



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTACION EXPERIMENTAL DE PAYSANDU

ENSAYO COMPARATIVO
DE CEPAS DE RHIZOBIUM
EN TREBOLES

ING. AGR. MILTON CARAMBULA

ESTUDIOS
DE NODULACION EN
TRIFOLIUM SUBTERRANEUM

ING. AGR. MILTON CARAMBULA

Ing. Agr. Milton Carámbula

INTRODUCCION

A medida que el área sembrada de praderas y mejora de campo natural adquiere mayor amplitud, se hace necesario resolver nuevos problemas concernientes a la instalación de especies forrajeras y en especial de las leguminosas.-

Muchas veces el inoculante que utiliza el productor es efectivo; sin embargo, se producen fracasos al presentar deficiencia nitrogenada gran cantidad de plántulas.-

El productor está completamente convencido de haber efectuado la técnica de inoculación en las mejores condiciones, pero es evidente que olvida que una vez que la semilla ha sido sembrada, está expuesta a infinidad de factores que actúan precisamente entre la siembra y la germinación.-

Por tal razón se ha encarado la instalación de ensayos con la finalidad de esclarecer hasta que punto **ciertos factores** interfieren en el proceso de una buena nodulación.-

Materiales y métodos

Los ensayos se llevaron a cabo en el invernáculo de la Dirección de Agronomía, ubicado en Sayago. Para los mismos se utilizaron macetas de plástico de 15 cms. de altura y 12,5-9,5 cms. de diámetros superior e inferior, sin orificio de drenaje.-

El diseño para todos los ensayos fue el mismo, conformando parcelas al azar con replicaciones.-

Se utilizaron diversos suelos y dentro de cada ensayo las macetas fueron llenadas con la misma cantidad de tierra, según detalles que se dan en cada experimento.-

(1) Trabajo realizado en el año 1962 cuando el autor ocupaba los cargos de Técnico Supervisor de Ensayos del Plan Agropecuario y Profesor Interino de Forrajeras de la Facultad de Agronomía.-

La capacidad de campo fue determinada en laboratorio y durante el período que duró cada ensayo, se mantuvieron las macetas en condiciones óptimas de humedad mediante riegos con agua destilada por procedimiento gravimétrico.-

La semilla fue inoculada con una suspensión de inóculo comercial en turba, usando como medio agua azucarada al 20%.-

La siembra se efectuó con *Trifolium subterraneum* variedad Mount Barker habiéndose depositado en cada maceta 15 semillas, de las cuales se permitió desarrollar 10 plántulas.-

Las determinaciones se realizaron sobre materia seca de la parte aérea, mediante estufa a 60°C - 24 horas y las observaciones de nodulación se efectuaron luego de un minucioso lavado de raíces.-

R E S U L T A D O S

Experimento I

Supervivencia del Rizobio en suelos con bajo contenido de humedad

La supervivencia del rizobio bajo diferentes condiciones de humedad ha sido estudiada por diferentes investigadores. En la mayoría de los trabajos se puntualiza que las bacterias nodulantes son muy sensibles frente a bajos niveles de humedad en el suelo, ya sea que vivan en él o que se encuentren en la semilla inoculada recién sembrada. Anderson and Spencer (1950) y VanSchreven, D.A. (1958).-

Sin embargo, en este último caso, cuando la inoculación ha sido realizada con el agregado de alguna sustancia adherente y la semilla carbonatada, se han observado resultados favorables. Hastings, A. and Drake, A.D. (1960).-

Aparte del carbonato de calcio, diversos autores han trabajado con otras sustancias tales como: bentonita Hely, F.W.; Bergensen, F. and Brockwell (1957); carbón, Lobb, W.R. (1958) y harina de sangre desecada, Norris, D.O. (1959), a cuyas sustan-/

Bol. Est. Exp. Paysandú - Uruguay, 8:1-24, oct. 1964.-

/cias les asignan diferentes particularidades y efectos favorables, constituyendo un habitat apropiado para la vida del rizobio.-

Actualmente en nuestro país, se recomienda la inoculación de la semilla con soluciones adherentes de Cellofas al 5 % a goma arábica al 40% y en los casos de no disponer de estas sustancias, agua azucarada al 20 %. Posteriormente, se carbonata la semilla, obteniéndose una píldora bastante perfecta, dependiendo el espesor de la película de carbonato de calcio, del adherente utilizado, siendo considerablemente menor si se usa agua azucarada.-

Por su higroscopicidad el carbonato de calcio y los adherentes no sólo suministran humedad suficiente al rizobio para su supervivencia sino también a la semilla, lográndose una más rápida germinación con las consiguientes ventajas.- Esto lo hemos observado en germinadores en los cuales se obtuvo un mayor porcentaje de germinación de las semillas píldorizadas sobre las testigo.-

Por otra parte mediante la píldorización se logran más eficazmente los efectos benéficos del calcio sobre el proceso de nodulación observados por: Vincent, J.M. and Waters, L.M. (1954); Anderson, A.J. (1956) y Loneragan, F.J. and Dowling, E.J. (1958).-

Ante la necesidad de determinar la posibilidad de supervivencia del rizobio en semillas inoculadas en forma normal y sembradas en suelos con bajo contenido de humedad, se instaló el presente ensayo.-

Para ello se utilizó como suelo, una pradera arenosa sobre Cretácico proveniente de la localidad de Cardona; habiéndose fertilizado a razón de 80 kilos por hectárea de anhídrido fosfórico en forma de superfosfato, mezclado con el primer centímetro de suelo.-

El día 6 de julio, se sembraron todas las macetas con semillas previamente inoculadas y carbonatadas.- /

Bol. Est. Exp. Paysandú - Uruguay. oct. 1964. 2:1-24.-

/ Posteriormente se realizaron los siguientes tratamientos:

- 1 - Riego inmediato a la siembra.
- 2 - Compresión inmediatamente a la siembra y riego a los 14 días.
- 3 - Compresión inmediatamente a la siembra y riego a los 21 días.-
- 4 - Compresión inmediatamente a la siembra y riego a los 28 días.-
- 5 - Riego a los 14 días.
- 6 - Riego a los 21 días.
- 7 - Riego a los 28 días.

A los pocos días de la siembra, se pudo observar que en los tratamientos en que se había comprimido el suelo imitando en lo posible la acción de un rodillo, las semillas germinaron en primer término.-

En las macetas a las cuales no se realizó esta labor, las semillas germinaron una vez que recibieron agua por riego.-

En esta forma se había logrado el nivel de humedad buscado al instalar este ensayo.-

Noventa días después de iniciados los tratamientos, se efectuaron las determinaciones de materia seca de la parte aérea de las plantas, así como observaciones de nodulación, habiéndose obtenido los siguientes datos:

C U A D R O I

MATERIA SECA PARTE AEREA GRAMOS POR MACETA

	<u>Tratamientos</u>						
	1	2	3	4	5	6	7
	11.80	13.00	11.56	12.01	10.95	10.43	8.51
Repetic.	10.41	14.53	11.99	13.16	9.43	10.63	7.65
	9.94	11.14	10.14	10.08	10.82	10.60	9.05
Totales	32.15	38.67	33.69	35.25	31.20	31.66	24.21
Promedio	10.72	12.89	11.23	11.75	10.40	10.55	8.07

Bol.Est.Exp.Paysandú - Uruguay, 8:1-24, oct.1964.-

C U A D R O II

ANALISIS DE LA VARIANCIA

Causas de variación	grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F C	F 5%	F 1%
Tratamientos	6	39.4085	6.5681	3.80	2.85	4.46
Error residual	14	24.2178	1.7298			

Como puede observarse la diferencia entre los tratamientos es significativa.-

Prueba de Duncan al nivel 5%

Tratamientos	7	5	6	1	3	4	2
Promedios	8.07	10.40	10.55	10.72	11.23	11.75	12.89

Por consiguiente el tratamiento 7 es el único que difiere significativamente de todos los restantes; coincidiendo con las observaciones visuales realizadas al lavado de raíces. Las plantas presentaban nodulación pobre e inefectiva, lo cual se reflejaba en su masa foliar con tonalidades amarillas.-

Es evidente que en el tratamiento testigo y en aquellos tratamientos en los cuales se favoreció por la compactación del suelo, la germinación rápida de la semilla; se aseguró suficiente humedad al rizobio para su supervivencia.-

En los tratamientos 5 y 6, el porcentaje de agua presente es probable que se mantuvo favorable a la vida de la bacteria, pero no alcanzó el nivel necesario para la germinación.

Finalmente, podemos concluir que bajo las condiciones en que se realizó el experimento a los 28 días de permanencia de la semilla inoculada en el suelo, la humedad que éste presentaba descendió hasta un nivel tal, que afectó seriamente la vida del rizobio.-

Experimento II

Efectos de la pildorización con diferentes abonos fosfatados, en el proceso de nodulación

Entre los elementos nutritivos que afectan en forma notable el proceso simbiótico, el fósforo ocupa un lugar primerísimo.-

Se sabe hoy día, que el fósforo constituye un nutriente indispensable en las etapas en que el rizobio se encuentra libre en el suelo, o en la semilla inoculada y sembrada.-

Ello es debido al efecto de este elemento en la movilidad del rizobio. Bjalfve, G. (1959).-

Whyte, R., Nilsson-Leissner, G. y Trumble, H. (1955) han observado que en algunas zonas de Australia es necesario efectuar aplicaciones de fosfatos periódicamente para mantener la población de rizobios del suelo.-

Stalder, L. (1952) encontró que el fósforo afecta en forma considerable el número y densidad de los nódulos formados y Diener, T. (1950) ha demostrado por otra parte que si bien la penetración del rizobio en los pelos radiculares se efectúa a bajos niveles de fósforo, en estos casos la infección no avanza y la planta no nodula.-

Frente a estos conocimientos se ha instalado el presente trabajo en la necesidad de determinar el efecto en la nodulación de diferentes fertilizantes fosfatados. Se excluyen aquellos que por sus características extremas de pH son citados por algunos autores como nocivos para la vida del rizobio. Reid, W.D. (1930); Vincent, J.M. (1958).-

Esta experiencia se realizó sobre un suelo Pradera Parda, serie Sayago.-

Las macetas no fueron fertilizadas ya que se deseaba observar el efecto directo de los distintos abonos fosfatados sobre la nodulación del trébol.-

La semilla de trébol subterráneo fue inoculada con una suspensión de inóculo comercial en turba usando como medio agua azucarada al 20%.-

Bol. Est. Exp. Paysandú, Uruguay, 8:1-24, oct. 1964.-

/ Inmediatamente después de inoculada la semilla fue espolvoreada con las distintas sustancias que representaban los diferentes tratamientos. Una vez secas, se procedió a sembrar todas las macetas del experimento y posteriormente fueron regadas a capacidad de campo con agua destilada, según se detalla más adelante:

- | | | |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1) Hiperfosfato | 6) Hiperfosfato | 11) Hiperfosfato |
| 2) Fosfato bicálcico | 7) Fosfato bicálcico | 12) Fosfato bicálcico |
| 3) Hipertricálcico | 8) Hipertricálcico | 13) Hipertricálcico |
| 4) Carbonato de calcio | 9) Carbonato de calcio | 14) Carbonato de calcio |
| 5) Testigo | 10) Testigo | 15) Testigo |

No se utilizó superfosfato y escorias básicas por poseer ambos fertilizantes pH desfavorables.-

Todos los tratamientos fueron sembrados el día 26 de junio pero fueron regados en las siguientes fechas:

del 1 al 5 - 26 de junio
del 6 al 10 - 8 de julio
del 11 al 15- 20 de julio

permaneciendo por lo tanto el fertilizante en contacto con la bacteria 0 día, 12 días y 24 días.-

Luego de 60 días se cosechó la parte aérea y paralelamente se hicieron observaciones en las raíces; datos que se expresan en los siguientes cuadros:

C U A D R O III

MATERIA SECA DE LA PARTE AEREA EN GRS/MACETA

Trat.	1	2	3	4	5
Repet.	4.02	3.99	4.11	5.64	3.53
	4.60	4.32	4.22	5.80	3.85
Trat.	6	7	8	9	10
Repet.	3.57	3.22	3.66	4.94	2.95
	3.96	2.99	3.47	4.61	3.05
Trat.	11	12	13	14	15
Repet.	3.33	3.02	2.88	3.25	2.96
	3.23	2.25	3.38	3.85	2.52

Bol.Est.Exp.Paysandú - Uruguay, 8:1-24, oct.1964.-

C U A D R O IV

ANALISIS DE LA VARIANCIA

Causas de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F C	F 5%	F 1%
Tratamientos	14	26.3322	1.8809	2.40	2.43	3.56
	4	9.6381	2.4095	3.07	3.06	4.89
Riegos	2	16.4302	8.2151	10.48	3.68	6.36
Interacción	8	0.2639	0.0330			
Error Residual	15	1.1759	0.0784			

Si bien en lo que respecta a materia seca por muestra el análisis estadístico no revela diferencias; la proximidad para tratamientos de F calculado y F 5%, nos indica que es muy probable que con un mayor número de repeticiones se hubiesen obtenido resultados significativos. Observaciones efectuadas durante el primer crecimiento de las plántulas, revelaron que el tratamiento con fosfato bicálcico se destacó netamente de los demás, al presentar mayor precocidad y color más saludable.-

Sin embargo, posteriormente esta diferencia fue haciéndose menor, lógicamente al agotarse la fuente de fósforo rápidamente soluble.-

Un examen detallado de las raíces, demostró que en los tratamientos correspondientes al fertilizante fosfatado bicálcico, las plantas presentaban sistema radicular más desarrollado con mayor número de nódulos.-

Los tratamientos con hiperfosfato e hipertriccálcico, no presentaron diferencias, observándose nódulos efectivos bien distribuidos.-

Los tratamientos con carbonato de calcio, presentaron raíces más débiles que los anteriores, pero con buena nodulación, resultando ser superiores al testigo en cuyas plantas no se observó clorosis por deficiencia nitrogenada.-

Estos estudios indican que ninguna de las sustancias utilizadas en los diferentes tratamientos resultan nocivas,

/para una buena nodulación, aún luego de 24 días de íntimo contacto.-

Se hizo evidente que el fósforo que se aporta mediante el proceso de pildorización con abonos fosfatados, es eficaz para el proceso de nodulación.-

Experimento III

Efectos de los fertilizantes fosfatados en la nodulación y el rendimiento

El fósforo constituye un nutriente primordial en el desarrollo de las leguminosas. El alto porcentaje en proteínas, de estas plantas, revela que sus necesidades en fósforo son mayores a los requerimientos de este nutriente por las gramíneas. Mulder, E.G. (1952).-

Ensayos maceteros realizados por Reynaert, E. y Carámbula, M. (1961) y por Carámbula, M. (1962), confirmaron que la deficiencia principal de los suelos del Uruguay es el fósforo. El análisis estadístico de los resultados obtenidos con distintos niveles de fósforo en *Trifolium subterraneum*, (control, 56 unidades, 84 unidades y 112 unidades de anhídrido fosfórico por hectárea) muestra que la respuesta a este nutriente es lineal en la mayoría de los suelos.-

Por lo tanto, cualquiera sea la leguminosa que se instale en nuestro país, deberá recomendarse la fertilización fosfatada, premisa básica para el éxito en la instalación de estas plantas, ya sea que se realice por los métodos convencionales o por medio de resiembras.-

Mediante el presente trabajo se trató de imitar el método de siembra de la sembradora a zapatas (Sod seeder).-

Como se sabe, por este sistema el fertilizante y la semilla caen por el mismo tubo, entrando en contacto directo y distribuyéndose en surcos en el terreno.-

Los distintos fertilizantes fosfatados y las distintas épocas de riego, permitieron comparar su diferente efecto en el crecimiento de las plantas y la influencia de los mismos en el proceso de nodulación.-

El ensayo se instaló sobre una Pradera Parda, sobre Pampeano. Las semillas fueron inoculadas según el procedimiento: agua azucarada 20%, inoculante, carbonato de calcio y fueron colocadas por maceta 15 semillas conjuntamente con el fertilizante a razón de 200 kilos por hectárea, en una sola banda ubicada a 1,5 cms. de profundidad.-

De esta forma y sobre un diseño en parcelas al azar con 2 replicaciones se instalaron los siguientes tratamientos:

<u>Fertilizantes</u>	<u>Riego</u>
1 - Hiperfosfato	a) en el momento de sembrar
2 - Fertifos	b) a los 7 días de sembrar
3 - Superfosfato	c) a los 14 días de sembrar
4 - Fosfato bicálcico	
5 - Hipertricalcico	
6 - Escorias básicas	
7 - Testigo sin abono	

Se efectuaron determinaciones de materia seca aérea y presencia de nódulos a los 90 días de iniciado el experimento.

CUADRO V

MATERIA SECA DE LA PARTE AEREA EN GRS/MACETA

	1	2	3	4	5	6	7
a)	5.03 4.93	10.30 8.11	12.98 12.06	13.75 11.42	4.91 5.05	6.75 6.15	3.91 3.81
b)	3.10 3.09	5.36 3.83	6.99 5.06	6.30 10.85	2.65 1.63	2.11 3.59	1.77 1.83
c)	2.15 1.95	3.41 3.67	6.27 3.97	4.77 4.11	1.15 1.43	1.34 1.30	1.06 1.48

El análisis estadístico fue realizado sobre un modelo multiplicativo, usando los logaritmos de los rendimientos.-

CUADRO VI

ANALISIS DE LA VARIANCIA

Fuente	g.l.	S.C.	C.M.	F.obs.	F.5%	F.1%
Fertilizantes	6	1.9658	0.3276	42.55	2.39	3.41+
Riegos	2	1.6925	0.8463	109.91	3.28	5.31+
Error	33	0.2545	0.0077			
Total	41	3.9128				

$s^2 = 0.088$

C.V. = 15%

Calculados los límites según el método de Tukey, se obtienen los siguientes resultados:

Comparación de fertilizantes

Testigo	Hipertri- cálcico	Escorias básicas	Hiper fosfato	Fer- tifo	Super fosfato	Fosfato bicálcico
Log. 0.3132	0.3743	0.4564	0.4997	0.7284	0.8565	0.8872

Comparación de riegos

	Riego al sembrar	a los 7 días	a los 14 días
Log.	0.8495	0.5529	0.3615

Nota: No existe diferencia significativa entre los tratamientos bajo una misma subraya.-

Durante el experimento, las plántulas pertenecientes a los tratamientos: hiperfosfato, hipertriccálcico, escorias básicas y testigo presentaron a temprana edad, sus cotiledones amarillos. Como se sabe, el color de los cotiledones es una medida muy útil para conocer la deficiencia en nutrientes de las plántulas. Mears, A.D. (1958).-

En los tratamientos: fosfato bicálcico, superfosfato y fertifos, los cotiledones permanecieron verdes y lozanos cuando las plantas se encontraban con muy buen desarrollo y aún persistían en ellas, cuando aquellos pertenecientes a los otros tratamientos habían desaparecido.-

Una vez más, los fertilizantes con fósforo rápidamente soluble se destacan en las primeras etapas de crecimiento de las plántulas. Este empuje inicial resulta imprescindible, particularmente en las resiembras de campo natural, donde la competencia efectuada por el tapiz establecido, es en la mayoría de los casos el factor limitante de mayor importancia.-

Para entender mejor los datos obtenidos por la prueba de Tukey, es muy importante recordar que los tratamientos de fertilizantes realizados, comprenden cada uno 200 kilos por hectárea del producto; cantidad máxima aproximada que admiten las abonaduras realizadas con la sembradora de zapatas.-

Esto significa que las cantidades de fósforo por Há. aportadas por los fertilizantes son diferentes:

Fertilizante	fósforo total	fósforo soluble
Hiperfosfato	- 61	- 25
Fertifos	- 52	- 26
Superfosfato	- 42	- 40
Fosfato bicálcico	- 80	- 80
Hipertricálcico	- 76	- 14
Escorias básicas	- 40	- 33

Ello se refleja en la respuesta mayor al fosfato bicálcico y en segundo término al superfosfato de calcio.

Si bien el resto de los fertilizantes se comportan en forma bastante similar, la prueba de Tukey nos demuestra que los fertilizantes hipertricálcico y Escorias básicas no difieren en forma significativa del testigo.-

Con respecto a la época en que fueron realizados los riegos permitiendo diferentes lapsos de contacto de la semilla carbonatada con el fertilizante, podemos afirmar que la diferencia significativa se debe fundamentalmente a la edad de las plantas.-

Resulta así, importante destacar el valor de realizar las siembras en suelos húmedos que aseguren una rápida germinación, pues la diferencia de 14 días, basta para que la produc-

Bol.Est.Exp-Paysandú - Uruguay, 8:1-24, oct.1964.-

ción de forraje se vea disminuída en un 58% en un período de 90 días de vegetación.-

El estudio efectuado al sistema radicular nos mostró que no hubo efecto depresivo por parte de los fertilizantes fosfatados, sobre el proceso de nodulación.-

Es evidente entonces que la carbonatación de la semilla resulta un protector eficaz del rizobio frente a los diferentes fertilizantes fosfatados, en las condiciones en que trabaja la sembradora de zapatas.-

Experimento IV

Influencia del nitrógeno inorgánico en el proceso de nodulación

Con referencia a la influencia del nitrógeno inorgánico, Van Schreven, D.A. (1958) cita varios investigadores, que han comprobado el efecto depresivo de este nutriente en la producción, tamaño y función de los nódulos de las leguminosas; aunque para la completa supresión de los mismos es necesario la presencia de grandes cantidades de este elemento.-

Gibson, A.H. (1959) observó en gabinete que 2,5'p.p.m. de nitrógeno en forma de nitratos, detenía la nodulación por 2 días en plantulas de trébol blanco, no así la urea y el amonio.-

Cartwright, P.M. and Snow, D. (1962) constataron el efecto depresivo de pulverizaciones de urea en la nodulación de 7 especies leguminosas sin que ello afectara el crecimiento de las plantas.-

Otros experimentos han demostrado que esta inhibición está relacionada con la mayor o menor absorción de los nitratos, por las raíces de las diferentes especies. Esto trae aparejado por lo tanto, que un nivel elevado de nitratos en las raíces, impide la formación de nódulos.-

Por su parte el mismo Van Schreven, D.A. (1958), cita también trabajos en los cuales se ha determinado que en algunos ca-

sos, pequeñas cantidades de este nutriente parecen favorecer la infección.-

Con la finalidad de aclarar este concepto, se instaló un ensayo de parcelas al azar sobre cuatro suelos distintos.-

Se incluyen en los suelos estudiados, un regosol y una pradera arenosa, ya que aparentemente serían en estos suelos de bajo contenido en nitrógeno, donde el agregado de este nutriente favorecería en forma más eficiente el desarrollo de las plántulas hasta tanto no comience el proceso simbiótico.-

Los suelos fueron fertilizados con 400 kilos de superfosfato por hectárea y el nitrógeno correspondiente a los distintos tratamientos se agregó en forma de solución, habiéndose utilizado como fuente nitrogenada, nitrato de sodio (16% N). La solución facilitó la distribución del fertilizante, ya que las dosis de nitrógeno como se verá son bajas.-

Previo inoculación y carbonatación de la semilla, el ensayo se sembró el día 20 de junio, habiéndose efectuado los siguientes tratamientos en un factorial 4x3.-

- S 1 - Pradera parda sobre Cristalino, Dpto. Durazno.
- S 2 - Pradera arenosa sobre Areniscas de Tacuarembó, Dpto. Rivera.
- S 3 - Pradera negra sobre Cretácico. Dpto. Paysandú.
- S 4 - Regosol sobre Cristalino. Dpto. Flores.

- N 0 - Testigo sin abono nitrogenado.
- N 1 - 50 Ks/há. de Nitrato de sodio, 8 u/há. de N.
- N 2 - 100 ks/há. de Nitrato de sodio, 16 u/há. de N.

Por lo tanto se realizaron 12 tratamientos con 2 replicaciones c/u. sobre un diseño factorial en parcelas al azar. A los 60 días de iniciado el experimento, se obtuvo los siguientes datos:

Bol. Est. Exp. Paysandú - Uruguay, 8:1-24, oct. 1964.-

CUADRO VII

MATERIA SECA DE LA PARTE AEREA EN GRS/MACETA

	<u>S1</u>	<u>S2</u>	<u>S3</u>	<u>S4</u>
NO -	9.53 12.09	8.15 7.93	17.09 17.40	9.38 10.96
N1 -	12.15 11.68	7.65 8.21	16.33 18.64	10.86 10.60
N2 -	11.80 11.44	6.76 7.83	15.32 16.41	10.00 11.17
TOTALES - para suelos	S1= 68.69	S2= 46.53	S3= 101.19	S4= 62.97
TOTALES - para abonos	NO= 92.53	N1= 96.12	N2= 90.73	

CUADRO VIII

ANALISIS DE VARIANCIA

<u>Causas de variación</u>	<u>f</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Cuadrado medio</u>	<u>F C</u>	<u>F 5 %</u>	<u>F 1 %</u>
Tratamientos	11	267.8018	24.3456	30.81	2.72	4.22 ⁺⁺
Suelos	3	262.4497	87.4832	110.71	3.49	5.95 ⁺⁺
Abonos	2	1.8825	0.9413	1.19	3.89	6.93
Interacción	6	3.4696	0.5783	1	3.00	4.82
Error residual	12	9.4818	0.7902			

Prueba de Duncan al nivel 5 % entre suelos.-

Tratamiento:	Pr. Arenosa	Regosol	Pr. Parda	Pr. Negra
Promedio:	7.76	10.50	11.45	16.87

Los mismos resultados se obtienen al nivel 1 %.-

Los tratamientos difieren en forma altamente significativa entre sí.-

Bol. Est. Exp. Paysandú - Uruguay, 8:1-24, oct. 1964.-

Del cuadro VIII se desprende, que no existe diferencia significativa para los diferentes tratamientos con fertilizantes, ni para la interacción suelo-fertilizante; por lo que la prueba de Duncan, se aplicó solamente a los promedios de los diferentes suelos.-

Las diferencias de materia seca anotadas en el cuadro VII, se deben a las características de las distintas praderas, a pesar de haber sido fertilizadas en forma homogénea con 400 Ks/Há. de superfosfato.-

Estos resultados muestran que las dosis de nitrógeno utilizadas no resultaron favorables ni contrarias al proceso de nodulación, ya que tampoco al lavado de raíces se obtuvieron diferencias notables entre tratamientos.-

Durante el transcurso del ensayo, las plantas del suelo Pradera arenosa, presentaron coloraciones rojizas, atribuidas a falta de elementos trazas.-

De todo ello podemos concluir en forma tentativa, que el agregado de algunas unidades de nitrógeno en la siembra de trébol subterráneo, resulta antieconómica, siempre que se haya inoculado en forma correcta.-

En los casos en que no haya sucedido así, es evidente que la instalación exitosa de la leguminosa dependerá del nitrógeno disponible en el suelo.-

CONCLUSIONES

En el conjunto de trabajos realizados, hemos podido constatar que mediante técnicas adecuadas se puede favorecer el proceso de nodulación.-

Por lo tanto, para evitar fracasos, es imprescindible realizar las siembras bajo las siguientes condiciones:

- 1º) No sembrar en suelos secos o con bajo contenido de humedad.
- 2º) Sembrar la semilla inoculada, con el agregado de sustancias protectoras para el rizobio.-

Bol. Est. Exp. Paysandú-Uruguay, 8:1-24, oct. 1964.-

- 3º) Evitar el contacto directo de la semilla inoculada con fertilizantes de pH ácidos o alcalinos.-
- 4º) Si la técnica de inoculación se ha realizado correctamente, no es necesario el agregado de fertilizantes nitrogenados.
- 5º) Es fundamental para activar el proceso de simbiosis, la presencia de abonos fosfatados.
- 6º) El fósforo debe encontrarse en condiciones de ser rápidamente asimilado, ya sea por medio de abonos con P_2O_5 soluble, o de lo contrario fertilizando con anticipación.
- 7º) En la sembradora a zapatas podrán utilizarse los distintos abonos fosfatados, siempre que la semilla sea previamente tratada con sustancias protectoras para el rizobio.-

Se hace evidente pues, que el fenómeno de nodulación, es afectado por diferentes condiciones ambientales, constituyendo un proceso complejo digno de ser atendido con el mayor énfasis al instalar una pastura.-

RECONOCIMIENTO

El autor desea expresar su reconocimiento a la Sra. Ing.Agr. Lucía K.de Brotos por la valiosa colaboración prestada en su invernáculo de la Dirección de Agronomía, y a los Brs. Carlos González, Alvaro Sánchez, Oscar Pittaluga por la realización de los análisis estadísticos.-

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON And SPENCER (1948) - J.Austr.Inst.Sci. 14:39-41.-
- ANDERSON,A.J. (1956) - 7th. Int. Grass.Congr. 323-333.-
- BARTLETT,M.S. (1947) - Biometrics 3; Nº 1 .-
- BJALFVE,G. (1959) - Vaxtnarings-Nytt. XV,4: 18-21.-
- CARAMBULA,M. (1962) - An.Soc.Mej.de Praderas. Montevideo - Uruguay - 6:93-102.-
- CARWRIGHT,P.M. and SNOW,D. (1962) - Ann.Bot. 26:251-259.-

Bol.Est.Exp.Paysandú, Uruguay, 8:1-24, oct.1964.-