



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

INIA TREINTA Y TRES - ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL ESTE

JORNADA ANUAL DE PRODUCCIÓN ANIMAL

UNIDAD EXPERIMENTAL PALO A PIQUE

22 DE OCTUBRE DE 1998

PRODUCCIÓN ANIMAL

RESULTADOS EXPERIMENTALES 1997-1998

Agroclimatología

Alvaro Roel

Programa Nacional Plantas Forrajeras

Walter Ayala
Raúl Bermúdez
Milton Carámbula

Programa Nacional Bovinos para Carne

Graciela Quintans
Guillermo Scaglia

Programa Nacional Cereales de Verano y Oleaginosas

José Terra

Programa Nacional Ovinos

Roberto San Julián

Economía Agrícola

Gustavo Ferreira

Unidad de Difusión

Horacio Saravia

Departamento de Calidad de Carne INAC

Gustavo Cánepa
Luis Castro
Ricardo Robaina

Asesor de INIA en Manejo y Conservación de Suelos

Fernando García

**ESTUDIO COMPARATIVO DE DIFERENTES FUENTES Y DOSIS DE FÓSFORO
SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE UN MEJORAMIENTO
EXTENSIVO CON TRÉBOL BLANCO Y LOTUS**

Raúl Bermúdez*
Milton Carámbula**
Walter Ayala***

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por finalidad lograr mayor información sobre la respuesta de los mejoramientos extensivos con trébol blanco y lotus a la fertilización fosfatada en un suelo representativo de la Región Este.

Para tal fin, se encuentra en marcha un estudio comparativo sobre los efectos de diferentes fuentes y dosis de fósforo en el comportamiento productivo de la pastura, medido a través no sólo de la materia seca total del mejoramiento sino, particularmente, de la materia seca alcanzada por trébol blanco y lotus en forma individual.

La presencia de estas especies, con necesidades dispares de fósforo para su crecimiento y desarrollo, permite efectuar un estudio exhaustivo sobre el valor de cada fuente y dosis de este elemento, al presentar el lotus mayor eficiencia que el trébol blanco en la utilización del citado nutriente. Ello se debería, al menos parcialmente, a que el lotus posee sistemas radiculares que exploran mejor el suelo y a que en sus células, normalmente de mayor tamaño, se produce una elevada acumulación de fósforo. Como consecuencia de dicho comportamiento fisiológico, mientras el

lotus presenta producciones más importantes de materia seca sin fósforo o con dosis bajas de este nutriente, poseyendo sin embargo una capacidad menor para responder a dosis altas del mismo; el trébol blanco muestra un comportamiento claramente inverso.

Como se ha expresado previamente, estas características opuestas en ambas especies permiten definir pautas de manejo de fertilización frente a diferentes fuentes y dosis de fertilizantes fosfatados, y por lo tanto propender a una mejor utilización de los mismos por parte de los productores.

El énfasis actual sobre una práticamente eficiente y de bajos insumos así lo exige.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la Unidad Experimental Palo a Pique entre 1995 y 1998 sobre un Argisol de la Unidad Alférez que presentaba los siguientes valores: pH(H₂O)= 5.3; Materia Orgánica= 5%; Fósforo Bray 1= 1.6 ppm y Potasio= 0.47 meq/100g. El tapiz natural es agresivo y entramado con una marcada predominancia de especies estivales, en especial la asociación *Paspalum notatum-Axonopus affinis*.

El mejoramiento fue instalado el 23/05/95 consistiendo en la introducción de trébol blanco cv. Zapicán (4.5 kg/ha) y lotus cv. San Gabriel (8 kg/ha) mediante siembra al voleo en cobertura sobre el tapiz, previo acondicionamiento del mismo a

* Ing. Agr., M. Phil. Programa Plantas Forrajeras

** Ing. Agr., M. Sc. Programa Plantas Forrajeras

*** Ing. Agr., Programa Plantas Forrajeras

través del uso de una pastera rotativa a 2.5 cm de altura.

Se utilizó tres fuentes de fósforo (Fosfato Natural de Gafsa, 10-28; Superfosfato de Calcio, 21-23 e Hiperfosfato en Polvo, 12-30) de ahora en adelante FN, S y H respectivamente, cuatro dosis iniciales (0, 40, 80 y 160 unidades de P₂O₅/ha) para los dos fertilizantes primeramente nombrados, mientras que para el Hiperfosfato en Polvo se utilizó dos dosis (0 y 80). Cada parcela de 3 x 5 m fue subdividida en dos parcelas menores las que recibieron dos niveles de refertilización anual (0 y 40) durante los dos años subsiguientes a la aplicación inicial en el mes de abril.

Se llevaron registros de la producción de materia seca estacional y total así como de sus componentes (trébol blanco, lotus, gramíneas naturales y malezas) a lo largo del período bajo estudio.

RESULTADOS

Producción de materia seca del total anual y de las distintas fracciones

Los datos correspondientes a la producción de materia seca total de los

tratamientos con fósforo inicial, tanto no refertilizados como refertilizados se presenta en los Cuadros 2.1 a 2.3. En los mismos se muestra la producción total anual de materia seca así como las producciones de trébol blanco y lotus, dentro de las cuales se presenta el comportamiento comparativo de las distintas fuentes y dosis de los fertilizantes bajo estudio.

1995-96. Producción de materia seca del total anual y de las distintas fracciones en el año de siembra

En el Cuadro 2.1 se muestra el comportamiento del mejoramiento al primer año de iniciado el proceso de fertilización. En el mismo se observa que no hubo diferencias en rendimiento total anual de forraje entre las fuentes utilizadas bajo las mismas dosis, como respuesta al agregado de fósforo a la siembra.

No obstante, la fracción trébol blanco no mostró diferencias a favor de FN, tanto a las dosis de 80 como 160. En la dosis menor (40) no hubo diferencias entre las fuentes de fósforo.

Cuadro 2.1 – Producción anual de materia seca de las distintas fracciones en kg/ha. 1995-96

Fuente	Inicial	Mejoramiento	T. Blanco	Lotus	G.Nat.	Maleza.
Control	0	2722 b	17 e	114 e	2621 a	174 b
F. Nat.	40	4323 ab	902 bcd	312 bcd	3388 a	162 b
	80	3637 a	1510 ab	370 bc	3346 a	57 d
	160	4939 a	2029 a	526 a	3242 a	46 d
Super	40	3278 ab	352 de	181 ed	3453 a	119 c
	80	3813 ab	645 cd	429 ab	3035 a	57 d
	160	4728 a	1239 bc	300 bcd	2659 a	222 a
Hiper	80	3738 ab	906 bcd	282 cd	3359 a	104 c

* Las cifras seguidas por una misma letra no difieren significativamente entre sí para una misma columna.

En cuanto al lotus sólo FN superó a S a la dosis mayor (160), mientras que no hubo diferencias tanto para 40 como para 80 unidades entre ambas fuentes. Con referencia a H 80 este tratamiento resultó ser similar a S 80 pero inferior a FN 80.

1995-98. Producción de materia seca total acumulada (tres años) del mejoramiento y de las distintas fracciones

Se considera que los coeficientes de variación de los Análisis de Varianza realizados, referentes al total de materia seca acumulada producida y al comportamiento de las distintas fracciones botánicas componentes del mejoramiento, presentan valores muy aceptables. Por ello, se entiende que los resultados obtenidos en este experimento son respaldados por un amplio grado de confiabilidad.

A continuación se presentan los citados coeficientes de variación.

	Mejora miento	T. blanco	Lotus	Gram. nat.	Maleza
1995- 1998	13	16	12	7	13

En el Cuadro 2.2 se presenta la producción de materia seca total anual acumulada durante tres años y de las distintas fracciones de los tratamientos no refertilizados. La producción de

materia seca total anual acumulada fue similar para las distintas fuentes a iguales dosis iniciales. Tanto en FN como en S se registró un aumento en los rendimientos al ser elevadas las dosis.

Con respecto a la respuesta del trébol blanco a los diferentes tratamientos se debe destacar que FN superó en todas las dosis a S y H, no diferenciándose estos dos últimos entre sí. Esta especie respondió al incremento de las dosis iniciales para ambas fuentes.

Con referencia al lotus, las distintas fuentes sólo se diferenciaron al nivel más alto de fósforo (160), mientras que a los niveles 40 y 80 no se detectaron diferencias entre FN, S y H. Dichas fuentes presentaron un comportamiento similar con respuesta incremental a los aumentos en las dosis iniciales.

En el Cuadro 2.3 se observa la producción de forraje acumulada de tres años de materia seca total producida así como de la entrega de la fracción leguminosa, cuando los tratamientos fueron refertilizados con 40 por el término de dos años consecutivos. En dicho cuadro se observa que no se detectaron diferencias significativas entre las fuentes de fósforo, al nivel 80 FN y S comportándose en forma inferior H. Entre las dosis se registró un aumento en la producción total de materia seca a medida que se incrementaron las mismas en cada fertilizante.

Cuadro 2.2.- Producción de materia seca del mejoramiento y de las distintas fracciones en kg/ha. Tratamientos no refertilizados. Total acumulado 1995-98.

Fuente	Inicial	Mejoramiento	T. Blanco	Lotus	G.Nat.	Maleza.
Control	0	6877 d	67 e	694 e	5823 e	716 b
F. Nat.	40	13812 bc	1629 c	1964 cd	10020 b	768 ab
	80	15614 ab	3542 b	3524 b	8894 bc	721 b
	160	17494 a	7586 a	4867 a	8688 c	687 b
Super	40	11167 c	686 d	1662 d	9379 b	621 b
	80	14256 bc	1686 cd	3158 bc	9028 b	908 a
	160	17153 a	4153 b	3367 bc	11922 a	892 a
Hiper	80	10797 c	2070 c	1971 cd	7572 d	560 b

* Las cifras seguidas por una misma letra no difieren significativamente entre si para una misma columna.

Cuadro 2.3.- Producción de materia seca y del mejoramiento de las distintas fracciones en kg/ha. Tratamientos refertilizados con 40 kg/ha P₂O₅. Total acumulado 1995-98.

Fuente	Inicial	Anual	Mejoramiento	T. Blanco	Lotus	G. Nat.	Maleza
F. Nat.	0	40	10904 f	890 e	3993 c	6207 e	816 abc
	40	40	17176 cd	4369 c	4846 b	9703 bc	846 ab
	80	40	19210 bc	6315 b	5032 b	8942 cd	812 abc
	160	40	21714 a	11278 a	6544 a	7907 d	664 cd
Super	0	40	11652 f	1221 e	3602 cd	6987 de	821 abc
	40	40	16608 d	3123 d	4816 b	10332 ab	798 bc
	80	40	17999 bcd	4228 cd	5494 b	9323 bc	975 a
	160	40	19700 ab	6808 b	3912 c	11498 a	678 bc
Hiper	0	40	9773 f	670 e	2750 d	6217 e	1033 a
	80	40	14264 e	3798 c	3967 c	7387 d	563 d

* Las cifras seguidas por una misma letra no difieren significativamente entre si para una misma columna.

Con respecto al comportamiento del trébol blanco, esta especie mostró una respuesta más favorable a FN que a S y H detectándose en los tres fertilizantes aumentos significativos a medida que se incrementó la dosis.

En cuanto al lotus, si bien esta leguminosa mostró diferencias significativas a favor de la dosis mayor de FN (160), FN y S no mostraron diferencias significativas a las dosis de 40 y 80.

1995-1998. Respuesta a la fertilización y refertilización con distintas fuentes de fósforo (kg/ha MS por kg/ha P₂O₅)

En el Cuadro 2.4. se presenta la respuesta (kg/ha MS por kg/ha P₂O₅) por parte del mejoramiento en su totalidad así como de los principales componentes, trébol blanco y lotus.

En el mismo se observa que el comportamiento de ambas leguminosas fue distinto frente a los dos fertilizantes. Así, el trébol blanco respondió en forma más eficiente a la fertilización con FN que con S y a su vez mostró una respuesta muy importante a la refertilización con esta fuente de fósforo. Sin embargo, la eficiencia de esta especie frente a S fue similar sin o con refertilizaciones.

En cuanto al lotus, la respuesta de esta leguminosa a ambas fuentes de fósforo fue netamente inferior a la del trébol blanco. Además se observó claramente que las eficiencias de las refertilizaciones no sólo resultaron muy bajas con FN,

sino que en el caso de S se registraron cifras negativas como consecuencia, muy probablemente, de la competencia ejercida por el trébol blanco al verse muy favorecido por niveles altos de fósforo.

Cuadro 2.4. Respuesta a la fertilización inicial del mejoramiento; t. blanco y lotus kg/ha MS por kg/ha/P2O5) entre 40 y 160 unidades de P2O5, bajo dos niveles de fertilización anual (0 y 40 unidades de P2O5)

	Superfosfato		Fosfato Natural	
	0	40	0	40
Mejoramiento	47.9	25.1	29.7	37.6
Trébol blanco	29.2	30.9	49.8	58.2
Lotus	12.5	-9.3	23.1	14.8

CONCLUSIONES

Producción de materia seca total al primer año y acumulada de tres años

- En el año de siembra FN, S y H se comportaron de igual forma entre sí y a la vez sin diferencias significativas entre las dosis aplicadas.
- En los tratamientos no refertilizados y donde sólo se aplicó fósforo inicial, el forraje acumulado durante tres años mostró un comportamiento similar de FN y S respondiendo progresivamente en forma significativa al aumentar las dosis iniciales. La dosis H 80 resultó inferior a la de las otras fuentes. Este comportamiento refleja la importancia de las aplicaciones iniciales de fósforo y su efecto residual en la producción de forraje.
- En los tratamientos refertilizados con 40 del correspondiente fertilizante, el forraje acumulado no mostró diferencias significativas entre FN y S pero H resultó inferior. En los primeros dos fertilizantes se registró un incremento progresivo al haber sido aumentadas las dosis iniciales. Este comportamiento pone en evidencia el valor de las fertilizaciones iniciales,

aún cuando el mejoramiento reciba fósforo adicional por refertilizaciones programadas.

Producción de materia seca de la fracción trébol blanco al primer año y acumulada de tres años

- En trébol blanco y en el año de siembra FN 80 y FN 160 fueron superiores sobre S 80 y S 160 no detectándose diferencias significativas entre FN y S en la dosis restante. H 80 fue inferior a FN 80 pero igual a S 80.
- En cuanto al forraje acumulado en los tres años sin aplicar fósforo mediante refertilizaciones, FN superó en cada una de las dosis específicas a S y H.
- El comportamiento presentado por trébol blanco (especie exigente en fertilidad), frente a FN, demuestra que este fertilizante no sólo posee un alto efecto residual sino que es capaz de superar en todas las dosis a S y H.
- En los tratamientos refertilizados anualmente, el trébol blanco respondió mejor a FN 160 que a S 160 pero no se registraron diferencias

entre las otras dosis entre los tres fertilizantes.

Producción anual de materia seca de la fracción lotus al primer año y acumulada de tres años

- En el año de siembra el lotus respondió mejor a FN 160 no registrándose diferencias significativas entre FN y S en las restantes dosis. H 80 fue inferior a S 80 pero igual a FN 80.
- Con respecto al forraje acumulado, las diferentes fuentes de fósforo sólo se diferenciaron al nivel mayor siendo netamente superior FN 160, pero no se detectaron diferencias a los niveles de 40 y 80 entre FN y S. Por su parte H 80 fue inferior a FN 80.
- Con respecto al forraje acumulado durante tres años, FN 160 resultó superior a S 160, pero no hubo diferencias entre ambos fertilizantes a las dosis de 40 y 80. A esta última dosis H mostró ser inferior a FN y S.

CONSIDERACIONES GENERALES

- Los tratamientos Control los cuales no recibieron fertilización inicial ni refertilización alguna, pero fueron sembrados con la mezcla de leguminosas, presentaron una muy baja población de dichos componentes; siendo este comportamiento más drástico en trébol blanco que en lotus. Este efecto se constató en los tres años del experimento, lo cual afectó en consecuencia, el aporte acumulado de estas especies.
- La aplicación de fertilizante fosfatado conjuntamente con la siembra (fertilización inicial) promovió en los tratamientos no refertilizados rendimientos mayores a medida que

se incrementó la dosis en cada fertilizante. Dicho efecto no sólo se registró en el año de la siembra sino que, en general, fue también observado en los años subsiguientes y por lo tanto en el total del período acumulado. Este comportamiento demuestra la importancia de la residualidad de la fertilización inicial en los años subsiguientes a su aplicación y por lo tanto la ineludible necesidad de prestar suma atención a esta variable en el momento de la siembra.

- La aplicación de fertilizante fosfatado conjuntamente con la siembra (fertilización inicial) y la refertilización anual con la correspondiente fuente de fósforo, presentó valores significativamente superiores sobre los mismos tratamientos no refertilizados. Este efecto fue detectado en ambas leguminosas siendo mucho mayor en trébol blanco que en lotus, observándose una respuesta aún más elevada en el total del período acumulado.
- La fertilización al 2do y 3er. año con 40 unidades de P₂O₅ efectuada con las distintas fuentes de fósforo en los tratamientos sin fertilización inicial, provocó incrementos significativamente inferiores al resto de los tratamientos en el total acumulado de trébol blanco y lotus. Este comportamiento demuestra la importancia de la fertilización a la siembra, aún a la dosis más baja de 40. Dicha respuesta escasa a la fertilización se debería a la presencia de una baja población de leguminosas como consecuencia de la pobre implantación de las mismas al no aplicarse fósforo a la siembra.
- Tanto cuando se aplicó sólo la dosis inicial de 40 kg/ha de P₂O₅ como cuando además se refertilizó con la misma cantidad de fósforo, si bien FN

- y S ofrecieron siempre en lotus rendimientos iguales, en trébol blanco FN resultó ser más eficiente.
- Bajo la dosis de 80 kg/ha de P₂O₅ tanto en los tratamientos que no recibieron refertilización como en los que la recibieron, ambas leguminosas presentaron diferente comportamiento. Mientras en trébol blanco FN resultó ser más eficiente que S, lotus respondió de igual forma a ambas fuentes (FN y S).
 - Con respecto a los tratamientos no refertilizados, H 80, se comportó de igual forma a S 80 en trébol blanco y lotus, aunque en esta última especie S se mostró mejor que H en el año de la siembra. Cuando los tratamientos fueron refertilizados, FN 80 fue superior en trébol blanco siendo inferiores y similares H 80 y S 80. Con referencia a lotus, si bien en general, no hubo diferencias entre fuentes de fósforo, H 80 resultó ser inferior a FN 80 y S 80 en la producción acumulada de forraje.
 - En cuanto a la producción de forraje a nivel de 160, FN fue significativamente superior a S en todos los tratamientos no refertilizados y refertilizados de ambas leguminosas.
 - En los niveles más altos de fósforo se constató un efecto competitivo por parte del trébol blanco sobre el lotus.
 - Las gramíneas nativas presentaron para el total acumulado entre 1995 y 1998 un comportamiento irregular frente a distintas fuentes y dosis de fertilizante.
 - Con respecto a las malezas se deduce que no hubo efectos importantes por parte de las diferentes fuentes y dosis de fertilizante sobre las especies componentes de esta fracción.