UCA
Pontificia Universidad Católica Argentina
Biblioteca digital
de la Universidad Católica Argentina

Sánchez, Mariana

Respuesta a la fertilización fosforada en campo natural con presencia de Lotus tenuis en el partido de Olavarría, Cuenca del Salado, provincia de Buenos Aires

Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.
La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Sánchez, M. 2015. Respuesta a la fertilización fosforada en campo natural con presencia de Lotus tenuis en el partido de Olavarría, Cuenca del Salado, provincia de Buenos Aires [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/respuesta-fertilizacion-fosforada-sanchez.pdf [Fecha de consulta:.....]

Facultad de Ciencias Agrarias - Pontificia Universidad Católica Argentina

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Ingeniería en Producción Agropecuaria

"Respuesta a la fertilización fosforada en campo natural con presencia de *Lotus tenuis* en el partido de Olavarría - Cuenca del Salado – Provincia de Buenos Aires"

Trabajo Final de Graduación para optar por el título de:

Ingeniero en Producción Agropecuaria

Autor: Sánchez, Mariana

Profesor Tutor: Ingeniero en Producción Agropecuaria Ricardo Latour

Fecha: 22/09/2015

Agradecimientos

- Al Ingeniero en Producción Agropecuaria Ricardo Latour por su constante orientación y aportes al desarrollo de este trabajo.

- Al Técnico en Producción Agropecuaria Bernardo Lamas y a su familia por permitirme realizar el ensayo en el establecimiento “El Fortín”.

- Al personal del establecimiento por la ayuda brindada para la realización del ensayo y por la supervisión del mismo durante el transcurso del período de evaluación.

- A Juan Gregorio Sosa Schimuneck por ser un buen compañero en esta experiencia.

- A mi padre por haber estado presente en cada etapa de mi vida, cuidando mis pasos, compartiendo alegrías y penas. Por ser un modelo en mi vida y enseñarme valores a través de su ejemplo. Por creer siempre en mí y por sus sacrificios para que yo pueda salir adelante. Por ser la persona más maravillosa que conozco.

- A Elsa por estar constantemente pendiente de mi y por darme siempre una oportunidad para exponer mis ideas y poner en práctica mis conocimientos.

- A toda mi familia y amigos mas cercanos por su permanente apoyo a lo largo de la carrera.

Resumen

La pampa deprimida bonaerense (región denominada Cuenca del Salado) es considerada la zona de cría más importante del país y su principal recurso forrajero son los pastizales naturales. Allí se encuentra *Lotus tenuis* como especie herbácea naturalizada y muy valorada por su aporte a la oferta forrajera de los sistemas ganaderos de la región. En condiciones de campos naturales en bajos dulces (con horizonte superficial de pH cercano a la neutralidad) el agregado de fósforo mediante la fertilización incrementaría la presencia de leguminosas, mejorando la receptividad y calidad de los forrajes y por ende, la producción de carne. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta del pastizal natural, medida como producción de materia seca, utilizando distintas dosis de fertilización fosforada (NPK 5-40-0). Se realizó un ensayo en un establecimiento ubicado en las cercanías de la ciudad de Olavarría, en el paraje rural Pourtalé, Provincia de Buenos Aires, utilizando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron 0, 50 y 120 kg.ha^{-1} realizándose cinco muestreos luego de la fertilización en el transcurso de un año, en los cuales se determinó la producción de materia seca como estimación de la –disponibilidad forrajera. La producción acumulada promedio para el tratamiento con 0kg.ha^{-1} fue de 2793kgMS.ha^{-1}, con 50kg.ha^{-1} fue de 5159 kgMS.ha^{-1} y con 120kg.ha^{-1} fue de 7206 kgMS.ha^{-1}. Para analizar estadísticamente los resultados, se realizó un análisis de varianza mediante un software estadístico (Infostat), donde se pudo observar diferencias significativas entre el testigo y el tratamiento con 120kg ha^{-1} (p-valor$\leq$0,05).

Palabras Claves: Pampa deprimida, Cuenca del Salado, Fertilización fosforada, Producción de materia seca, Pastizal natural, *Lotus tenuis*.

Índice

Introducción.....pág.1

Objetivos.....pág.3

Materiales y Métodos..... pág.3

Resultados y Discusión.....pág. 11

- Resultados obtenidos en el primer muestreo.....pág. 11
- Resultados obtenidos en el segundo muestreo.....pág.12
- Resultados obtenidos en el tercer muestreo.....pag.14
- Resultados obtenidos en el cuarto muestreo.....pág.15
- Resultados obtenidos en el quinto muestreo.....pág.16
- Productividad total del pastizal natural utilizando distintas dosis de fertilizante.....pág.17

Conclusiones.....pág.20

Anexos.....pág.22

Bibliografía.....pág.43

Introducción

Las pasturas perennes, tanto especies nativas como introducidas, componen la base forrajera sobre la que se sustenta mayoritariamente la producción de carne en nuestro país y solo en la región pampeana, abarca aproximadamente 17 millones de hectáreas (Diaz Zorita, 1997).

La Pampa Deprimida se caracteriza por poseer suelos deficientes en fósforo.Vastos sectores están sujetos a excesos hídricos estacionales (Invierno-Primavera) y problemas de halomorfismo (presencia de sales). En los pastizales naturales predominan gramíneas y latifoliadas no leguminosas, pero en algunas áreas el *Lotus tenuis* se ha distribuido en forma espontánea donde otras leguminosas no prosperaban (García et al, 2002).

La consociación de gramíneas y leguminosas es el pilar preponderante de los sistemas sustentables de producción al mejorar la fertilidad de los suelos debido a que las gramíneas perennes, con su sistema radical en cabellera, favorecen la agregación del suelo mejorando su estructura; y las leguminosas, al formar simbiosis con bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico (*Rhizobium sp.*) recuperan las reservas del nitrógeno edáfico (Díaz Zorita, 1997).

Para desarrollar un sistema ganadero rentable, es indispensable producir cantidad y calidad de forraje durante todo el año y realizar una eficiente cosecha del mismo y una de las opciones para lograr esto es la fertilización del pastizal natural; específicamente para la zona ganadera del Salado, la fertilización con nitrógeno debe siempre incluir el agregado de fósforo, ya que este elemento naturalmente es escaso en la zona (Fernández Grecco, 2007). Si esas carencias minerales del suelo son corregidas, se ha mostrado que los pastizales multiplican de manera importante su productividad entre otoño y principios de primavera (Fernández Grecco, Mazzanti y Echeverría, 1995) y, además, que dicha respuesta puede traducirse en importantes incrementos en la carga animal (Rodríguez Palma, R.M, Mazzanti, A.E. Agnusdei, M.G., Fernández Grecco, R. y Albanese, P. 1997). Sin embargo, a pesar de que la fertilización es una herramienta muy efectiva para incrementar la cantidad y calidad del forraje, los forrajes representan los cultivos menos fertilizados (Torres Dugan y Lemos, 2008).

Los ambientes que ocupan los Natracuoles están sujetos a inundaciones, por lo cual es restringida la posibilidad de implantar pasturas consociadas. En estos ambientes se observaron respuestas positivas al agregado de fósforo, solo o combinado con nitrogeno; las cuales se mantienen aun si las plantas se encuentran inundadas.Se observó que la eficiencia de utilización del fertilizante fosforado (proporción del fertilizante agregado que es recuperado por la planta) no disminuyó con la inundación del suelo, esto indica que la eventualidad de una inundación no debe afectar la decisión de fertilizar el pastizal natural con fósforo

ya que la capacidad de respuesta de estas plantas continua siendo elevada aun en condiciones de inundación (Rubio et al, 1997). Estudios desarrollados en Chascomus (Buenos Aires) en un pastizal natural sobre un suelo característico de la Depresión del Rio Salado, muestran que el agregado de superfosfato (80 kilos.ha-1) y de urea (70 kilos.ha^{-1}) permite incrementar la producción forrajera aproximadamente en un 35% respecto a pastizales no fertilizados (Díaz Zorita, 1997).

Es bien conocido que, si bien las gramíneas responden a la adición de fósforo cuando este es deficiente, son las leguminosas las que responden en mayor medida por ser más exigentes en este nutriente (Quientero y Boschetti, 2000).

La fertilización con fósforo de pasturas naturales y cultivadas no solo produce un cambio positivo en la composición química del forraje, afecta también la composición botánica y la producción de Materia Seca (MS), es decir que los efectos de esta práctica sobre la producción animal no se deben únicamente al aumento del porcentaje de P en los pastos. En condiciones de campos naturales el agregado de fósforo incrementa la presencia de leguminosas, mejora la receptividad y calidad de los forrajes y aumenta la producción de carne; en estas condiciones, el agregado de 100 a 200 kilos de superfosfato triple.ha^{-1} incrementa la producción en materia seca en aproximadamente 1500 kilos al año (Mufarrege, 1999).

Para algunas producciones como la recría, la invernada o la lechería, el verano es la estación del año que más problemas trae en cuanto a la falta de forraje en cantidad y sobre todo en calidad. Esta deficiencia se suple en algunos casos con sorgos o sojas forrajeras, pero a un costo alto y dependiendo de que las precipitaciones que ocurran en la estación de crecimiento, se produzcan o no en el período en que los cultivos lo requieren. *Lotus tenuis* es una especie que se encuentra naturalizada en la zona, con alta capacidad de resiembra natural y que se adapta a lotes con problemas de encharcamiento, salinidad y alcalinidad; también soporta déficits hídricos que suelen darse desde fines de primavera hasta el verano, con la particularidad de ofrecer abundante cantidad de forraje de alta calidad en la época estival (Bailleres y Sarena, 2008). Esta especie es una leguminosa perenne, y éstas pueden aportar hasta 300 kg N ha^{-1} a través del proceso de fijación biológica del nitrógeno atmosférico (García, 1996). Además de ser una leguminosa de gran valor nutritivo, *Lotus tenuis* tiene taninos que son compuestos que impiden la formación de gas y espuma en el rumen, por lo que evitarían la ocurrencia de timpanismo en los animales que pastorean praderas con esta especie (Ulyatt, Lancashire y Jones, 1997). *Lotus* tiene habilidad para crecer en suelos con baja concentración de fósforo donde otras leguminosas no prosperan; sin embargo se ha documentado su respuesta a este nutriente en invernáculo, sin limitantes de agua y nutrientes y se midió la producción de

forraje en plantas de *Lotus* con niveles de fósforo asimilable que variaron entre 0 y 100 ppm. Se encontró respuesta al agregado de fósforo solo hasta 15 ppm verificandose rendimientos decrecientes por encima de ese valor (Ayala Torales, Moauro y Rodriguez, 1989).

Por todo esto, es muy valorada por su aporte a la oferta forrajera, debido a su aporte de proteína a la dieta en los sistemas ganaderos de la región, debido a su buena adaptación en áreas con predominancia de gramíneas y pobre presencia de leguminosas. Por lo tanto, se la considera la especie más conveniente para mejorar el contenido de nitrógeno y las propiedades de digestibilidad del forraje en aquellas regiones en donde no prosperan ni la alfalfa ni otras leguminosas de interés (Pesqueira,2008).

En consideración de todo lo anterior, resulta interesante utilizar la fertilización del pastizal natural como herramienta para producir una mayor cantidad y calidad de forraje.

Objetivo del proyecto

- Evaluar el efecto de distintas dosis de fertilizante sobre la producción de materia seca del pastizal natural.

Se espera que la fertilización aumente la producción de materia seca de las especies del pastizal natural, favoreciendo especialmente a *Lotus tenuis* debido a que en la zona hay una marcada deficiencia de fósforo, con lo cual aumentariamos no solo la cantidad de materia seca producida sino la calidad del pastizal.

Materiales y métodos

Se evaluó la respuesta del pastizal natural a la aplicación de distintas dosis de fertilizante fosforado (NPK 5-40-0) a través de la obtención de las medias de producción de biomasa para cada tratamiento, expresadas en kilos de materia seca por hectárea.

El presente proyecto experimental se llevó a cabo en el establecimiento "El Fortín", que se encuentra en el paraje rural "Pourtalé" ubicado a unos 30 kilómetros al sudoeste de la ciudad de Olavarría, provincia de Buenos Aires. El suelo sobre el cual se desarrolló el ensayo puede ser definido topográficamente como un "tendido alto" o "media loma", encharcable en períodos de abundantes precipitaciones en forma de lluvia.

A continuación se muestranimágenes satelitales de la zona (Fig. 2 y 3) y un mapa del establecimiento (Fig.1) en donde podemos ver la serie de suelos allí presente (La Escocia LEs – Anexo):

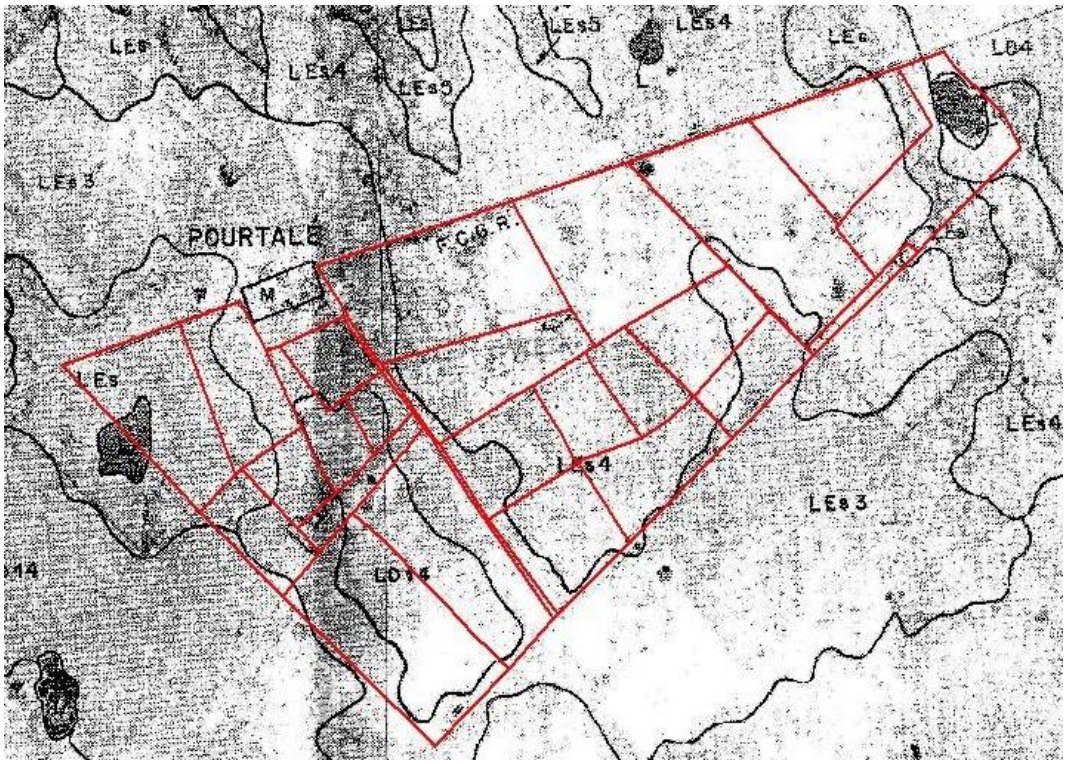


Figura 1: Mapa del establecimiento – Serie La Escocia

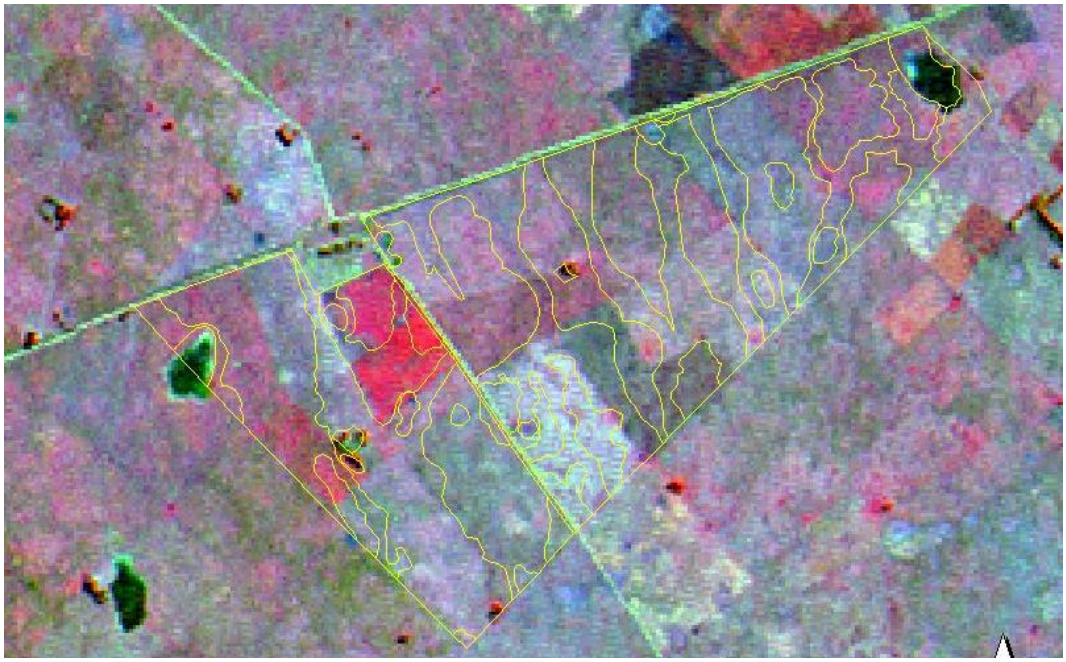


Figura 2: Mapa del establecimiento – ISAT Abril 2007

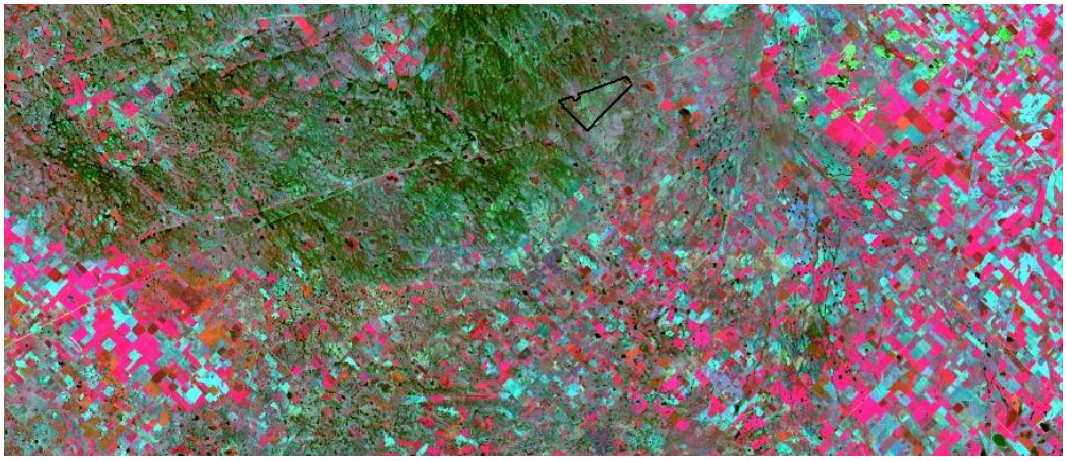


Figura 3: Mapa del establecimiento en ISAT amplia

El campo se encuentra apotrerado de tal forma que se desarrolla pastoreo racional desde hace varios años, lo cual ha contribuido a la reducción de latifoliadas en el tapiz vegetal, mejorando la cobertura de especies deseables.

Para este ensayo se eligió un potrero de 86 hectáreas (Fig.4), el cual esencharcable en períodos de abundantes lluvias pero por períodos cortos de tiempo. Las especies preponderantes son *Lolium multiflorum*, *Setaria sp*, *Stipa sp.*(flechillas), *Páspalum dilatatum* (pasto miel), *Rumex sp.* (lengua de vaca), *Cirsiumvulgare* (cardo negro), una muy pequeña cantidad de*Trifoluim repens* y la especie de mayor interés: *Lotus tenuis*.

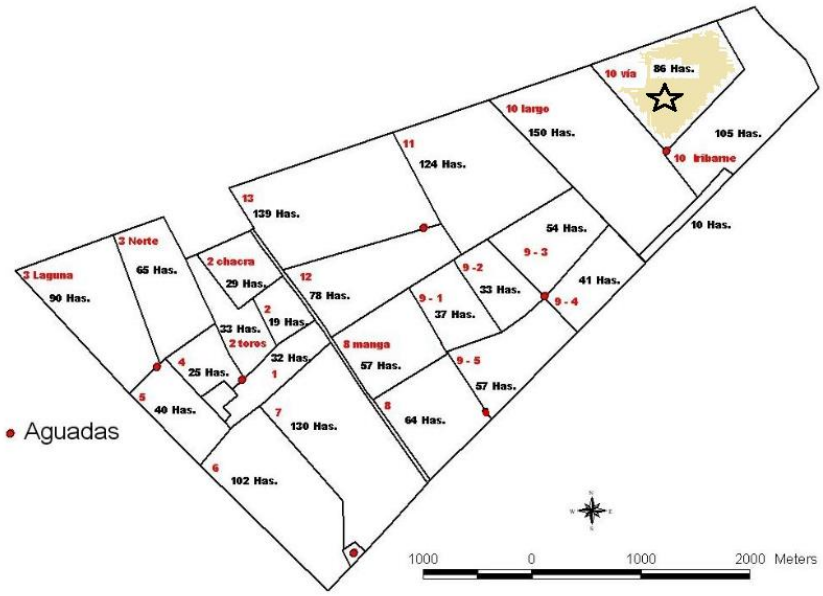


Figura 4: Mapa del establecimiento “El Fortín” señalando el potrero de interés.

Para la descripción del suelo realizó un análisis del mismo de 0 a 20 cm y de 20 a 40 cm de profundidad debido a que la exploración del suelo por parte de las raíces se da principalmente en esas profundidades. Para la profundidad de 0 a 20cm se obtuvieron los siguientes resultados: pH en agua (1:2,5): 7.4 (levemente alcalino); conductividad electrica: 1,5 dS/m (no salino), materia orgánica: 3,26% (bien provisto) y fósforo extractable de Bray: 5,5 ppm (bajo). Para la profundidad de 20 a 40 cm: pH en agua (1:2,5): 8.9 (fuertemente alcalino), conductividad eléctrica: 1,3 dS/m (no salino). El muestreo fue realizado con un barreno y luego de la obtención de las submuestras, estas fueron homogeneizadas. Finalmente, las muestras fueron debidamente depositadas en bolsas rotuladas y luego refrigeradas desde el campo hasta su llegada al laboratorio para no obtener datos erróneos de materia orgánica. El laboratorio que realizó el análisis fue TecnoAgro SRL, número de informe: 32017 (Anexo).

El ensayo comenzó el 9 de mayo del 2014 con el corte del pastizal natural a una altura aproximada de 7 a 10 cm para su posterior fertilización. Las dosis evaluadas fueron 0, 50 y 120 kg ha^{-1}. (Fig. 5)

El diseño experimental elegido fue un Diseño en Bloques al Azar (DBA) para minimizar así el error por gradiente de fertilidad. Este consistió de tres bloques ubicados en distintos lugares del potrero, en los cuales se aplicaron tres dosis diferentes de fertilizante fosforado, obteniendo así tres repeticiones por cada dosis.

Cada bloque consta de tres parcelas adyacentes, cada una de 5x5 metros, delimitadas con alambrado eléctrico para evitar la entrada de bovinos en el mismo. El diseño de cada bloque es el siguiente:

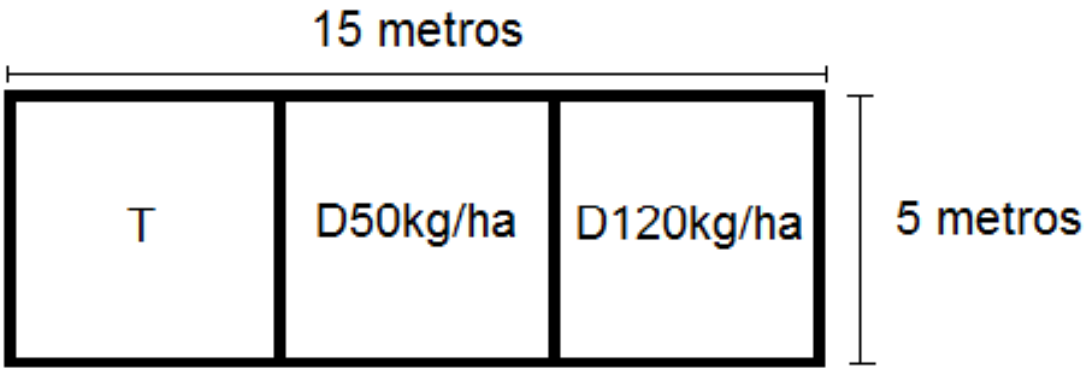


Figura 5. Bloque N°1 con alambre perimetral electrificado

Se utilizó un fertilizante binario a base de fósforo y nitrógeno, el cual es un compuesto granulado con un grado de 5-40-0, lo que nos indica que contiene 5% de Nitrógeno Amoniacal (N), 40% de Fósforo asimilable (P_2O_5) y 0% de Potasio (K). A continuación se muestran los kilos de fertilizante utilizados en el experimento y sus equivalencias en kilos de elemento:

EQUIVALENCIAS		
	50 kg/ha	120kg/ha
N	2,5	6
P_2O_5	20	48

Las precipitaciones fueron registradas en el establecimiento desde el año 2009 hasta el corriente año. A continuación se muestra un gráfico (Fig. 6) con las precipitaciones para cada mes y el promedio de las mismas durante los 6 años de registro.

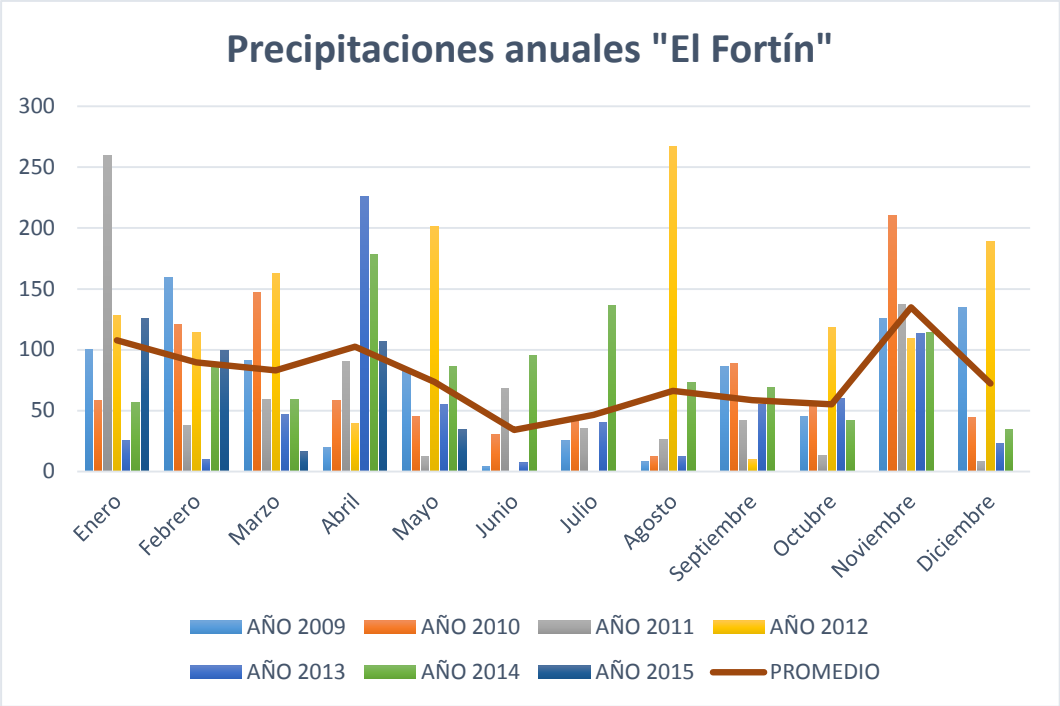


Figura 6: Precipitaciones registradas en "El Fortín", período: 2009-2015.

Durante los catorce meses del ensayo se registraron abundantes lluvias en el establecimiento (Fig. 7) sumando un total de 1086 milímetros acumulados, con lo cual podemos asegurar que *Lotus tenuis*, la especie de mayor interés en este ensayo, no sufrió un déficit hídrico en el período considerado (también así las demás especies del pastizal natural), ya que la misma necesita alrededor de 800 milímetros anuales, los cuales fueron ampliamente cubiertos.

La gran cantidad de lluvias provocó un anegamiento de la totalidad del potrero en el cual se encontraba el ensayo, el cual se mantuvo en esas condiciones durante los meses de julio y agosto, lo que pudo haber afectado negativamente el crecimiento del pastizal.

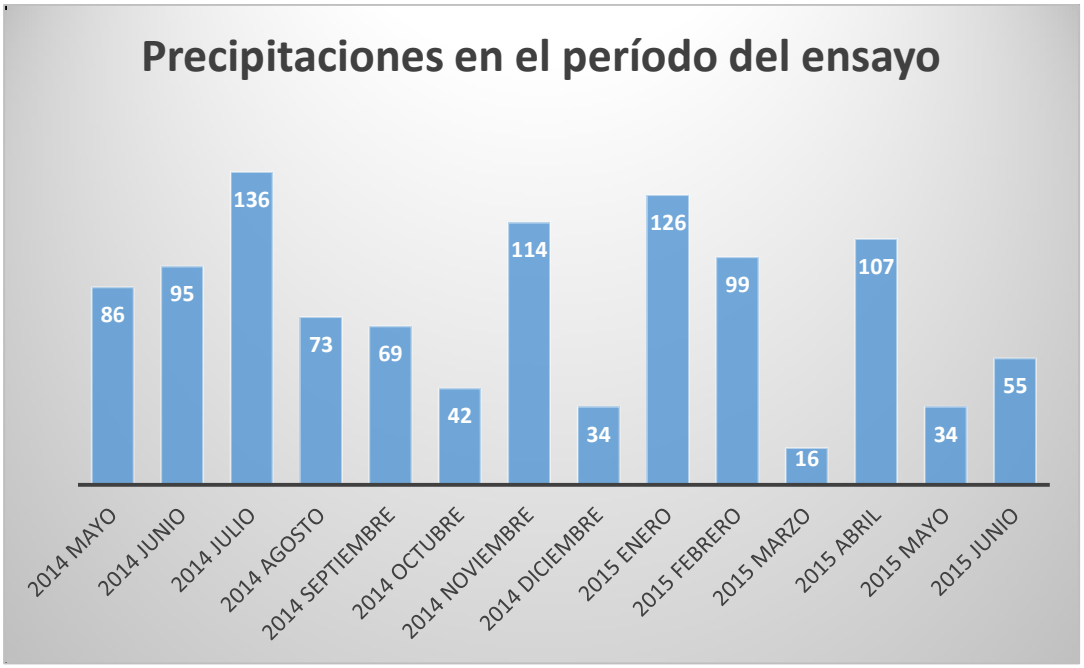


Figura 7: Milímetros acumulados en los distintos meses del año del ensayo.

En cuanto a la distribución de las precipitaciones durante el ensayo (Fig.8), se puede observar cierta homogeneidad en las mismas excepto en el otoño, época en la que solo se registraron el 17% del total anual, mientras que en el invierno se registró un 32% del total, siendo ésta la época de mayor ocurrencia de lluvias en el período del ensayo.

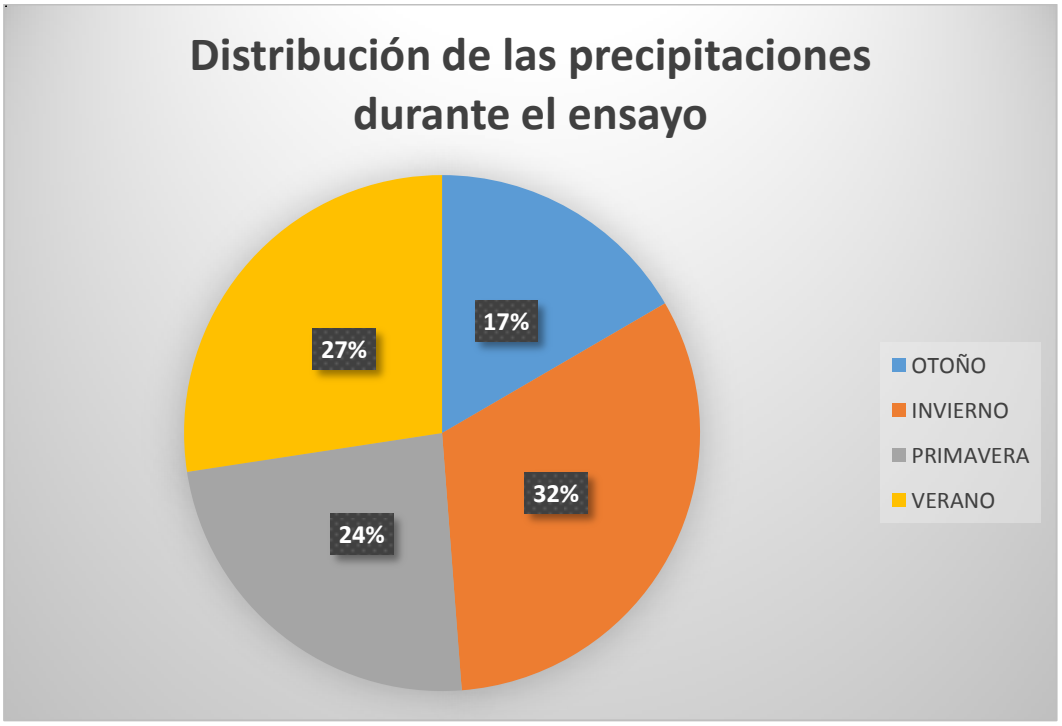


Figura 8: Distribución de las precipitaciones durante los meses del ensayo.

Se realizaron cinco cosechas a lo largo del año, la primera el 29 de agosto del 2014, la segunda el 23 de octubre del 2014, la tercera el 12 de diciembre del 2014, la cuarta el 9 de marzo del 2015 y la quinta el 27 de junio del 2015.

Se cosechó cada parcela de cada bloque por separado realizando el corte con tijera, depositando las muestras obtenidas en bolsas rotuladas para facilitar el análisis posterior. Dichas muestras fueron pesadas para obtener el dato de materia verde, inmediatamente después de la cosecha para evitar obtener datos erróneos.

El procedimiento que se utilizó para la obtención de materia seca fue el siguiente:

1-Se realiza el muestreo: se corta el forraje a la altura de 5 centímetros aproximadamente y se lo coloca en bolsas de plástico rotuladas.

2- Se pesa cada muestra en balanza electrónica de precisión para obtener el peso del forraje tal cual.

3- Se seca en horno eléctrico, con mediciones cada 10 minutos; hasta obtener peso constante, número que indica el valor de Materia Seca (MS).

Una vez obtenidos los resultados de la medición de MS de cada muestra, se procedió a extrapolarlos a la unidad de superficie Hectárea para cada dosis de fertilizante.

Mediante este procedimiento se pudo medir y comparar la materia seca acumulada en los distintos tratamientos, durante el período de evaluación (un año).

A partir de los datos obtenidos en cada cosecha se pueden observar las diferencias entre los distintos tratamientos y la tendencia en las distintas estaciones. De esta manera podemos visualizar el crecimiento de biomasa en respuesta a las diferentes dosis de fertilizante (Fig. 9):

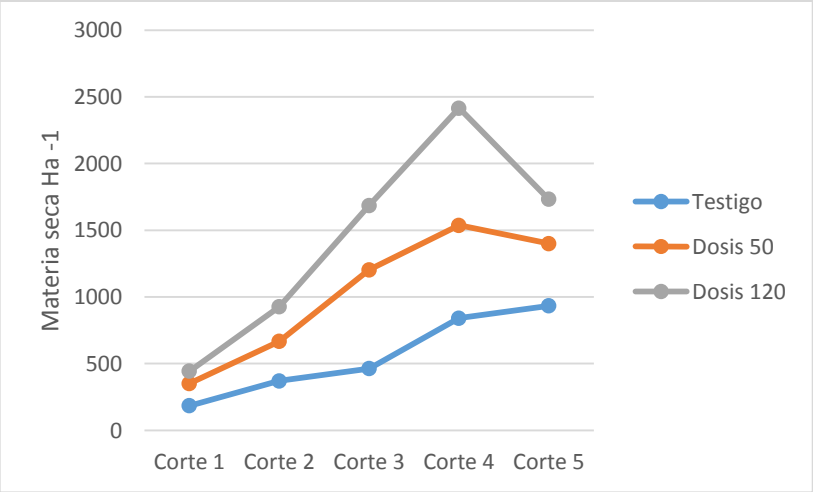


Figura 9: Materia seca por hectárea para cada corte por fecha y tratamiento.

El análisis de los datos se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA), utilizando un programa estadístico llamado "Infostat". Este permitió realizar el análisis de la información recolectada durante el ensayo para poder observar si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos, y así poder llegar a las conclusiones correctas. Las medias fueron comparadas mediante el test de Tuckey, el cual nos indica a traves de una mínima diferencia significativa para un p-valor< 0.05, si hubo efecto por parte de alguno de los tratamientos aplicados.

Resultados y discusión

Como resultado de la aplicación de fertilizante fosforado sobre el pastizal natural, la producción de materia seca por hectárea se vio aumentada con respecto a las parcelas no fertilizadas.

En campos de cría de la Cuenca del Salado este aumento en el rendimiento es de gran interés para aumentar la producción de carne, ya que no solo se puede pensar en aumentar la carga animal de manera global y mejorar las preñeces, sino también en realizar recría, tanto de vaquillonas como de novillitos, cubriendo sus requerimientos energéticos y proteicos gracias al aumento de la cantidad y calidad del forraje.

Resultados obtenidos en el primer muestreo

Los resultados obtenidos en el primer corte, realizado el 29 de agosto del 2014, fueron los siguientes: 185,17 $kg.ha^{-1}$ MS para el testigo, 351,8 $kg.ha^{-1}$ MS para la dosis 50$kg.ha^{-1}$ de fertilizante NPK 5-40-0 (Tratamiento A) y 444,43 $kg.ha^{-1}$ MS para la dosis 120 $kg.ha^{-1}$ de fertilizante NPK 5-40-0 (Tratamiento B).

BLOQUE	TRATAMIENTO	MATERIA SECA	PROMEDIO
1	Testigo	333.3	185.2 $kg.ha^{-1}$
1	50 Kg/Ha	555.6	
1	120 Kg/Ha	611.1	
2	Testigo	111.1	351.86 $kg.ha^{-1}$
2	50 Kg/Ha	166.7	
2	120 Kg/Ha	277.8	
3	Testigo	111.1	444.4 $kg.ha^{-1}$
3	50 Kg/Ha	333.3	
3	120 Kg/Ha	444.4	

Cuadro 1: Resultados obtenidos en la primer cosecha.

En la siguiente tabla (Tabla 1) podemos observar los resultados obtenidos con el programa de computación Infostat, en donde, mediante el test de Tuckey, pudimos llegar a las conclusiones que serán presentadas a continuación de este cuadro:

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Materia Seca	9	0.96	0.91	16.50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	256518.80	4	64129.70	22.01	0.0055
Tratamiento	103576.68	2	51788.34	17.77	0.0102
Bloque	152942.12	2	76471.06	26.24	0.0050
Error	11656.24	4	2914.06		
Total	268175.04	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=157.08692

Error: 2914.0611 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T	185.17	3	31.17	A
50	351.87	3	31.17	B
120	444.43	3	31.17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 1: Resultados obtenidos en el primer muestreo – ANOVA

Si comparamos la producción de materia seca del testigo con la producción de la dosis mas alta de fertilizante (Tratamiento B), podemos observar una diferencia de 259,26 $kg.ha^{-1}$ MS, la cual supera la diferencia mínima significativa que es de 157,08 $kg.ha^{-1}$ MS. Lo mismo ocurre si comparamos la producción del testigo con la producción del Tratamiento A. Sin embargo, al comparar la producción de materia seca de los tratamientos A y B, no ocurre lo mismo. En conclusión, esto nos indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre el testigo no fertilizado y las parcelas fertilizadas, pero no así entre las distintas dosis aplicadas; con lo cual podemos afirmar que se justifica el uso del fertilizante en cualquiera de las dosis aqui utilizadas.

Resultados obtenidos en el segundo muestreo

En el segundo corte realizado el 23 de octubre de 2014 se obtuvieron los siguientes resultados: 370,3 $kg.ha^{-1}$ MS para el testigo; 666,7 $kg.ha^{-1}$ MS para la dosis 50 $kg.ha^{-1}$ de fertilizante NPK 5-40-0 (Tratamiento A) y 925,9 $kg.ha^{-1}$ MS para la dosis 120 $kg.ha^{-1}$ de fertilizante NPK 5-40-0 (Tratamiento B).

BLOQUE	TRATAMIENTO	MATERIA SECA	PROMEDIO
1	Testigo	277.8	370.3 kg.ha^{-1}
1	50 Kg/Ha	777.8	
1	120 Kg/Ha	1166.7	
2	Testigo	388.9	666.7 kg.ha^{-1}
2	50 Kg/Ha	389	
2	120 Kg/Ha	611.1	
3	Testigo	444.4	925.9 kg.ha^{-1}
3	50 Kg/Ha	833.3	
3	120 Kg/Ha	1000	

Cuadro 2: Resultados obtenidos en la segunda cosecha.

En la siguiente tabla (Tabla 2) se pueden observar los resultados analizados con el programa de computación Infostat:

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Materia Seca	9	0.83	0.66	27.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	628919.21	4	157229.80	4.88	0.0770
Tratamiento	463669.69	2	231834.84	7.19	0.0473
Bloque	165249.53	2	82624.76	2.56	0.1921
Error	128934.03	4	32233.51		
Total	757853.24	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=522.44969

Error: 32233.5067 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T	370.37	3	103.66	A	
50	666.70	3	103.66	A	B
120	925.93	3	103.66		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 2: Resultados obtenidos en el segundo muestreo – ANOVA

Si se observan los datos presentados arriba, podemos decir que hay una diferencia de 555,6 kg.ha^{-1} MS entre el testigo sin fertilizar y la dosis mas alta de fertilizante fosforado, la cual supera la DMS (diferencia mínima significativa calculada por el programa). Con esto podemos afirmar que dicha diferencia entre tratamientos es estadisticamente sigificativa. No sucede lo mismo al comparar la

dosis mas baja de fertilizante NPK 5-40-0 con el testigo y tampoco cuando comparamos las dosis entre sí.

Resultados obtenidos en el tercer muestreo

Los datos obtenidos en el tercer corte, realizado el 12 de diciembre de 2014, son los siguientes: 463,2 kg.ha^{-1} MS para el testigo; 1203,7 kg.ha^{-1} para la dosis 50 kg.ha^{-1} de fertilizante NPK 5-40-0 (Tratamiento A) y 1685,6 kg.ha^{-1} MS para la dosis 120 kg.ha^{-1} de fertilizante NPK 5-40-0 (Tratamiento B).

BLOQUE	TRATAMIENTO	MATERIA SECA	PROMEDIO
1	Testigo	1000	463.2 kg.ha^{-1}
1	50 Kg/Ha	1777.8	
1	120 Kg/Ha	2500	
2	Testigo	112	1203.7 kg.ha^{-1}
2	50 Kg/Ha	500	
2	120 Kg/Ha	945	
3	Testigo	277.8	1685.6 kg.ha^{-1}
3	50 Kg/Ha	1333.3	
3	120 Kg/Ha	1612	

Cuadro 3: Resultados obtenidos en la tercera cosecha.

En la siguiente (Tabla 3) podemos observar los resultados obtenidos con el programa de computación Infostat, en donde, mediante el test de Tuckey, pudimos llegar a las conclusiones que serán presentadas a continuación de este cuadro:

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Materia Seca	9	0.96	0.92	19.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4590576.70	4	1147644.17	24.31	0.0046
Tratamiento	2274795.15	2	1137397.57	24.09	0.0059
Bloque	2315781.55	2	1157890.77	24.53	0.0057
Error	188820.60	4	47205.15		
Total	4779397.30	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=632.24498

Error: 47205.1511 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T	463.27	3	125.44	A	
50	1203.70	3	125.44		B
120	1685.67	3	125.44		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 3: Resultados obtenidos en el tercer muestreo – ANOVA

Analizando los datos obtenidos en este corte podemos decir que hay diferencias estadísticamente significativas, es decir que superan la DMS, entre el testigo sin fertilizar y ambas dosis de fertilizante (Tratamientos A y B).

Esto no sucede cuando comparamos los tratamientos A y B entre si, ya que entre ellos solo hay una diferencia de 481,97 $kg.ha^{-1}$ MS la cual no supera la DMS de 632,24 $kg.ha^{-1}$ MS calculada por el programa.

Resultados obtenidos en el cuarto muestreo

Los datos obtenidos en el cuarto muestreo, realizado el 9 de marzo de 2015, son los siguientes: 840,9 $kg.ha^{-1}$ MS para el testigo sin fertilizar; 1537,1 $kg.ha^{-1}$ MS para la dosis 50 $kg.ha^{-1}$ de fertilizante NPK 5-40-0 (Tratamiento A) y 2416 $kg.ha^{-1}$ MS para la dosis 120 $kg.ha^{-1}$ de fertilizante NPK 5-40-0 (Tratamiento B).

BLOQUE	TRATAMIENTO	MATERIA SECA	PROMEDIO
1	Testigo	989	840.9 $kg.ha^{-1}$
1	50 Kg/Ha	2722.2	
1	120 Kg/Ha	3250	
2	Testigo	766.7	1537.1 $kg.ha^{-1}$
2	50 Kg/Ha	1000	
2	120 Kg/Ha	1600	
3	Testigo	767	2416 $kg.ha^{-1}$
3	50 Kg/Ha	889	
3	120 Kg/Ha	2400	

Cuadro 4: Resultados obtenidos en la cuarta cosecha.

En la siguiente tabla (Tabla 4) se pueden observar los resultados analizados con el programa de computación Infostat:

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Materia Seca	9	0.85	0.70	32.53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6167579.42	4	1541894.85	5.70	0.0601
Bloque	2426194.64	2	1213097.32	4.49	0.0950
Tratamiento	3741384.78	2	1870692.39	6.92	0.0503
Error	1081344.51	4	270336.13		
Total	7248923.93	8			

```
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1513.01329
Error: 270336.1278 gl: 4
Tratamiento Medias      n      E.E.
T            840.90     3    300.19      A
50          1537.07     3    300.19      A     B
120         2416.67     3    300.19            B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
```

Tabla 4: Resultados obtenidos en el cuarto muestreo – ANOVA.

Al analizar los resultados obtenidos podemos decir que al comparar el testigo sin fertilizar con el tratamiento B (dosis 120 kg.ha^{-1}) nos encontramos con una diferencia estadísticamente significativa de 1575 kg.ha^{-1} MS, es decir que supera la DMS calculada que tiene un valor de 1513 kg.ha^{-1} MS. Por otro lado, cuando comparamos al testigo con el tratamiento A (dosis 50 kg.ha^{-1}) no podemos afirmar lo mismo, ya que si bien hay una diferencia de 696,2 kg.ha^{-1}, ésta no es significativa. Lo mismo sucede cuando comparamos al tratamiento A con el tratamiento B, es decir que no hay diferencias importantes entre ambos.

Resultados obtenidos en el quinto muestreo

Los datos obtenidos en el quinto muestreo, realizado el 27 de junio de 2015, son los siguientes: 933 kg.ha^{-1} MS para el testigo sin fertilizar; 1400 kg.ha^{-1} MS para la dosis 50 kg.ha^{-1} de fertilizante NPK 5-40-0 (Tratamiento A) y 1733 kg.ha^{-1} MS para la dosis 120 kg.ha^{-1} (Tratamiento B).

BLOQUE	TRATAMIENTO	MATERIA SECA	PROMEDIO
1	Testigo	1300	933 kg.ha^{-1}
1	50 Kg/Ha	2200	
1	120 Kg/Ha	2300	
2	Testigo	700	1400 kg.ha^{-1}
2	50 Kg/Ha	900	
2	120 Kg/Ha	1300	
3	Testigo	800	1733 kg.ha^{-1}
3	50 Kg/Ha	1100	
3	120 Kg/Ha	1600	

Cuadro 5: Resultados obtenidos en la quinta cosecha.

En la siguiente tabla (Tabla 5) podemos observar los resultados obtenidos a partir de los datos anteriores analizados con el programa Infostat:

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Materia Seca	9	0.94	0.89	14.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2531111.11	4	632777.78	16.75	0.0092
Bloque	1562222.22	2	781111.11	20.68	0.0078
Tratamiento	968888.89	2	484444.44	12.82	0.0182
Error	151111.11	4	37777.78		
Total	2682222.22	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=565.59935

Error: 37777.7778 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T	933.33	3	112.22	A	
50	1400.00	3	112.22	A	B
120	1733.33	3	112.22		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 5: Resultados obtenidos en el quinto muestreo – ANOVA.

Analizando los resultados obtenidos con el programa Infostat podemos decir que, al igual que en casos anteriores, si comparamos al testigo sin fertilizar con el tratamiento B (dosis 120 kg.ha^{-1}) encontramos una diferencia de 800 kg.ha^{-1} MS, la cual supera la DMS calculada por el programa que tiene un valor de 565,59 kg.ha^{-1} MS con lo cual podemos decir que hay diferencias significativas entre ambos. Esto no sucede al comparar el testigo sin fertilizar con el tratamiento A (dosis 50 kg.ha^{-1}), ni cuando comparamos los tratamientos A y B entre sí, ya que la diferencia que hay entre estos no supera la DMS.

Productividad total del pastizal natural utilizando distintas dosis de fertilizante

A continuación (Cuadro 6) se presentan los resultados finales como materia seca acumulada para el testigo y para cada uno de los tratamientos:

RESULTADO FINAL - MATERIA SECA ACUMULADA						
TRATAMIENTO	Materia Seca (kg.ha-1)					TOTAL
	29-ago-14	23-oct-14	12-dic-14	09-mar-15	27-jun-15	
Testigo	185.2	370.3	463.2	840.9	933	2792.6
50 kg.ha-1 NPK 5-40-0	351.86	666.7	1203.7	1537.1	1400	5159.36
120 kg.ha-1 NPK 5-40-0	444.4	925.9	1685.6	2416	1733	7204.9

Cuadro 6: Resultado final del ensayo como Materia Seca Acumulada.

En la siguiente tabla (Tabla 6) se presentan los resultados obtenidos al realizar un ANOVA con el programa de computación Infostat:

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Materia Seca Acumulada	9	0.93	0.87	19.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	53970375.67	4	13492593.92	14.37	0.0121
Bloque	24707450.09	2	12353725.04	13.16	0.0174
Tratamiento	29262925.58	2	14631462.79	15.58	0.0129
Error	3755891.83	4	938972.96		
Total	57726267.50	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2819.79307

Error: 938972.9583 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T	2793.03	3	559.46	A	
50	5159.33	3	559.46	A	B
120	7206.03	3	559.46		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 6: Resultados obtenidos para la productividad total – ANOVA.

En la siguiente figura (Fig.10) se presentan gráficamente los resultados obtenidos al analizar la productividad total alcanzada durante el período de ensayo con el programa estadístico Infostat, el cual nos permitirá llegar a las conclusiones finales:

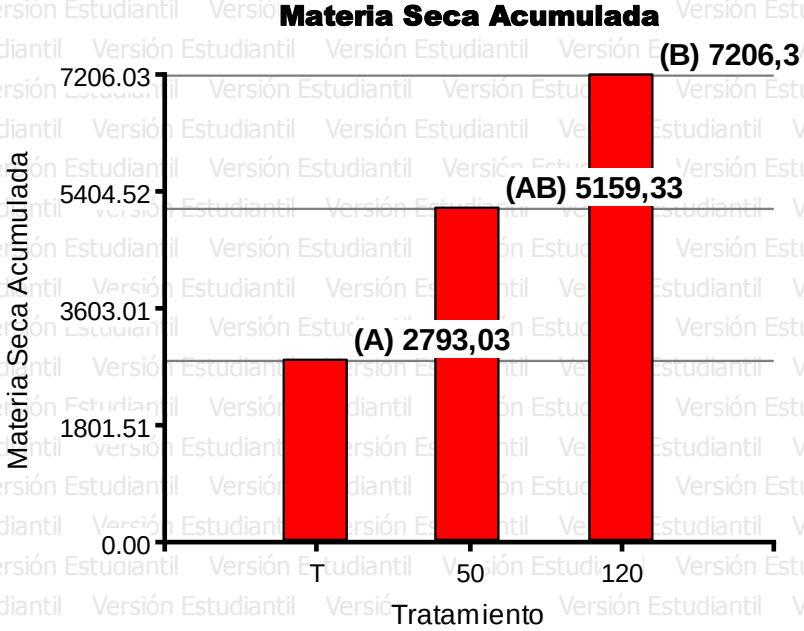


Figura 10: Materia seca acumulada (kg.ha^{-1}) durante el período de ensayo en los distintos tratamientos.

Los promedios de cada tratamiento que tengan letras distintas nos indican diferencias estadísticamente significativas segun la prueba de comparaciones de Tuckey trabajando con un p-valor > 0,05.

Al observar los resultados obtenidos a partir de los datos de materia seca acumulada a lo largo del período de duración del ensayo podemos concluir con suficiente certeza que los resultados logrados con la aplicación de fertilizante resultaron muy alentadores cuando la dosis utilizada fue de 120 kg.ha^{-1}. Esta notoria diferencia de 4413 kg.ha^{-1} es estadísticamente significativa ya que supera la DMS calculada por el programa que fue de 2819,8 kg.ha^{-1}.

En cuanto al tratamiento con 50 kg.ha^{-1} de fertilizante NPK 5-40-0 comparado al testigo sin fertilizar, no podemos afirmar que hayan diferencias significativas ya que, si bien hay diferencias, éstas no superan la DMS. Exactamente lo mismo sucede al comparar ambos tratamientos (Dosis 50 y Dosis 120) entre sí.

Cabe destacar que al analizar individualmente cada corte no siempre se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos A y B, pero siempre las encontramos entre el testigo sin fertilizar y la dosis más alta de fertilizante fosforado (120 kg.ha^{-1}), con lo cual ya podíamos intuir el resultado final.

Estos resultados se asemejan a los de anteriores experimentos en ambientes similares. Por ejemplo, Costa y García (1997) evaluaron la respuesta al agregado de fósforo y nitrógeno en suelos natracuoles de la pampa deprimida sobre pastizales naturales. El nitrógeno presento una respuesta lineal hasta los 200 $kg.ha^{-1}$ con dosis de 50 o 100 kg $P_2O_5.ha^{-1}$, observandose interacción significativa entre ambos nutrientes.

Otros estudios realizados sobre pastizales naturales de la pampa deprimida (Rubio et al. 1995), demostraron que la respuesta al agregado de fósforo y nitrógeno, en primavera temprana y tardía, en plantas del grupo C4 (como por ejemplo *Setaria sp.*) fue muy buena, ya que incrementaron su producción de biomasa aérea en un 80% respecto a un testigo sin fertilizar en el tratamiento NP (con nitrógeno y fósforo) para aplicaciones en primavera temprana y con respuestas aún mayores para aplicaciones en primavera tardía. En ambas épocas, las mayores respuestas se verificaron ante el agregado de fósforo. El efecto del agregado de nitrógeno sobre la acumulación de biomasa aérea sólo fue significativo en combinación con fósforo.

Por todo lo anteriormente dicho podemos decir que la dosis que se recomienda aplicar es la de 120 $kg.ha^{-1}$ de fertilizante NPK 5-40-0. No solo se debe pensar en el aumento de la producción de biomasa del campo natural, sino además en la futura mejora de la calidad del mismo, debido a que la fertilización traerá aparejado un enriquecimiento del suelo, tanto en sus características químicas como físicas por aporte de materia orgánica.

Conclusiones

La producción de biomasa lograda en el campo natural cuando se utilizó la dosis 120 $kg.ha^{-1}$ de fertilizante NPK 5-40-0 fue muy alentadora ya que superó ampliamente a la que se logra normalmente cuando no se recurre a la práctica de fertilización. Hay una diferencia de 4413 $kg.ha^{-1}$ MS entre la producción lograda con la dosis recomendada y la lograda con el testigo sin fertilizar. Cabe destacar que el fósforo es un elemento que interacciona con el suelo, por lo cual es importante mencionar que el pH del horizonte A, principal zona de exploración de raíces, es uno en el cual la disponibilidad de fósforo es alta, sin embargo en el horizonte B con un pH mas alto, con vestigios de calcareo y alto contenido de arcillas, la disponibilidad es mucho mas reducida.

Este aumento de productividad nos permitiría aumentar la carga del campo natural. Esto es muy importante porque en el sistema pastoril, la carga animal es uno de los factores que, junto a la ganancia individual de peso, determinan la producción de carne por hectárea.

Como se mencionó anteriormente, a la hora de decidir implementar esta práctica es importante pensar en que los beneficios que se obtendrán, no solo vendrán de la mano del aumento de la biomasa cosechable sino también se debe considerar que la zona en donde se realizó el ensayo es muy deficiente en fósforo, por lo cual, por medio de la fertilización, este nutriente irá en aumento enriqueciendo el suelo y mejorando la calidad del campo natural. Por ejemplo, en el potrero en que se realizó el ensayo se observó una pequeña cantidad de *Lotus tenuis*, el cual se verá muy favorecido por la aplicación de fósforo, con lo cual se espera que aumente su frecuencia y producción. Esto puede ser muy beneficioso debido a que, por las características de esta especie, se podría aumentar el stock de recría en el establecimiento y su eficiencia.

Anexos

A continuación se presentan los supuestos que deben ser cumplidos en los ANOVA realizados con anterioridad.

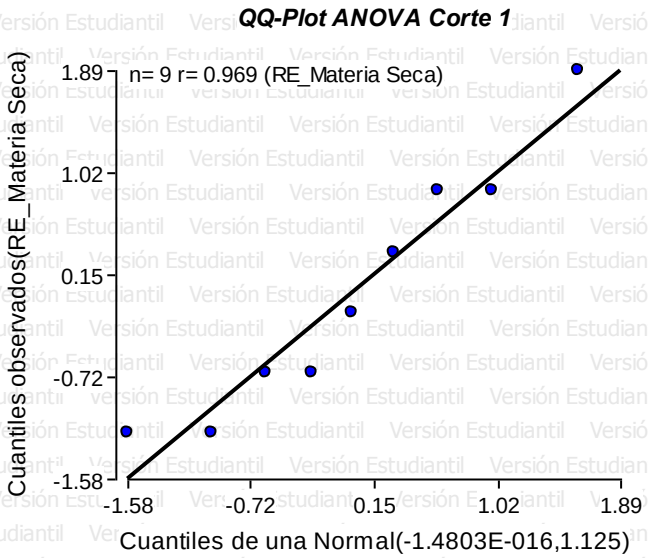
Supuestos para el ANOVA realizado en el corte 1

Aleatoriedad y muestras independientes

Este supuesto se cumple debido a que los tratamientos fueron asignados al azar dentro de los bloques y las respuestas en los bloques son independientes entre sí.

Normalidad

- Gráficamente:



Los datos quedan alineados con lo cual podemos afirmar que la distribución es normal. A continuación se comprobará analíticamente dicha normalidad.

- Analíticamente:

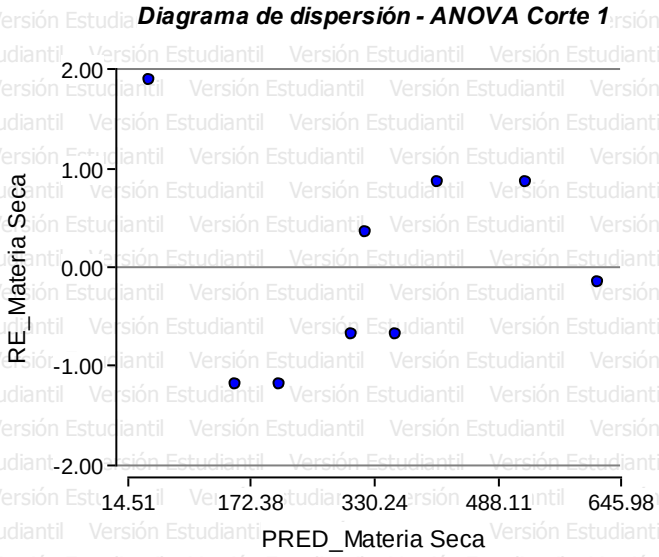
Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE_Materia Seca	9	0.00	1.06	0.91	0.4033

No hay suficiente evidencia para rechazar H0 (la variable tiene un buen ajuste a la distribución normal) por lo cual podemos decir que se cumple el supuesto de normalidad.

Homocedasticidad

- Gráficamente:



- Analíticamente:

Análisis de la varianza

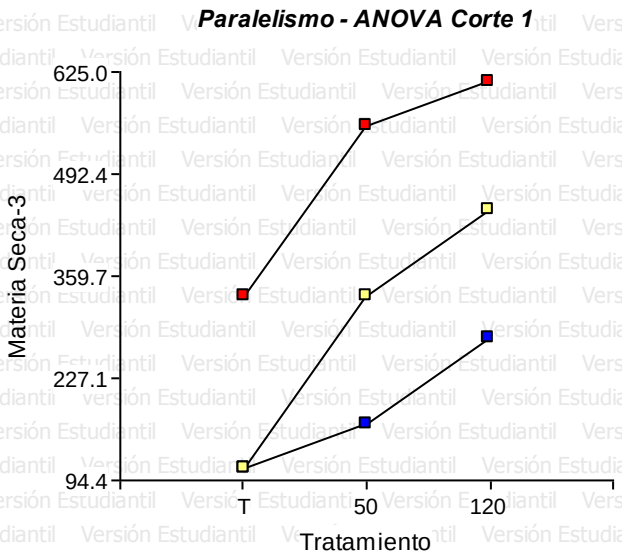
Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RABS_Materia Seca	9	0.35	0.13	54.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	948.05	2	474.03	1.62	0.2732
Tratamiento	948.05	2	474.03	1.62	0.2732
Error	1752.02	6	292.00		
Total	2700.08	8			

No hay suficientes evidencias para rechazar H0 (Las varianzas son homogeneas), con lo cual podemos decir que el supuesto de homocedasticidad se cumple.

Paralelismo



En el gráfico se puede observar el paralelismo, lo cual nos indica que el efecto del bloque es igual siempre en los distintos tratamientos.

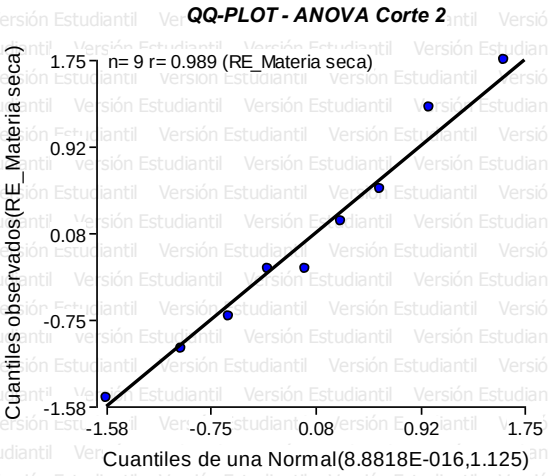
Supuestos para el ANOVA realizado en el corte 2

Aleatoriedad y muestras independientes

Este supuesto se cumple debido a que los tratamientos fueron asignados al azar dentro de los bloques y las respuestas en los bloques son independientes entre sí.

Normalidad

- Gráficamente:



Los datos quedan alineados con lo cual podemos afirmar que la distribución es normal. A continuación se comprobará analíticamente dicha normalidad.

- Analíticamente:

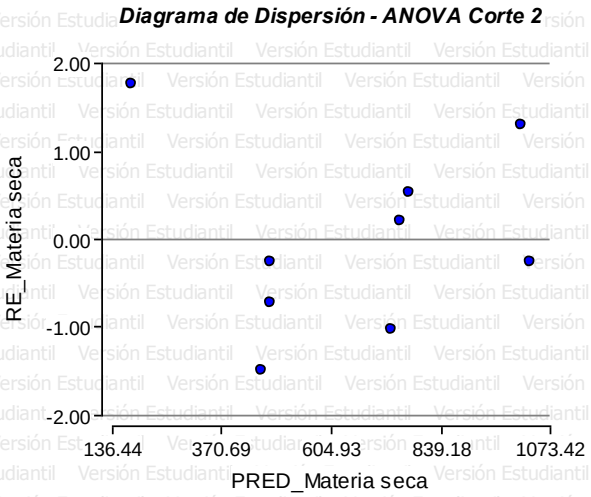
Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE_Materia seca	9	0.00	1.06	0.95	0.8053

No hay suficiente evidencia para rechazar H0 (la variable tiene un buen ajuste a la distribución normal) por lo cual podemos decir que se cumple el supuesto de normalidad.

Homocedasticidad

- Gráficamente:



- Analíticamente:

Análisis de la varianza

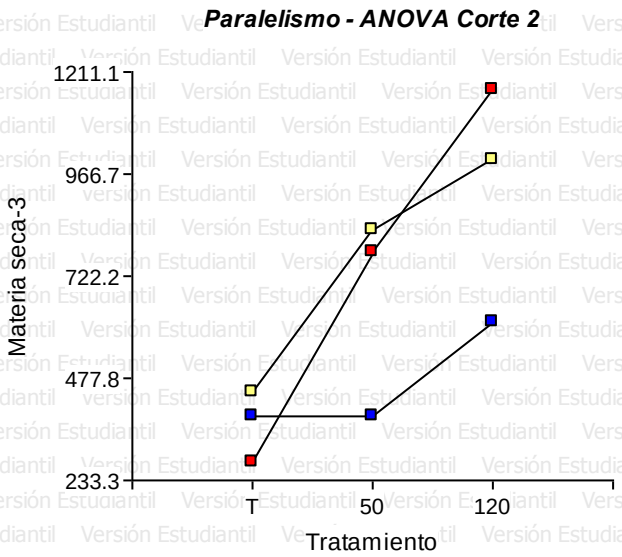
Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RABS_Materia seca	9	0.26	0.02	68.84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10202.52	2	5101.26	1.07	0.3994
Tratamiento	10202.52	2	5101.26	1.07	0.3994
Error	28504.70	6	4750.78		
Total	38707.22	8			

No hay suficientes evidencias para rechazar H0 (Las varianzas son homogeneas), con lo cual podemos decir que el supuesto de homocedasticidad se cumple.

Paralelismo



Con excepcion del bloque 1, que por algún motivo esta haciendo "ruido", se cumple el paralelismo en general.

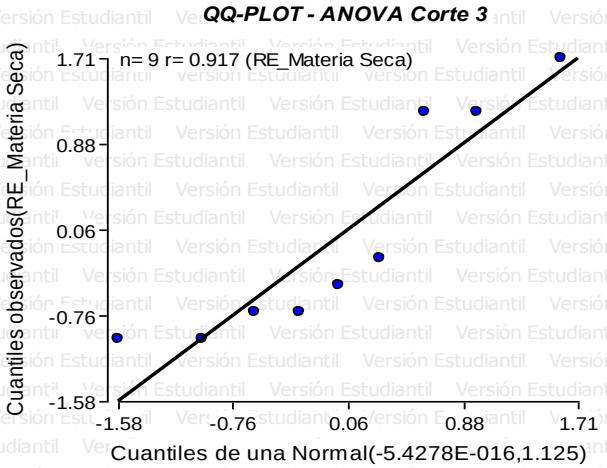
Supuestos para el ANOVA realizado en el corte 3

Aleatoriedad y muestras independientes

Este supuesto se cumple debido a que los tratamientos fueron asignados al azar dentro de los bloques y las respuestas en los bloques son independientes entre sí.

Normalidad

- Gráficamente:



- Analíticamente:

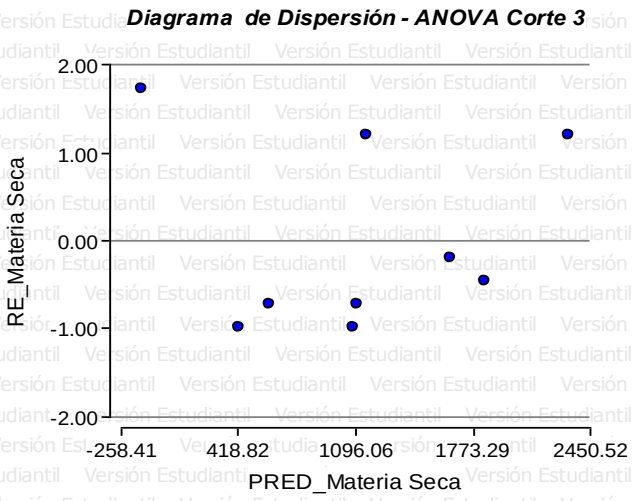
Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE_Materia Seca	9	0.00	1.06	0.79	0.0215

En este caso, la distribucion no se ajusta a la normalidad, pero debido a que el diseño es balanceado y que el ANOVA es bastante robusto a la falta de normalidad, no consideramos a esto como un problema grave.

Homocedasticidad

- Gráficamente:



- Análiticamente:

Análisis de la varianza

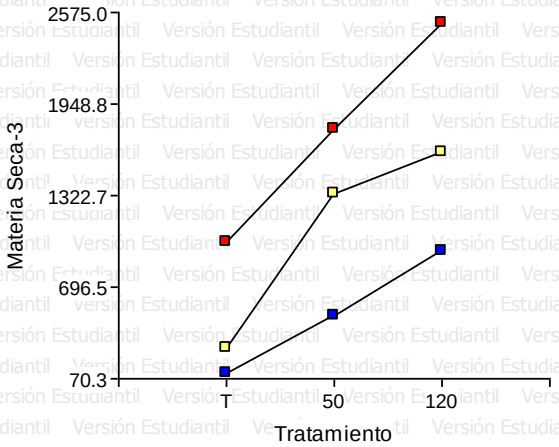
Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RABS_Materia Seca	9	0.15	0.00	51.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4944.62	2	2472.31	0.53	0.6116
Tratamiento	4944.62	2	2472.31	0.53	0.6116
Error	27763.20	6	4627.20		
Total	32707.81	8			

No hay suficientes evidencias para rechazar H0 (Las varianzas son homogeneas), con lo cual podemos decir que el supuesto de homocedasticidad se cumple.

Paralelismo



En el gráfico se puede observar el paralelismo, lo cual nos indica que el efecto del bloque es igual siempre en los distintos tratamientos.

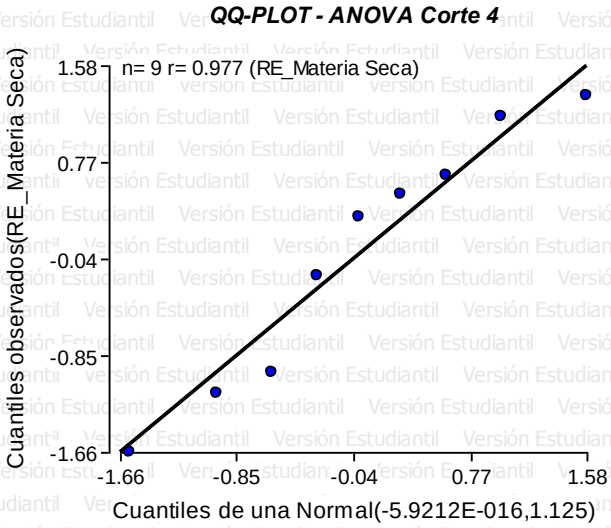
Supuestos para el ANOVA realizado en el corte 4

Aleatoriedad y muestras independientes

Este supuesto se cumple debido a que los tratamientos fueron asignados al azar dentro de los bloques y las respuestas en los bloques son independientes entre sí.

Normalidad

- Gráficamente:



Los datos quedan alineados con lo cual podemos afirmar que la distribución es normal. A continuación se comprobará analíticamente dicha normalidad.

- Analíticamente:

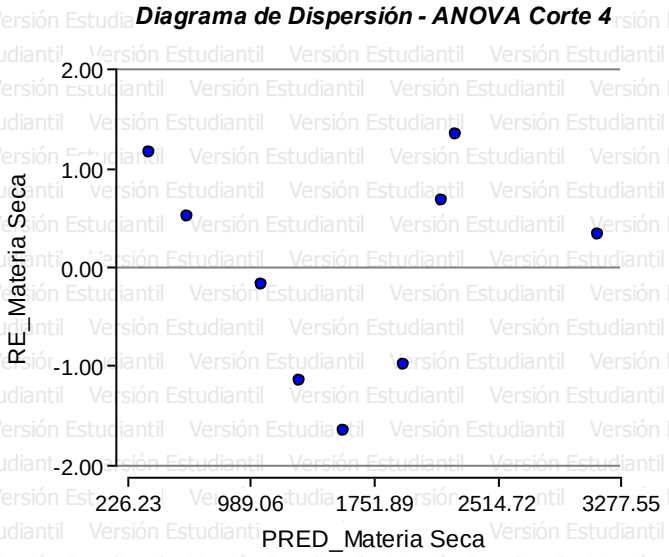
Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE_Materia Seca	9	0.00	1.06	0.91	0.4285

No hay suficiente evidencia para rechazar H0 (la variable tiene un buen ajuste a la distribución normal) por lo cual podemos decir que se cumple el supuesto de normalidad.

Homocedasticidad

- Gráficamente:



- Analíticamente:

Análisis de la varianza

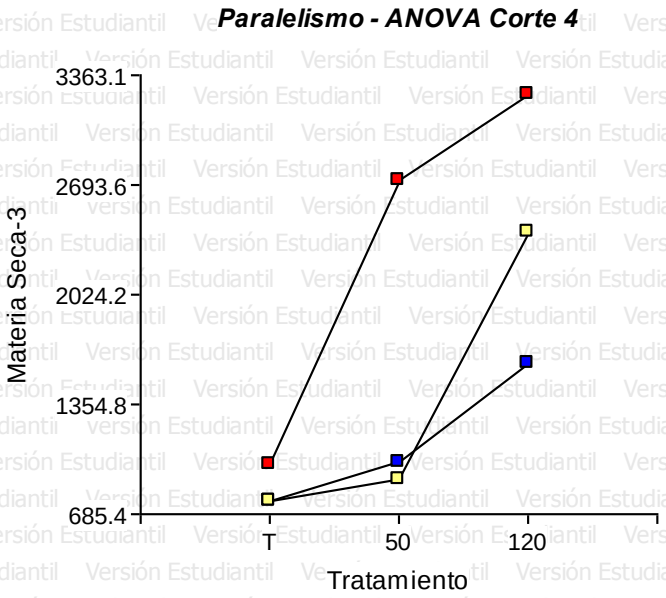
Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RABS_Materia Seca	9	0.15	0.00	59.84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	36344.47	2	18172.24	0.54	0.6079
Tratamiento	36344.47	2	18172.24	0.54	0.6079
Error	201391.80	6	33565.30		
Total	237736.28	8			

No hay suficientes evidencias para rechazar H0 (Las varianzas son homogeneas), con lo cual podemos decir que el supuesto de homocedasticidad se cumple.

Paralelismo



Con excepción de uno de los puntos, se puede decir que hay en general paralelismo.

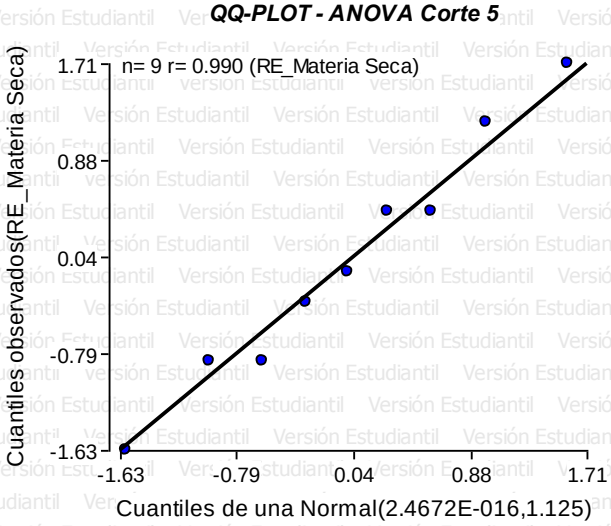
Supuestos para el ANOVA realizado en el corte 5

Aleatoriedad y muestras independientes

Este supuesto se cumple debido a que los tratamientos fueron asignados al azar dentro de los bloques y las respuestas en los bloques son independientes entre sí.

Normalidad

- Gráficamente:



Los datos quedan alineados con lo cual podemos afirmar que la distribución es normal. A continuación se comprobará analíticamente dicha normalidad.

- Analíticamente:

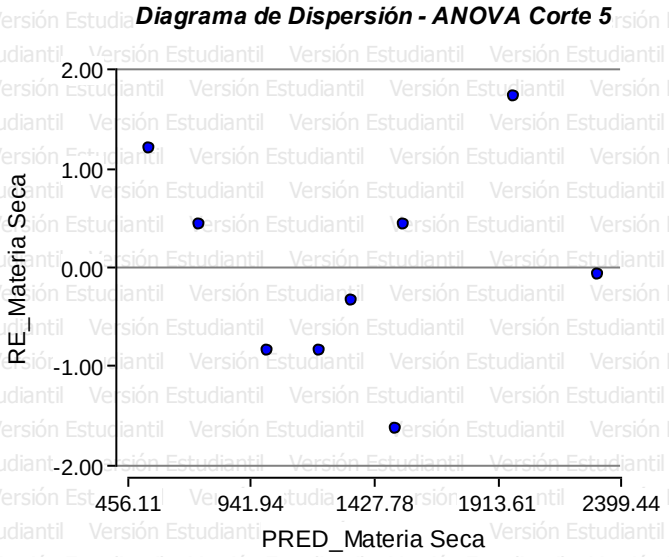
Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE_Materia Seca	9	0.00	1.06	0.96	0.8779

No hay suficiente evidencia para rechazar H0 (la variable tiene un buen ajuste a la distribución normal) por lo cual podemos decir que se cumple el supuesto de normalidad.

Homocedasticidad

- Gráficamente:



- Analíticamente:

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RABS_Materia Seca	9	0.52	0.35	55.39

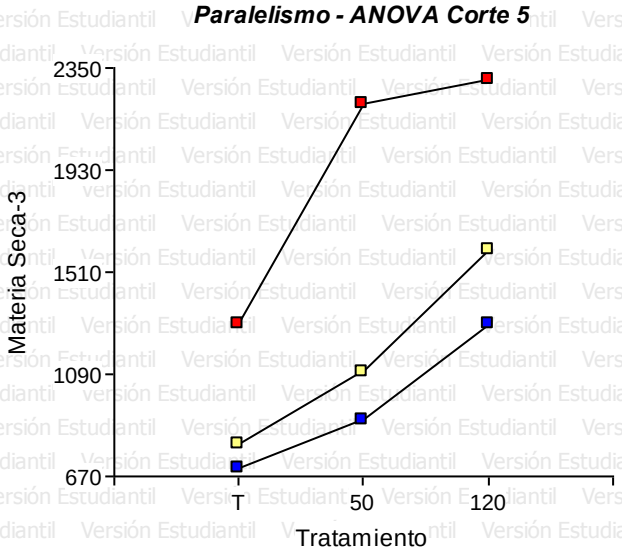
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23155.01	2	11577.50	3.20	0.1135
Tratamiento	23155.01	2	11577.50	3.20	0.1135
Error	21728.40	6	3621.40		
Total	44883.40	8			

No hay suficientes evidencias para rechazar H0 (Las varianzas son homogeneas), con lo cual podemos decir que el supuesto de homocedasticidad se cumple.

Versión Estudiantil

Paralelismo



En el gráfico se puede observar el paralelismo, lo cual nos indica que el efecto del bloque es igual siempre en los distintos tratamientos.

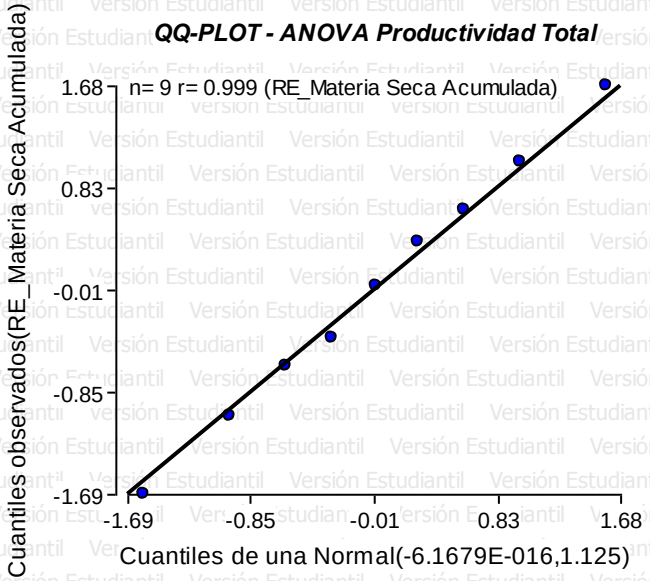
Supuestos para el ANOVA realizado en la productividad total

Aleatoriedad y muestras independientes

Este supuesto se cumple debido a que los tratamientos fueron asignados al azar dentro de los bloques y las respuestas en los bloques son independientes entre sí.

Normalidad

- Gráficamente:



Los datos quedan alineados con lo cual podemos afirmar que la distribución es normal. A continuación se comprobará analíticamente dicha normalidad.

- Analíticamente:

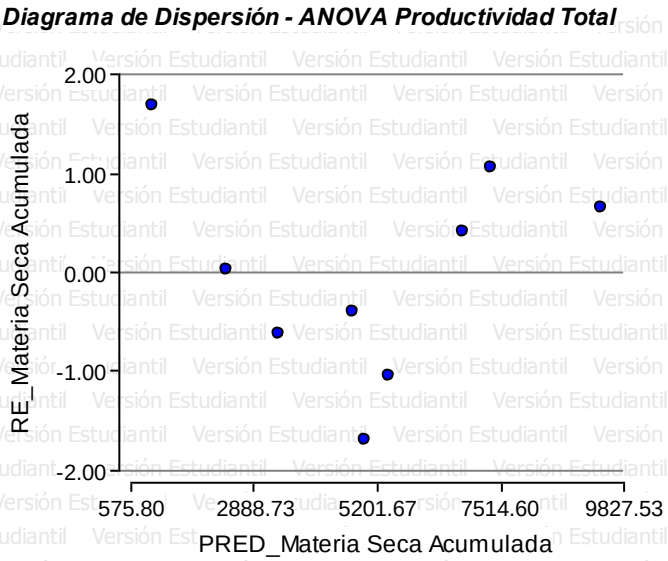
Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(UnilateralD)
RE_Materia Seca Acumulada	9	0.00	1.06	0.98	0.9697

No hay suficiente evidencia para rechazar H0 (la variable tiene un buen ajuste a la distribución normal) por lo cual podemos decir que se cumple el supuesto de normalidad.

Homocedasticidad

- Gráficamente:



- Analíticamente:

Análisis de la varianza

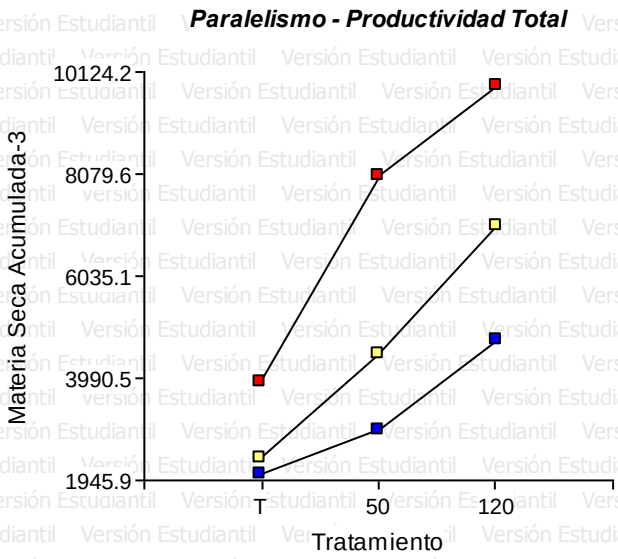
Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RABS_Materia Seca Acumulad..	9	0.14	0.00	73.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	156529.97	2	78264.99	0.50	0.6323
Tratamiento	156529.97	2	78264.99	0.50	0.6323
Error	948037.16	6	158006.19		
Total	1104567.13	8			

No hay suficientes evidencias para rechazar H0 (Las varianzas son homogeneas), con lo cual podemos decir que el supuesto de homocedasticidad se cumple.

Paralelismo



En el gráfico se puede observar el paralelismo, lo cual nos indica que el efecto del bloque es igual siempre en los distintos tratamientos.

Carta de suelos – Serie La Escocia

SERIE LA ESCOCIA (LEs)

Es un suelo gris muy oscuro, moderadamente profundo y de aptitud ganadera que se encuentra en posición de tendido (relieve subnormal) del derrame con "tosca" generalizada de la Subregión Sierra y Pedemonte del Sistema de Tandilia, pobremente drenado, desarrollado sobre sedimentos loéssicos finos, con fuerte grado de desarrollo, alcalino después de los 42 cm., no salino, con pendientes de 0-1%.

Clasificación taxonómica:
NatrudolPetrocálcico, Fina, illítica, moderadamente profunda, térmica (USDA- Soil Taxonomy V. 2006).
Natracuol Típico, Fina, illítica, moderadamente profunda, térmica (USDA-7ª Aprox. ST V.1975).

Descripción del perfil típico: 7/1581 C. Fecha de extracción de muestras, 25 de febrero de 1971.

A	0-21 cm; gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo; gris oscuro (10YR 4/1) en seco; franco limoso; bloques subangulares medios fuertes; friable; moteados comunes, finos y precisos; no plástico; no adhesivo; raíces comunes; límite inferior abrupto y ondulado.
Bt	21-42 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; arcillo limoso; prismas compuestos irregulares, medios y moderados; ligeramente firme; plástico; adhesivo; moteados comunes finos y débiles; raíces escasas; límite inferior claro y ondulado.
Btkn	42-58 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; arcilloso; prismas compuestos irregulares, medios, moderados; firme; muy plástico, adhesivo; abundantes concreciones de carbonato de calcio; abundantes barnices húmico arcillosos; moteados comunes finos y débiles; límite inferior abrupto y ondulado.
2Ckkm	58-100 cm; "tosca" en plancha.

Observaciones: El perfil está interrumpido entre 50 y 100 cm. de profundidad por una plancha de tosca cementada. Otros perfiles 23/802/C.

Ubicación del Perfil: Latitud S 36º 41' 40". Longitud W 60º 13' 10". Altitud 133 m.s.n.m. a 24 km. al sur-suroeste de Olavarría, cabecera del partido, provincia de Buenos Aires. Fotomosaico I.G.M. 3760-15-2, Estación Teniente General Miñana.

Variabilidad de las características: Espesor del A (15 a 22 cm.), con Chromas más oscuros que (10YR 3/1) en húmedo; franco; profundidad del Bt (50 cm.), franco arcilloso a arcilloso, alcalinidad entre los 20 a 50 cm., la profundidad del "solum" varía entre 42 a 100 cm.

Fases: Por alcalinidad, anegabilidad.

Series similares: Santa Paula.

Suelos asociados: Formando asociaciones y complejos con Balcarce, Blanca Chica, Chelforó, Coronel Bunge, Ea. Aldecoa, Estación Quilcó, Gral. Guido, Gral. Lamadrid, La Alianza, La Barrancosa, La Delicia, La Loma, La Nueva Esperanza, La Tigra, Las Margaritas, Las Martinetas, Miñana, Napaleufú, Olavarría, Sierra Chica y Tandileufú.

Distribución geográfica: Partidos de Azul, Bolívar, General Alvear, Gral. Lamadrid, Laprida, Tapalqué, en las Hojas I.G.M. 3760-7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 27.

Drenaje y permeabilidad: Algo pobremente drenado, escurrimiento lento, permeabilidad muy lenta, napa freática profunda.

Uso y vegetación: Ganadero. Pasturas naturales: Cebadilla (Bromusunioloides), Artemisia (Artemisia verlotorum), Cardo (Cynaracardunculus), Plumerillo (Oxipetalumsolanoides).

Capacidad de uso: VI ws

Limitaciones de uso: Drenaje, alcalinidad y profundidad.

Índice de productividad según la región climática: 11,2

Rasgos diagnósticos: Régimen de humedad údico, epipedónmólico, horizonte argílico con 37 cm. de espesor, (Rel.arc. B/A > 1.2), horizonte nátrico (19% de Na+), horizonte petrocálcico 2Ckkm ("plancha de tosca") dentro del metro de profundidad.

Datos Analíticos:

Horizontes	A	Bt	Btkn	2Ckn
Profundidad (cm)	3-10	26-38	42-58	58-100
Mat. orgánica (%)	6,17	1,45	0,57	S/D
Carbono total (%)	3,58	0,84	0,34	S/D
Nitrógeno (%)	0,301	0,076	0,053	S/D
Relación C/N	12	11	7	S/D
Arcilla < 2 µ (%)	24,3	42,3	54,0	S/D
Limo 2-20 µ (%)	29,5	24,9	21,6	S/D
Limo 2-50 µ (%)	56,9	42,5	31,5	S/D
AMF 50-75 µ (%)	0	0	0	S/D
AMF 75-100 µ (%)	0	0	0	S/D
AMF 50-100 µ (%)	15,1	14,4	13,6	S/D
AF 100-250 µ (%)	3,7	0,8	0,6	S/D
AM 250-500 µ (%)	0	0	0	0
AG 500-1000 µ (%)	0	0	0	0
AMG 1-2 mm (%)	0	0	0	0
Calcáreo (%)	0	Vest	0,3	S/D
Eq.humedad (%)	30,5	43,7	65,1	S/D
Re. pasta Ohms	4410	1940	1455	S/D
Cond. mmhos/cm	S/D	S/D	S/D	S/D
pH en pasta	6,5	8,0	8,3	S/D
pH H_2O 1:2,5	7,0	8,7	9,2	S/D
pH KCL 1:2,5	5,2	6,0	7,0	S/D
CATIONES DE CAMBIO				
Ca++ m.eq./100gr	14,7	S/D	S/D	S/D
Mg++ m.eq./100gr	5,8	S/D	S/D	S/D
Na+ m.eq./100gr	0,9	5,0	8,2	S/D
K m.eq./100gr	1,3	2,0	2,6	S/D
H m.eq./100gr	6	S/D	S/D	S/D
Na (% de T)	3,89	13	19	S/D
Suma de Bases	22,7	S/D	S/D	S/D
CIC m.eq./100gr	23,1	38,6	42,3	S/D
Sat. con bases (%)	79	S/D	S/D	S/D
NA: No analizado	S/D: Sin datos			

Informe TecnoAgro

Tecnoagro S.R.L. - Laboratorio Inagro Informe Nro.:32017

Girardot 1331 (C1427AKC) C.A.B.A.
(011) 4553 2474 (rot.) laboratorio@tecnoagro.com.ar
www.tecnoagro.com.ar

INFORME DE ENSAYOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DE SUELO

14 01215 **Lote: 10 Via**
Prof (cm): 0-20
Remitente: ASTECNA S.R.L.

Cliente:
Recibido: 25/03/2014
Establecimiento: ASTECNA S.R.L.

ENSAYO	UNIDAD	VALOR	CALIFICACIÓN
pH en agua (1:2,5 p/p)	---	7.4	Levemente alcalina
Conductividad eléctrica en extracto de saturación	dS/m	1.5	No salino
Carbono orgánico	%	1.89	
Materia orgánica	%	3.26	Bien provisto
Fósforo extractable (Bray 1)	ppm	5.5	Bajo

14-01216 **Lote: 10 Via**
Prof (cm): 20-40
Remitente: ASTECNA S.R.L.

Cliente:
Recibido: 25/03/2014
Establecimiento: ASTECNA S.R.L.

ENSAYO	UNIDAD	VALOR	CALIFICACIÓN
pH en agua (1:2,5 p/p)	---	8.9	Fuertemente alcalina
Conductividad eléctrica en extracto de saturación	dS/m	1.3	No salino

Este informe se refiere solamente a la/s muestra/s analizada/s.
Este informe sólo es válido con la firma original.

Buenos Aires, 31/03/2014

JOSE A. LAMELAS
Ing. Agr. M.P.N°. 10.716
TECNOAGRO S.R.L. - LABORATORIO INAGRO

Fotos del ensayo

Foto 1: Imágen del bloque número 1.

Foto 2: Imágen del *Lotus tenuis*

Bibliografia

- Ayala Torales, A., Moauro, P., Rodriguez, D. 1989; "Comportamiento de Lotus corniculatus y Lotus tenuis bajo diferentes niveles de fosforo disponible". Revista Argentina de produccion animal, suplemento 9.

- BailleresMatias, Daniel Sarena, 2008. "Promoción estival de lotus tenuis". Chacra experimental integrada chascomus.

- Burkart, A. 1952. "Las Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas". 2ª ed. Acme Agency. Bs. As.

- Costa J.L. y García F.O. 1997. Respuesta de un pastizal natural a la fertilización con P y N en un natracuol. RIA, 28 (2): 31-39.

- Deregibus, V.A. y Cahuepe, M, 1983. "Pastizales Naturales de la Depresión del Salado: Utilización basada en conceptos ecológicos". Revista de Investigación Agropecuaria, RIA-INTA, vol. XVIII, Nº 1: 47-78.

- Díaz-Zorita, M. 1997. "Pasturas mixtas y templadas". En Melgar, R. y M. Díaz-Zorita (eds.), "La fertilización de cultivos y pasturas". Editorial Hemisferio sur, Buenos Aires, Argentina. p. 161-174.

- Etcheverría, D., Wernli, C., y Cosio, F. 1986. "Características nutricionales de una pradera naturalizada de lotera de hoja angosta (Lotus tenuis Wald et Kit). II. Variación en la calidad de las plantas en el tiempo". Agricultura técnica, 46: 245 – 252.

- Fernández Grecco, R., A.E. Mazzanti y H. Echeverría. 1995. "Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento de forraje de un pastizal natural de la pampa deprimida bonaerense". XIV Reunión Latinoamericana de Producción Animal. 19° Congreso Argentino de Producción Animal. Mar del Plata. Argentina. 26 de noviembre al 1 de diciembre de 1995. p. 173-176.

- FernandezGrecco, R. - 1999. "Principios de Manejo de Campo Natural". Materiales Didácticos Nº 9. 2ª Edic., CERBAS-INTA Balcarce, ISSN 0328-1280, p.110.

- Fernandez Grecco, R. 2007. “Fertilizacion nitrogenada sobre campo natural, ¿Buena inversion?”. EEA INTA Balcarce.

- Ferrari, Liliana y Maddaloni, José (editores). 2005. “Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina”. 2ª Edic. INTA y Facultad de Cs. Agrarias.

- García, J.A., 1996.“Producción de Forraje de pasturas cultivadas en la región litoral sur”. S.T. nº 80. INIA

- Garcia, Fernando Oscar et al., 2002. “Fertilización de forrajes en la región pampeana”. Primera edición – Buenos Aires, Argentina. p.29.

- León, R. 1975. “Las comunidades herbáceas de la región Castelli-Pila”. Monografía 5, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, p. 73-132.

- León, R.; Burkart, S. y Movia, C.- 1979. “Relevamiento Fitosociológico del Pastizal del Norte de la Depresión del Salado”. La Vegetación de la República Argentina, Serie Fitogeográfica Nº 17. Sec. de Est. de Agricultura y Ganadería – INTA, p. 94.

- Martinefsky, María Julia y Recavarren, Paulo. 2014. “Informe de pastizales naturales del partido de Olavarría”. Extensionistas INTA Olavarría, EEA Balcarce.

- Miñón, D., Sevilla, G., Montes, L. y Fernández, O.N. 1990. “Lotus tenuis: leguminosa forrajera para la Pampa Deprimida”. Boletín Técnico 98. Unidad Integrada Balcarce.

- Mufarrege, D 1999. “Los minerales en la alimentación de vacunos para carne en la Argentina”. Trabajo de Divulgación Técnica Estación Experimental Agropecuaria INTA Mercedes, Corrientes Argentina.

- Pesqueira, J. (Tesis doctoral). 2008. “Cambios bioquímicos, morfológicos y eco fisiológicos en plantas del género Lotus bajo estrés salino”. Valencia, U.P.D.E.

- Quintero, C.E. y Boschetti, N.G. 2000. “Manejo del fosforo en pasturas”. Página: www.fertilizando.com

- Refi, R., Navarro, C. y Escuder, C. 1989. “Estimaciones de la fijación simbiótica de nitrógeno en pasturas bajo pastoreo de trébol blanco, lotus y festuca alta”. Revista Argentina de Producción Animal Suplemento 1: p. 35-36.

- Rodríguez Palma, R.M, Mazzanti, A.E. Agnusdei, M.G., Fernández Grecco, R. y Albanese, P. 1997. “Fertilización nitrogenada y productividad animal en pastizales de la Pampa Deprimida Argentina”. Revista Argentina de Producción Animal. Vol 17. Suplemento 1.

- Rubio G; Lavado R.S. y GutierrezBohem F. 1995. Fertilización de pastizal natural: Respuesta de las especies C3 y C4. Actas XVII Reunión Argentina de Ecología. p. 208.

- Rubio G; Taboada M. A.; Lavado R.S.; Rimski-Korsakov H. y Zubillaga M.S. 1997. “Acumulación de biomasa, N y P en un pastizal natural fertilizado de la Pampa Deprimida, Argentina”. Ciencia del suelo 15: p. 48-50.

- Soriano, A. 1975.- “Productividad primaria neta de sistemas herbáceos”. Monografía 5. CIC, La Plata, Pcia. de Bs. As.: 9-17.

- Torres Duggan, M. y Lemos, J. 2008. “Influencia de la fertilización con nitrogeno y azufre sobre la produccion de forraje de raigras anual”.

- Ulyatt,M., Lancashire, J. And Jones, W. 1997. “The nutritivevalue of legumes”. Proccedings of the New ZealandGrasslandAssociation.