

Ensayos exploratorios en macetas sobre fertilidad de suelos del Chaco Oriental Argentino

C.E. Tomei, P. Regonat, C.E. Tomei(h), M.E. Castelan y G. Arce
Instituto Agrotécnico "Pedro M. Fuentes Godo", UNNE,
Las Heras 727, (3500) Resistencia, Chaco, Argentina.

Resumen.

Se estudia el efecto del agregado de P, K, Ca, Mg y S en cuatro suelos del Chaco Oriental, República Argentina y de Mo, Cu, Zn y B en dos de ellos. Se aplicó la técnica del cultivo intensivo en macetas, en invernadero, la planta utilizada fue *Trifolium repens* cv. Haifa. El diseño estadístico fue completamente al azar con tres repeticiones. Se realizó el análisis de la variancia, las diferencias entre medias de los tratamientos se probaron con el test de Tukey, nivel 5 %. Los resultados indican que los suelos estudiados pueden presentar restricciones de nutrientes minerales que limitan el establecimiento y persistencia de leguminosas forrajeras invernales. Uno de los suelos estudiados, Los Laureles (Provincia de Santa Fe), tiene como deficiencias primarias P y Zn, siendo el Mg y S deficiencias secundarias. En dos suelos de la Provincia del Chaco hay deficiencias de Ca y Mg. Solo uno de los suelos (Provincia de Formosa) no presenta deficiencias minerales en los nutrientes analizados.

Palabras clave: Ensayos en macetas, leguminosas forrajeras, deficiencias nutritivas, *Trifolium repens*.

Titulo abreviado: Ensayos exploratorios en macetas...

Summary

The effect of P, K Ca, Mg and S addition on four soils from Eastern Chaco area (Argentina) was studied and Mo, Cu, Zn and B were added in two of them. A greenhouse trial pot applying the intensive culture concept was done. A completely randomized desing with three replications was used. Differences were tested using Tukey, at 5 % level. Results showed that soils from Eastern Chaco can display mineral nutrients restriction that reduce winter forage legumes establishment and persistence. P and Zn as primary deficiency and Mg and S as secondary deficiency were present

in one soil from Santa Fe Province (Los Laureles soil). Ca and Mg deficiency were present in both soils from Chaco Province. Mineral deficiencies were not detected of the soil from Formosa Province.

Key words: Pots trials, forrage legumes, nutrient deficiency, *Trifolium repens*.

Introducción

De los cultivos forrajeros la alfalfa (*Medicago sativa*) y el melilotus (*Melilotus alba* var. *annua*) son los más difundidos en la Región Chaqueña Argentina, sin embargo estos se han concentrado en el centro y el oeste de la misma, sobre todo en la Provincia del Chaco. En la franja delimitada por los ríos Paraná y Paraguay al este y el meridiano de 60° O, los intentos de implantación de leguminosas forrajeras como el melilotus, la alfalfa o el trébol blanco (*Trifolium repens*) han fracasado con mucha frecuencia. Esto sucede tanto en campos del norte de la Provincia de Santa Fe donde se realiza la fertilización fosforada en la siembra de pasturas que incluyen leguminosas, como en el Este de la Provincia del Chaco. Se supone que algunas de las causas de los fracasos en la implantación de leguminosas forrajeras de invierno en el Chaco Oriental Argentino provienen de restricciones en la disponibilidad de algunos nutrientes minerales.

Para el estudio de deficiencias minerales en suelos de Corrientes, Tomei **et al**, (1974a y 1995b) han utilizado el cultivo de leguminosas forrajeras en macetas. Estos trabajos mostraron la existencia de deficiencias en P, Ca y algunas veces K para el *T. repens*, *Lotus corniculatus* y *M. hispida* en esos suelos. Estos autores siguieron el concepto de cultivo intensivo propuesto por Chaminade **et al** (1965). El método permite hacer un diagnóstico preliminar de las deficiencias y precisar los nutrientes que serán objeto de ensayos de campo (Schenckel **et al**, 1971). Aunque es un test sin

valor absoluto por sí mismo (Chaminade, 1968), tiene el mérito de indicar cuáles son las deficiencias de nutrientes minerales y su gravedad (Roche y Velly, 1965). Los diagnósticos de carencias en suelos tropicales con el uso de macetas, son coincidentes con los resultados de campo para P, K, Ca y Mg (Roche, 1967).

El objetivo de esta contribución fue probar la hipótesis de la existencia de restricciones edáficas nutritivas minerales para el *Trifolium repens* cv. Haifa, en suelos del Chaco Oriental Argentino.

Materiales y Métodos.

Las experiencias se ejecutaron en el invernáculo de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. Se estudiaron dos suelos de la Provincia del Chaco, uno de la Provincia de Formosa y otro del norte de la Provincia de Santa Fe. La ubicación geográfica de los sitios donde se extrajeron muestras compuestas de los primeros 20 cm de profundidad son los siguientes:

Colonia Popular: Sitio ubicado a 20 km al Noroeste de la ciudad de Resistencia (27° 30' S; 58° 54' W), Provincia del Chaco. Ambiente de pastizal dominado por *Elyonorus muticus*, relieve normal, suelo clasificado como argiudol típico

(Ledesma, 1990).

Puerto Tirol: El sitio de extracción se encuentra a 15 km al Oeste de la ciudad de Resistencia (27° 30' S; 58° 54' W), Provincia del Chaco. Ambiente de pastizal de composición botánica heterogénea dominado por *Elyonorus muticus* y *Sporobolus poiretii*. El suelo está clasificado como argiudol típico (Ledesma, 1990).

A° Mbiguá: Sitio ubicado encuentra a 40 km al Sur de la ciudad de Formosa (26° 43' 18" S; 58° 50' W), loma tendida a 2 km del Arroyo Mbiguá. Suelo clasificado como Haplustol óxico (Ledesma, 1990). En los dos años previos al muestreo se cultivó sorgo forrajero.

Los Laureles: El sitio está ubicado en Los Laureles (29° 22' 23" S; 59° 41' 25" W) a 24 km al Sur de la ciudad de Reconquista, Provincia de Santa Fe. Es un suelo con 30 años de cultivo de algodón, maíz y soja, sin fertilización. El suelo es un argiudol vértico (Espino y Seveso, 1983), horizonte A1 de textura franco arcillo limosa, B2 textural, arcilloso. De permeabilidad moderada a moderadamente lenta debido a la presencia del B2t.

La clasificación edafológica y las propiedades físico - químicas de los suelos estudiados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. - Clasificación y propiedades físico químicas de los suelos
Table 1. Soil classification and their physico-chemical properties.

Suelo	Clasificación	C.O. %	pH	P ppm	mg/100 g de suelo		
					K	Ca	Mg
Colonia Popular	Argiudol típico	2,0	7,0	12,0	4,0	88,0	34,0
Tirol	Argiudol típico	2,0	6,0	18,0	7,0	136,0	40,0
Mbiguá	Haplustol óxico	1,0	6,0	27,0	14,0	79,0	11,0
Los Laureles	Argiudol vértico	1,0	6,5	4,0	4,0	441,0	6,0

Los métodos utilizados para el análisis de los suelos fueron: para materia orgánica: Walkley y Black modificado; K: fotometría de llama; P: Bray - Kurtz N° 1; Ca y Mg: complejometría EDTA; pH potenciométrico, relación suelo agua 1:2,5. Al final de la experiencia se analizó el suelo de cada maceta con estos mismos métodos. Las muestras se secaron al aire, los terrones se desagregaron manualmente, luego se tamizaron con tamiz de 4 mm.

La especie utilizada fue trébol blanco cv. Haifa (*Trifolium repens*). Para el ensayo se usaron macetas plásticas con drenaje, las que se llenaron de tierra hasta completar 475 g. Las macetas se

colocaron dentro de platos plásticos.

La cantidad de agua necesaria para el riego se calculó según la metodología propuesta por Chaminade **et al** (1965). Se regó diariamente agregando el agua en el plato de donde ascendía por capilaridad. De esta manera se trató de evitar una excesiva compactación del suelo.

Se utilizó el concepto de cultivo intensivo en macetas propuesto por Chaminade **et al** (1965). Se sembraron 250 semillas de trébol blanco por maceta previamente tratadas con frío a 6°C durante siete días e inoculadas con rizobio específico, luego se las cubrió con 25 g de tierra. Los nutrientes se agregaron como drogas puras:

Na₂PO₄H₂H₂O; KCl; CaCO₃; MgCO₃; Na₂SO₄; Na₂(MoO₄); CuCl₂; ZnCl₂ y H₃BO₃. Las fuentes de P, K, S, Mo, Cu, Zn y B se agregaron en solución, las de Ca y Mg en forma sólida. En los tratamientos que contenían Ca y Mg estos se agregaron en primer término, mezclándolos con el suelo, luego se adicionaron las soluciones, volviendo a mezclar.

En los suelos de PuertoTirol y Los Laureles se establecieron diez tratamientos, siguiendo una técnica aditiva: Testigo; P; PK; PKCa; PKCaMg; PKCaMgS; PKCaMgSMo; PKCaMgSMoCu; PKCaMgSMoCuZn; PKCaMgSMoCuZnB. En tanto que en los suelos de Colonia Popular y A^o Mbiguá los tratamientos fueron seis, porque no se incluyeron los que contenían micronutrientes. Las dosis de nutrientes agregadas fueron: P = 50 ppm; K = 50 ppm; Ca = 500 ppm; Mg = 250 ppm; S = 5 ppm; Mo = 5 ppm; Cu = 5 ppm; Zn = 5 ppm; B = 5 ppm.

Las cosechas se realizaron cortando las plantas a 2 cm del nivel del suelo con tijeras. La primera cosecha se realizó a sesenta días de la siembra, las siguientes a intervalos de 22 días, para la

segunda y tercera cosecha respectivamente. Se consideró a las deficiencias que aparecían en la primer cosecha como **deficiencias primarias**, en tanto que las observadas en las cosechas posteriores conformaron **deficiencias secundarias** (Tomei et al, 1995). El material cosechado se secó en estufa de tiro forzado a 60° C hasta peso constante, expresándose los resultados en dg de materia seca (MS).

Se utilizó un diseño estadístico completamente aleatorizado con tres repeticiones. Se realizó el análisis de la variancia, probándose las diferencias entre medias con la prueba de Tukey al nivel 5 %.

Resultados y discusión.

Suelo Colonia Popular: Los resultados obtenidos en cada cosecha y en el total de cosechas en este suelo Colonia Popular (Tabla 2) indican que no hay respuesta significativa al agregado de P y PK, aunque el contenido en el suelo de estos dos nutrientes es relativamente bajo, Tabla 1.

Tabla 2. Producción de materia seca, dg por maceta, en suelo Colonia Popular (Chaco).
Table 2. Dry matter production, dg per pot, in Colonia Popular (Chaco) soil.

Tratamientos	Cosechas		
	1	2	Total
Testigo	8,1d	6,5c	14,6c
P	8,0d	7,6bc	15,6c
PK	7,5d	6,2c	13,7c
PKCa	17,7a	10,0bc	27,7ab
PKCaMg	15,6b	16,0a	31,7a
PKCaMgS	13,4c	11,5ab	24,9b
D.L.S. Tukey 5 %*	2,1	4,9	4,8
C. V. %**	3,8	10,0	4,7

Ref.: Los valores de una misma columna seguidos por letras iguales no difieren entre si ($P > 0,05$). * Diferencia Significativa Limite; ** Coeficiente de Variabilidad en %.

Figures follow by the same letter do not differ between them ($P > 0,05$). * Difference Limit Significative; ** Variability Coefficient %.

En el primer corte los rendimientos logrados con el agregado de Ca, son significativamente diferentes con respecto a los promedios de los tratamientos: testigo, con P y PK, y muestran que constituye una deficiencia primaria. El contenido extremadamente bajo de Ca edáfico explica esta respuesta y limita el efecto del agregado de P solamente. Esto puede explicar los fracasos en las siembras de leguminosas invernales sobre estos suelos.

En el segundo corte se manifiesta el Mg como deficiencia secundaria superando el rendimiento del tratamiento que contiene este nutriente a todos los demás excepto al que posee S. Los resultados de la suma de los cortes muestran también que los nutrientes deficientes son Ca y Mg. Considerando que el pH original del suelo está dentro de límites aceptables para el *T. repens* los resultados logrados con el agregado de estos elementos podrían indicar que se deben a su rol

como nutrientes. Sin embargo se produce un cambio significativo en los valores de pH con el agregado de carbonato de calcio (Tabla 3). También se determina un aumento estadísticamente significativo en P disponible en el suelo. Si bien existe un efecto favorable sobre

el crecimiento del trébol con el agregado de Ca y Mg, no queda claro si se debe solo a sus funciones como nutrientes o si se trata de un efecto más complejo que puede involucrar a la mayor disponibilidad de P en la solución del suelo.

Tabla 3. Suelo Colonia Popular, análisis final de suelos.
Table 3. Colonia Popular soil, final soil analysis

Tratamientos	pH	P ppm	K	mg/100 g	
				Ca	Mg
Testigo	6,7b	7,2d	4,4d	114,3b	41,3b
P	6,7b	31,5b	5,2b	118,2b	26,8b
PK	6,7b	27,2c	5,7a	118,2b	59,2a
PKCa	8,3a	36,3a	5,1b	176,4a	31,2b
PKCaMg	8,3a	37,9a	5,1b	208,4a	65,8a
PKCaMgS	8,3a	33,6b	4,8c	214,4a	65,8a
D.L.S. Tukey 5 %	0,2	2,4	0,3	46,1	16,7
C. V. %	0,7	1,8	1,3	6,1	7,4

Ref.: Idem Tabla 2.

Suelo Puerto Tirol: En este suelo se hicieron tres cosechas (Tabla 4), en la primera solo hubo un efecto positivo no significativo con el agregado de P. El agregado de los otros nutrientes provocó una disminución en los rendimientos dando diferencias significativas entre las medias. Estos resultados indican que no existen deficiencias nutricionales minerales primarias. Hubo un efecto depresivo por exceso del conjunto de cationes agregados.

En la segunda cosecha existe respuesta significativa al agregado de Ca indicando que constituye una deficiencia secundaria. Es probable que en los tratamientos sin este nutriente el cultivo intensivo agote rápidamente el Ca disponible, siendo su tasa de reposición muy lenta a partir de las fracciones lábiles. O bien la entidad de estas fracciones es muy baja, predominando las más estables.

Tabla 4. Producción de materia seca, dg por maceta, en suelo de Puerto Tirol (Chaco).
Table 4. Dry matter production, dg per pot, in Puerto Tirol (Chaco) soil.

Tratamientos	Cosechas			Total
	1	2	3	
Testigo	16,8ab	5,8c	4,4b	27,0c
P	17,7a	5,8c	5,9b	29,4c
PK	14,8abc	6,7c	5,2b	26,7c
PKCa	15,4abc	11,6a	17,2a	44,2a
PKCaMg	13,3c	11,8a	18,7a	43,9ab
PKCaMgS	12,8c	11,2a	19,3a	43,3ab
PKCaMgSMo	12,7c	11,4a	19,5a	43,6ab
PKCaMgSMoCu	13,3c	10,9a	16,0a	40,2ab
PKCaMgSMoCuZn	13,9bc	11,5a	16,0a	41,0ab
PKCaMgSMoCuZnB	9,3d	11,0a	19,5a	39,8b
D.L.S. Tukey 5 %	3,2	1,3	3,7	4,3
C. V. %	4,6	2,7	5,1	2,2

Ref.: Idem Tabla 2.

Estos resultados se repiten en la tercer cosecha y en la suma de las tres realizadas. En la tercer cosecha la acción favorable del Ca sobre los rendimientos observada en la segunda es más evidente, mientras que los tratamientos que incluyen Mg y S los mejoran en forma no significativa.

Suelo A^o Mbiguá: Con este suelo se hicieron dos cosechas, no se registran diferencias significativas

entre tratamientos (Tabla 5), indicando que no se manifiestan deficiencias de los nutrientes estudiados. Este suelo esta ubicado en el albardón, de pendiente suave del Arroyo Mbiguá, los que son utilizados en agricultura. El análisis químico muestra un contenido mediano en P hecho que justifica la falta de respuesta al agregado de este nutriente. En este suelo no se estudió el efecto del agregado de micronutrientes.

Tabla 5. Producción de materia seca, dg por maceta, en suelo de A^o Mbiguá (Formosa).
Table 5. Production of dry matter, dg per pot, in A^o Mbiguá (Formosa) soil.

Tratamientos	Cosechas		
	1	2	Total
Testigo	13,9a	6,2a	20,0a
P	15,9a	6,7a	22,6a
PK	17,2a	6,3a	23,5a
PKCa	17,2a	6,1a	23,3a
PKCaMg	14,3a	6,0a	20,3a
PKCaMgS	16,7a	6,1a	22,7a
D.L.S. Tukey 5 %	3,4	1,9	4,6
C. V. %	4,8	6,8	4,6

Ref.: Idem Tabla 2.

Suelo Los Laureles: Dio tres cosechas, en la primera se manifiestan deficiencias primarias de P y Zn (Tabla 6), la deficiencia primaria en este último micronutriente es un hecho no observado aún en este tipo de ensayos con suelos del Noreste Argentino. Estas deficiencias explicarían

los fracasos en la implantación de leguminosas invernales en estos suelos. Por otra parte Mufarregge (1995) hace referencia a contenidos de Zn en pasturas naturales del área en estudio que están por debajo de los niveles críticos para los bovinos. La deficiencia en Zn en el suelo puede

Tabla 6. Producción de materia seca, dg por maceta, en suelo Los Laureles (Santa Fe).
Table 6. Dry matter production, dg per pot, in Los Laureles (Santa Fe) soil.

Tratamientos	Cosechas			
	1	2	3	Total
Testigo	3,5c	3,7e	4,0d	11,2f
P	10,8b	6,5d	5,8cd	21,7e
PK	9,0b	7,0cd	5,8cd	23,1de
PKCa	9,9b	7,8c	6,7bc	24,4de
PKCaMg	10,2b	8,2c	7,9b	26,3cd
PKCaMgS	11,7b	10,9a	10,3a	32,9b
PKCaMgSMo	12,0b	9,6b	10,9a	32,5b
PKCaMgSMoCu	13,0b	9,6b	8,0b	30,6bc
PKCaMgSMoCuZn	18,4a	11,1a	9,8ab	39,2a
PKCaMgSMoCuZnB	13,2b	7,7c	10,8a	31,7b
D. L. S. Tukey 5 %	4,8	1,2	2,1	4,5
C. V. %	8,5	4,6	7,6	4,9

Ref.: Idem Tabla 2.

ser la causa de la baja respuesta de los tréboles que se observa en el campo cuando solo se fertiliza con superfosfato triple.

Las deficiencias en P, detectadas por métodos biológicos, son frecuentes en suelos de la Provincia de Corrientes (Tomei et al, 1995), aunque no se han mencionado para suelos chaqueños.

A pesar del bajo contenido en K de este suelo, el agregado de este nutriente no produce respuesta en ninguna de las cosechas realizadas.

En la segunda cosecha el Ca y el S se manifiestan como deficiencias secundarias, estos nutrientes pueden ser limitantes del crecimiento de tréboles a largo plazo. Estos resultados se repiten en la tercera cosecha, no manifestándose otros nutrientes deficientes. El suelo está bien provisto de Ca de manera que la respuesta observada al agregado de este nutriente probablemente se deba a restricciones en disponibilidad (Killian y Velly, 1964). El S disponible para las plantas proviene de la mineralización de la materia orgánica (MO) del suelo. En este caso la velocidad del proceso de mineralización y el contenido bajo en MO, es posible que determinen la deficiencia secundaria en S.

De los cuatro suelos estudiados solo en uno de ellos se observa deficiencia primaria de P, en el mismo suelo, (Los Laureles, Santa Fe) se detecta deficiencia primaria de Zn. En un suelo, Colonia Popular (Chaco), se determina una deficiencia primaria de Ca. Tres de los suelos tienen deficiencias secundarias de Mg y en uno de ellos (Puerto Tirol, Chaco) también lo es el Ca. Solo el suelo Mbiguá, Formosa, no presenta limitaciones de nutrientes minerales para el trébol blanco. Los resultados indican que los diferentes suelos del Chaco Oriental pueden presentar restricciones de nutrientes minerales para el establecimiento y persistencia de leguminosas forrajeras invernales.

Bibliografía.

- Chaminade, R. 1965. Bilan de trois années d'experimentation en petits vases de végétation. L'Agronomie Tropicale 20(11) :1101- 1162.
- Chaminade, R. 1968. Theories scientifiques de la fertilizacion des sols. II. Compte rendus des debats. B.-Diagnostic des carences. L'Agronomie Tropicale 23 (2): 185-186.
- Espino, L.M. y M.A. Seveso. 1983. Mapas de suelos de la Provincia de Santa Fe. INTA - MAG. 216 p.
- Killian, J. y J. Velly. 1964. Diagnostic des carences minerales en vases de végétation sur quelques sols de Madagascar. L'Agronomie Tropicale 19(5):413 - 443.
- Ledesma, L.L. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Suelos del Chaco. SAG y P - INTA - PNUD Arg/85/019. Vol. I:250 - 331.
- Mufarrege, D.J. 1995. La práctica de la suplementación mineral del ganado en la región NEA. Ganadería Subtropical 95, Jornadas Internacionales de Actualización. pp 41 - 50.
- Roche, P y J. Velly. 1965. Les méthodes utilisées pour reconstituer la fertilité des sols tropicaux. Etudes de carences. Essais aux champs. Curbe de réponse. Resultats obtenus a Madagascar. L'Agronomie Tropicale 20(10) : 1029-1033.
- Roche, P. 1967. Contribution a l'étude du statut phosphorique des sols de Madagascar. Incidence sur les problemes de fertilité. L'Agronomie Tropicale 22(3): 249-308.
- Schenkel, G. 1971. Evaluación de la fertilidad de un suelo, mediante la producción de materia seca en ensayos en macetas. I. Representaciones gráficas usadas. Turrialba Vol. 21 (3): 253-262.
- Tomei, C.E. y P.M. Fuentes Godo. 1974. Contribución al conocimiento de las relaciones entre el agregado de fertilizantes y la producción de leguminosas en suelos de la Provincia de Corrientes. II Rol de diferentes nutrientes en la productividad primaria. II Reunión Nacional de Fertilidad y Fertilizantes. Sociedad Científica Argentina Buenos Aires. p. 254 - 264.
- Tomei, C.E., M.E. Castelan, M.M. Poletti y M.A. Slukwa. 1995. Respuesta del *Trifolium repens* L. al agregado de P, K, Ca, Mg y S en ocho suelos del Nordeste Argentino. Revista de la Facultad de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Tomo 71 (2): 173 - 178.