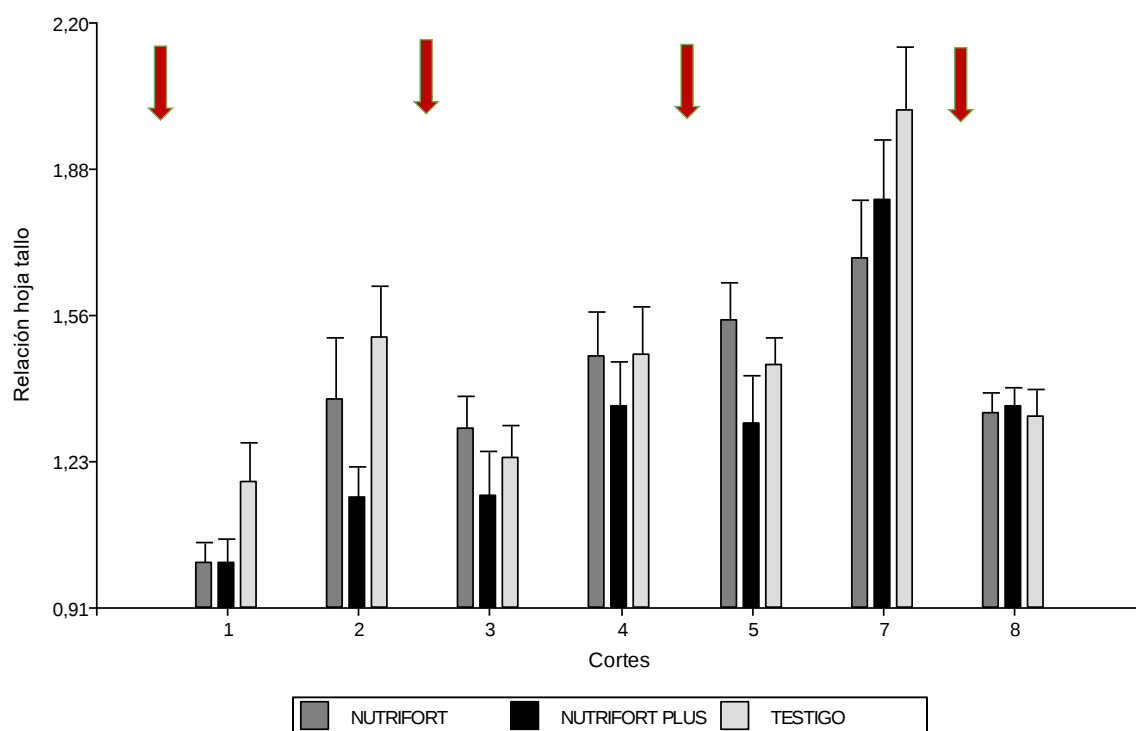


Figura 17. Relación entre el peso de las hojas sobre el peso de los tallos hallados, según momento de corte y tratamientos estudiados. Las flechas rojas indican los momentos de aplicación. Corte 7, fecha: mes de marzo 2023.

La determinación del porcentaje de cobertura de un forraje permite demostrar la abundancia y dominancia de la especie sobre la superficie (Mostacedo y Fredericksen, 2020) además de ser un método indirecto de medición de disponibilidad de forraje. Para este trabajo se utilizó la aplicación Canopeo, herramienta de uso práctico y preciso para estimación de la cobertura del tapiz vegetal. A través de fotografías obtenidas desde el móvil cuantifica el porcentaje de cubierta vegetal (Canopeo App, 2023). La cobertura promedio de ciclo fue del 57%, existiendo leves diferencias a favor de las parcelas tratadas. Se pudo observar que NFp arrojó 61% de cobertura, NF y T0 56% y 54%. En la figura 17 se representa la variable en relación con los momentos de corte y tratamientos.

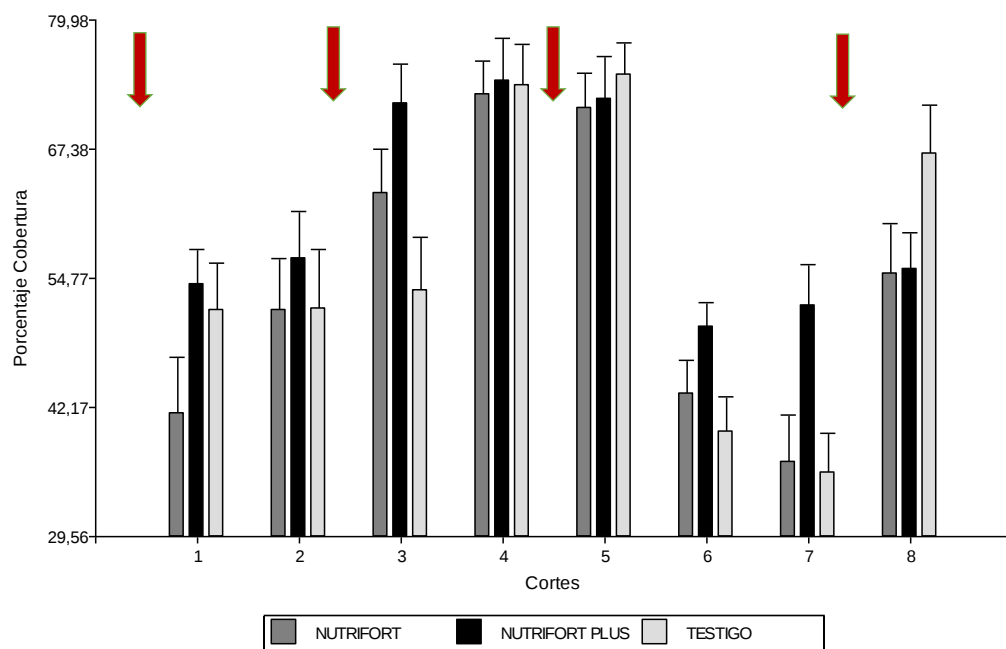


Figura 18. Porcentaje de cobertura en función a los cortes efectuados. Las flechas rojas indican los momentos de aplicación.

De la gráfica se desprende que los mayores valores estuvieron durante el corte 5 y 4 (74% NFp, 73% NF y 72% T0), destacándose todos los tratamientos. Y los cortes 6 y 7 arrojaron los valores mínimos del ciclo de medición (36% T0, 37% NF y 40% NFp).

Por último, se registró el número de hojas cada 10 tallos, variable indicativa de la relevancia del componente en la estructura de la planta. Las diferencias, permiten deducir si los cambios pueden estar afectados por la adición del fertilizante usado. El promedio general hallado fue de 31,84 hojas/tallo. Respecto de los tratamientos, se observan diferencias significativas entre estos, encontrando que para NFp el conteo fue de 40,23 hojas/tallo, para NF: 31,90 hojas/tallo y para T0: 27,50 hojas/tallos.

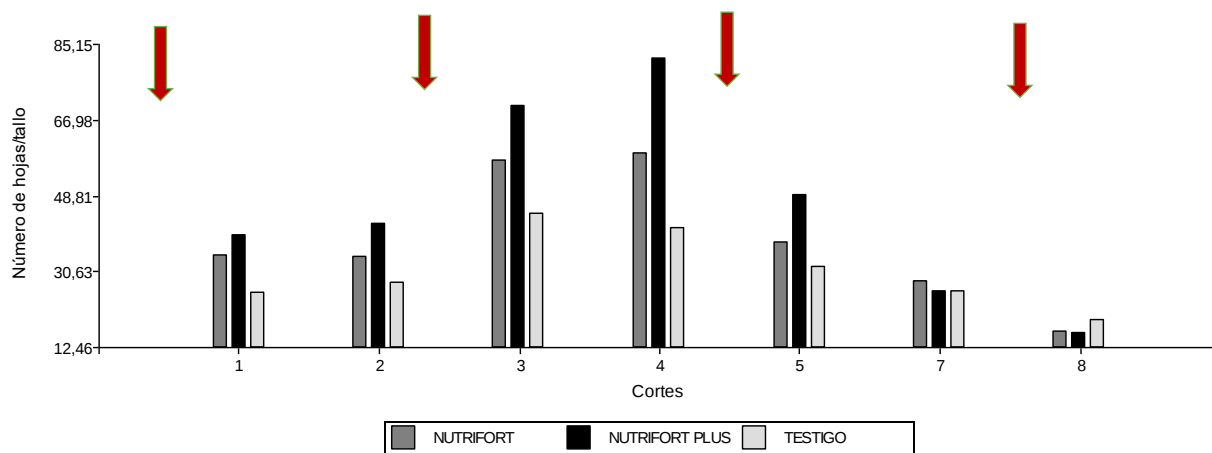


Figura 19. Número de hojas cada 10 tallos en los cortes realizados. En el corte 6 no se registraron datos.

En la figura 19, se observa como el tratamiento NFp se destaca en 5 cortes, teniendo una diferencia significativa con respecto al testigo (T0), y a pesar de que la diferencia entre el tratamiento NF versus el testigo (T0) no es significativa, genera un aumento en la cantidad de hojas registradas por tratamiento aplicado.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Del trabajo se destacan diferencias que podrían tener impacto en la cantidad de forraje destinado para consumo animal o para la confección de fardos o rollos, sin embargo, estadísticamente no serían significativas. El porcentaje de diferencia entre las parcelas tratadas (6%) versus las no, significan 1.900 kgMS más de forraje en toda la superficie evaluado. Lo que implicaría una producción de fardos o raciones mayor. En la bibliografía se encuentran trabajos (Martin et al., 2008 a,b; Barone et al., 2006; Olivo et al., 2022) donde el efecto sobre los rendimientos mejoran sustancialmente.

Respecto a las plantas por metro cuadrado, relación hoja/tallo y cobertura, los resultados indican que no habría diferencias entre tratamientos, sin embargo, dentro del ranking entre los tratamientos, en el caso de pl/m² y cobertura, los tratados muestran mejores valores registrados.

Por otra parte, la aplicación mostró que, ante la presencia de dos lotes con diferentes características en cuanto a su condición, la fertilización foliar se destacó aún más en el lote Triangulo (el cual como se mencionó anteriormente, presentaba un área de producción regular) logrando un porcentaje mayor de producción.

FUTURAS LINEAS DE TRABAJO

- Continuar la evaluación de la aplicación de los fertilizantes, considerando alternativas de momentos diferentes durante el ciclo productivo.
- Evaluar los nutrientes presentes en el suelo para determinar el impacto potencial en la sostenibilidad del sistema.
- Evaluar si existe diferencias en la calidad del forraje tratado.

Referencia bibliográfica

- Agross (2023) Planes nutricionales alfalfa. Productos. Recuperado de: <https://agrossargentina.com>
- Barone, D.; Bossio, G. y Blangetti, O. (2006) Fertilización foliar en alfalfa. Recuperado de <https://silo.tips/download/kilogramos-de-materia-seca-obtenidos-en-los-distintos-tratamientos-con-respecto>
- Basigalup, D. H., Rossanigo, R. y Ballario, M. (2007). Panorama actual de la alfalfa en la Argentina. En Basigalup, D. H. (Ed.), *El cultivo de la alfalfa en la Argentina* (15-25). Buenos Aires: INTA. Cap. 1. p 227-246. (ISBN 978-987-521-242-8).
- Bolsa de Cereales de Córdoba (2023) Información estadística de cultivos. Recuperado de: <https://www.bccba.org.ar/home/dptos-informacion/estadisticas-cultivos/>
- Cámara Argentina de Alfalfa (2020) Grupo de productores de Chaco exportan a Bolivia. Recuperado de: <https://alfalfaargentina.com.ar/grupo-de-productores-de-chaco-exportan-a-bolivia-mas-de-18-000-kilos-de-alfalfauna-primera-carga-con-1-000-fardos-de-entre-18-y-20-kilos-partio-desde-las-brenas-a-santa-cruz-de-la-sierra-de-la-mano/>
- Cancio, H. (2016) Cultivo de alfalfa. Alto Valle: INTA. Ediciones INTA.
- Canopeo App (2023). Recuperado de: <https://canopeoapp.com/#/login>
- Cecilia Sardiña, C. y Barraco, M (2012) Fertilización de pasturas de alfalfa en producción. Memoria técnica 2011-2012
- Consejo Federal de Inversiones (CFI) (2021) Informe de Comercio Exterior Alfalfa y Pellets de Alfalfa.
- Díaz-Zorita, M. y Gambaudo, S. (2007). Fertilización y encalado en alfalfa. En: *El cultivo de la alfalfa en la Argentina*. Ed: Basigalup, D.H. Buenos Aires: INTA. Cap. 11. p 227-246. (ISBN 978-987-521-242-8).
- Flórez Delgado, D. F. (2015). La alfalfa (*Medicago sativa*): origen, manejo y producción. *Conexión Agropecuaria JDC*, 5(1), 27–43. Recuperado a partir de <https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/view/520>
- InfoStat (2020). InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- INTA (2018) Agroindustria participó del Segundo Congreso Mundial de Alfalfa. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/agroindustria-participo-del-segundo-congreso-mundial-de-alfalfa>
- INTA (2023) Alfalfa: usan drones para cuantificar la calidad de siembra. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/alfalfa-usan-drones-para-cuantificar-la-calidad-de-siembra>
- IPNI. International Plant Nutrition Institute. (2002) Requerimientos nutricionales de los cultivos. Recuperado de: <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1091>

- Ledesma, L. y Zurita, J. (1992) Cartas de suelo de la Republica Argentina. Los suelos del departamento 9 de Julio. Convenio INTA-Provincia del Chaco.
- Lüscher, A., Mueller-Harvey, I., Soussana, J. F., Rees, R. M. and Peyraud, J. L. (2014) Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. Grass and Forage Science Published by John Wiley & Sons Ltd. 69: 206–228
- Martín B. y Spiller, L. (2008a) Evaluación del efecto de la aplicación de un fertilizante foliar (“Niebla Forte”) en una pastura de alfalfa. Informe Final: Convenio Marco de Cooperación Biominerales SRL. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional De Rosario. Recuperado de: <https://docplayer.es/4080045-Evaluacion-del-efecto-de-la-aplicacion-de-un-fertilizante-foliar-niebla-forte-en-una-pastura-de-alfalfa-informe-final.html>
- Martín B.; Denoia J. y Zerpa G. (2008b) Evaluación del efecto de la aplicación de un fertilizante foliar en una pastura de alfalfa; Informe Final Convenio Marco de Cooperación Biominerales SRL – Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional De Rosario. Recuperado de: <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/fertilizacion-foliar-en-pasturas.pdf>
- Ministerio de la Producción de Chaco (2018)
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (2020) Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Bolfor. Santa Cruz, Bolivia.
- Olivo, S.; Odorizzi, A.; Ludueña, F.; Fernández, M. y Castellano, C. (2022) Evaluación del rendimiento en el cultivo de alfalfa en respuesta a la aplicación de Mist Prado. Recuperado de: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/13506/INTA_CR%20Cordoba_EEA%20Manfredi_Olivo%20S_Evaluacion_del_rendimiento_en_el_cultivo_de_alfalfa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quiñonez, A.; Longoni, M.; Soldano, P.; Valiente, S. y Vaudagna, C. (2006) Ensayo de Fertilizantes Foliares en Alfalfa.
- Revista Avances en Alfalfa (2023) Revista Avances en Alfalfa N° 32. Ediciones INTA
- Rodríguez, N. y Espada M. del C (2007) Morfología de la alfalfa. En Basigalup, D. H. (Ed.), *El cultivo de la alfalfa en la Argentina* (15-25). Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA. Cap. 2. p 227-246. (ISBN 978-987-521-242-8).
- Rotondaro, R. (ACA Nutrición de Cultivos) (sf.b) Manejo y Nutrición de la alfalfa. (2da parte). Recuperado de: <http://portal.acabase.com.ar/suelofertil/Articulos%20de%20Inters/VARIOS/Alfalfa%20-%20Manejo%20y%20nutrici%C3%B3n%202da%20parte.pdf>
- Rotondaro, R. (ACA Nutrición de Cultivos). (sf.a) Manejo y Nutrición de la alfalfa. (1era parte). Recuperado de: <http://portal.acabase.com.ar/suelofertil/Articulos%20de%20Inters/VARIOS/Alfalfa%20-%20Manejo%20y%20nutrici%C3%B3n%202da%20parte.pdf>
- Sardiña, C. y Barraco, M. (2012) Fertilización de pasturas de alfalfa en producción. Memoria técnica 2011-2012. Recuperado de: <https://www.produccion->

animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/142-Fertilizacion_alfa.pdf

Trinidad Santos, A., y Aguilar Manjarrez, D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 247-255. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317309>.

Trucco, R. F. (2018) Determinación de la relación hoja tallo y del contenido de carbohidratos en alfalfa (medicago sativa l.). Recuperado de: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/2205>