

Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XXI. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Biobío¹

Gotardo Schenkel S.²
Pedro Baherle V.³
Horacio Floody A.⁴
Mauricio Gajardo M.⁴

INTRODUCCION

"... no se puede negar que la fertilidad de ciertos terrenos va disminuyendo y que los de la provincia de Concepción piden ya algunos abonos para tener cosechas remunerativas...."

Claudio Gay

En los suelos de Biobío se ha determinado una deficiencia generalizada de fósforo (Schenkel y otros, 1980), cualquiera sea su profundidad, modo de formación, origen o serie de suelo a la cual pertenece. Debe reconocerse que Claudio Gay conocía de esta deficiencia, pues escribió hace 140 años: "Entonces el hacendado tendrá que valerse del guano... y por espíritu de previsión le convendría desde luego aprovecharse de esta gran cantidad de huesos que todos los años le suministran sus importantes matanzas. En razón de los muchos fosfatos que contienen estos huesos llenarían un vacío que no se debe desperdiciar, y las tierras así abonadas recobrarían esta fertilidad que de algunos años acá se ve disminuir en la mayor parte de la hacienda" (Gay, 1842).

Las experiencias realizadas, tanto con trigo como con betarraga sacarina, "comprueban que las fórmulas de abonos nitrógeno-fósforo son las más efectivas para los distintos suelos ensayados" (Rodríguez, 1949). Además, se observa en remolacha de la provincia de Biobío, "donde dominan los trumaos más típicos, que los rendimientos de los tratamientos testigos son muy bajos y el efecto de la localización del abono fosfatado es notable" (Letelier, 1965). También, en la productividad de las praderas se atribuye al fósforo una función preponderante (Ruiz, 1967 y Letelier, 1969).

Sin embargo, en los suelos de esta provincia no es siempre el fósforo la deficiencia más intensa (Schenkel y otros, 1980), como ha sido observado en los suelos de la vecina provincia de Ñuble (Araos, 1967). Por lo tanto debe concederse atención a los demás elementos carenciales en Biobío. En efecto, no es raro observar que las praderas de la provincia reciban una fertilización NPKS (Klee y Ruiz, 1974 y 1977).

En el presente trabajo se prueban tres fórmulas de fertilización: N (nitrato de amonio, de calidad para

¹ Recepción de originales : 4 de agosto de 1980.

² Ing. Quím., Casilla 244, Osorno, Chile.

³ Ing. Agr., M.S., Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

⁴ Lab. Quím. y Ayudante de Lab., respectivamente, Estación Experimental Remehue (INIA), Casilla 1110, Osorno, Chile.

análisis), NP (nitrato de amonio junto a superfosfato triple) y NPKS (nitrato de amonio, superfosfato triple y sulfato de potasio), para confirmar la validez del diagnóstico de deficiencias nutritivas obtenido anteriormente por la técnica del elemento faltante. Con este objeto se agregan estos tres tratamientos a los mismos 70 suelos que sirvieron para el ensayo de macetas con ballica, dado a conocer en la Parte XX (Schenkel y otros, 1980). La interpretación se hace por intermedio del diagrama de fertilidad (Schenkel, 1971).

El empleo del tratamiento con nitrato de amonio en los suelos de Biobío merece alguna atención, por cuanto los suelos de esta región se ven expuestos a mayores temperaturas ambientales (Almeyda y Sáez, 1958) que los de las provincias situadas más al sur del país. Sheard (1974) ha demostrado que la aplicación de nitrógeno, como nitrato de amonio, a *Phleum pratense* y a *Bromus inermis* acelera la utilización de las aplicaciones superficiales de fosfato de calcio peleteado y marcado con 32 P. Por consiguiente "es indispensable proporcionar adecuadas cantidades de nitrógeno para una eficiente utilización de las aplicaciones superficiales de fósforo por las gramíneas forrajeras perennes. A su vez, Etchevers, Longeri y Venegas (1978) determinan que la capacidad de nitrificación tiene una correlación significativa y positiva con el fósforo disponible inicialmente en el suelo ($r = +0,827$) y una correlación significativa y negativa con la concentración de aluminio extractable ($r = -0,541$), en suelos de la región.

Es posible que las aplicaciones de nitrato de amonio afecten a los procesos de mineralización e inmovilización que tienen lugar en la fracción orgánica de estos suelos. Una estimulación de la mineralización equivale a un enriquecimiento del nitrógeno, azufre y fósforo inorgánicos del suelo, quedando probablemente disponibles para las plantas, ocurriendo lo contrario con una inmovilización. Ambos fenómenos implican una ligera modificación de las líneas de fertilidad respectivas y también de las correspondientes líneas de producción sobre el diagrama de fertilidad.

MATERIALES Y METODOS

En un ensayo de macetas se han sembrado 70 muestras de suelo, recolectadas en la provincia de Biobío, con ballica (*Lolium perenne* x *Lolium multiflorum*). La procedencia de las muestras de suelo, su distribución dentro de la provincia y algunas de sus propiedades se han dado anteriormente en la Parte XX (Schenkel y otros, 1980).

El ensayo de macetas se ejecuta en la Estación Experimental Carillanca, Temuco, de acuerdo a la técnica propuesta por Schenkel y Baherle (1971). Los tres tratamientos de fertilización incluidos son N (nitrato de amonio, p.a.), NP (N + superfosfato triple) y NPKS (NP + sulfato de potasio), agregados al suelo según el procedimiento descrito en la Parte V (Schenkel y otros, 1971).

Las líneas de producción sobre el diagrama de fertilidad se calculan a partir de las producciones de materia seca (Schenkel, 1971). Para facilitar la interpretación de las líneas de producción se agregan frecuentemente, en el diagrama de fertilidad, las correspondientes líneas de fertilidad —con líneas de segmento— obtenidas previamente en la Parte XX (Schenkel y otros, 1980).

Los dos parámetros que caracterizan a las líneas de producción de todas las muestras se proporcionan en el Cuadro 1; obedecen a la ecuación general $\log Y = \log A + mX$. Los valores tabulados se calculan gráficamente (Schenkel, Pino y Floody, 1971).

Una vez calculado el valor promedio de cada uno de los coeficientes que caracterizan a las líneas de producción N, NP y NPKS, dado en el Cuadro 1, se dibuja el diagrama de fertilidad indicado en la Figura 1. Con líneas de segmento se agregan las correspondientes líneas de fertilidad promedio, determinadas anteriormente en Parte XX (Schenkel y otros, 1980), o sea, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y microelementos (B, Mo, Cu, Zn, Mn).

CUADRO 1. VALORES DE LAS LINEAS DE PRODUCCION ($\log Y = mX + \log A$) PARA FERTILIZACIONES N, NP Y NPKS. PROVINCIA DE BIOBIO

Suelo Nº	+ N		+ NP		+ NPKS	
	A	m*	A	m*	A	m*
8842	17	-768	28,8	+369	99	+650
8843	40	-552	77	-395	87	+356
8844	33,5	-487	61	-514	78	+799
8845	15,7	-445	56	-617	77,5	+284
8846	21,2	-539	68	-1144	101	+159
8847	36,5	-1209	84	-575	100	+130
8848	16,3	-433	46,2	-920	97,5	+23
8849	10,5	-1256	36	-1171	97	-79
8850	23,5	-233	57,5	-709	110	0
8851	34,5	0	90	-393	96	+74
8852	33,5	-654	61,5	-1014	104	+202
8854	32	-898	78	-690	102	+523
8855	33,5	-1094	59	-773	69	+576
8856	29	-842	48	-619	125	-95
8857	39	-879	68	-576	142	-338

CONTINUACION CUADRO 1. VALORES DE LAS LINEAS DE PRODUCCION ($\log Y = mX + \log A$) PARA FERTILIZACIONES N, NP Y NPKS. PROVINCIA DE BIOBIO

Suelo No	+N		+NP		+NPKS	
	A	m*	A	m*	A	m*
8858	24	-1728	42,5	-885	97	+419
8859	24	-1728	49	-1604	100	+129
8860	24,5	-1898	49	-1353	99	+181
8861	19,5	-2132	73	-659	116	-68
8862	12	-1446	43	-1475	93	+83
8863	21	-1742	53	-1341	110	-199
8864	45	-1485	122	-960	113	+61
8865	26	-1025	56	-661	78	+186
8866	26,5	-962	72	-895	150	-476
8867	21,2	-1718	29	-627	111	+266
8868	27,5	-1831	44	-1496	101	+217
8869	14,5	-1630	46	-1251	105	-114
8870	20,8	-2156	37,5	-2084	83	+488
8871	40	-971	72	-766	98	+226
8872	30,3	-169	81	-896	77	+517
8873	30,2	-1143	87	-985	106	-255
8874	38,5	-1287	59	-860	76,5	+102
8875	31,8	-530	50,5	-636	86	+465
8876	25	-751	45	0	89	+123
8877	15	-440	65	-1626	69	+329
8878	19,2	-1828	80	-1806	95	-180
8879	30	-1060	76,5	-780	68	+558
8880	28	-1542	37	-878	77	+291
8881	48	-2271	115	-1006	140	-175
8882	38,5	-1722	65	-685	110	0
8883	57	-942	98	-708	92	+36
8884	38	-1468	57,5	-919	101	+84
8885	32	-953	89	-1680	121	-221
8886	39	-1028	87,5	-723	93,5	+239
8887	43	-1362	74	-568	100	0
8888	44	-1341	80	-614	100	+59
8889	27,5	-594	81	-907	93	+126
8890	45	-1719	87	-1161	117	-398
8891	24	-478	57	-450	100	+101
8892	41,5	-1994	65,5	-896	115	0
8893	11,2	-1925	31,5	-856	91	+100
8894	23	-1096	37,5	-603	89	+27
8895	17	-698	39,5	-180	100	0
8896	17,5	-797	24	-408	57	+294
8897	16,6	-688	46	-918	97	-127
8898	11,7	-1780	19,5	-1563	79	+213
8899	28,5	+145	61	-560	75	+278
8900	37	-1369	61,5	-567	101	-168
8901	28	-1355	80	-570	93	-27
8902	10,5	-1890	27	-1015	86	-646
8903	33,5	-2500	52,5	-3131	100	0
8904	54	-3662	55	-895	82	+514
8905	46,5	-1300	92	-869	89	-98
8906	54,5	-650	72	-514	98	-67
8907	46,5	-1451	66,5	-331	95	+52
8908	30	-1590	71	-585	100	0
8909	25	-983	63	-433	59,5	+77
8910	24	-864	56,5	-1504	86	+432
8911	28,5	-2116	58,5	-2019	100	0
8912	48,5	-1063	97	-907	70	+194
Promedio (70 muestras)						
	29,7	-1214,2	62,2	-900,1	95,9	+107,3

*Todos los valores de m deben multiplicarse por 10^{-5} .

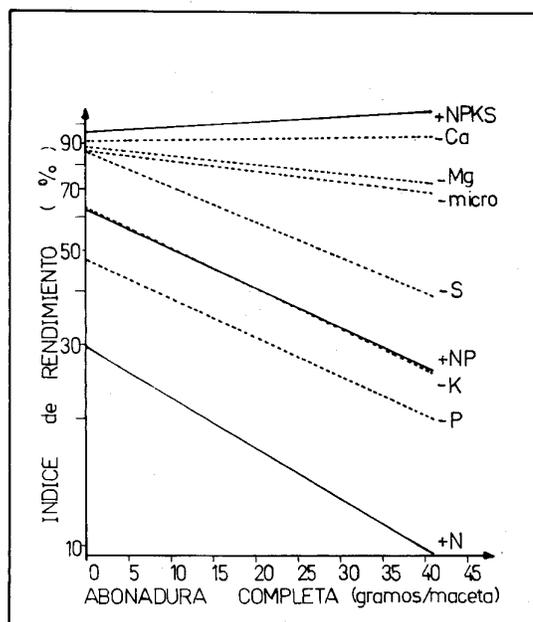


Figura 1. Diagrama de fertilidad de la provincia de Biobío (promedio 70 muestras de suelo).

RESULTADOS Y DISCUSION

Es posible efectuar algunas consideraciones generales, basándose en los valores promedios de respuesta de las 70 muestras de suelo a las tres fórmulas de fertilización estudiadas. La abonadura N demuestra ser absolutamente inadecuada para mejorar drásticamente la fertilidad actual de los suelos (Figura 1). La línea de producción N marca índices de rendimiento muy inferiores a los correspondientes de las líneas de fertilidad del fósforo, si bien ambas líneas tienen pendientes muy semejantes, por lo cual se desplazan en forma casi paralela sobre el diagrama de fertilidad de la Figura 1. Esta propiedad indica que los demás nutrientes acompañantes del nitrógeno (elemento que va incluido en la fertilización de los tratamientos que sirven para determinar a las líneas de fertilidad del fósforo y de producción N) tienden a tener un efecto positivo sobre la fertilidad del suelo, aunque no se agregue fósforo.

Un incremento mayor se observa en la fertilidad de los suelos cuando al abono nitrogenado acompaña un fertilizante fosfatado (línea NP, en Figura 1). En tal caso, hay una excelente superposición entre las líneas de fertilidad del potasio y de producción NP. Este resultado general es muy favorable al diagnóstico de deficiencias nutritivas, que se hace mediante el diagrama de fertilidad, porque corrobora definitivamente que la fertilidad de los suelos de la provincia Biobío no pue-

de ser corregida adecuadamente, a menos se subsane la deficiencia de potasio que la limita en los suelos pobres en potasio. Es implícito a la afirmación anterior que el superfosfato triple no contiene potasio como impurezas. Desde un punto de vista metodológico, debe reconocerse que la superposición de las líneas de producción NP con la de fertilidad del potasio, significa que en estos suelos se alcanzan generalmente fertilidades equivalentes con la técnica del elemento agregado (NP) y del elemento omitido (completo sin potasio). En ambos casos, es la pobreza en potasio la que controla su fertilidad, cuando con la fertilización se añade fósforo y nitrógeno en cantidades suficientes, porque ha sido identificada la carencia de potasio como la deficiencia nutritiva más intensa después del fósforo (Figura 1). Es poco probable que esta característica se mantenga en suelos ricos en potasio, razón por la cual se hará posteriormente una discusión en particular.

Las carencias de potasio y de azufre, mostradas en la Figura 1, dejan prever que la inclusión del sulfato de potasio en la fórmula de fertilización NPKS debería presentar claras ventajas en la corrección de la fertilidad del suelo. Mediante el sulfato de potasio se subsanan las dos carencias siguientes a la del fósforo, cuando ellas se ordenan en forma decreciente de acuerdo a su gravedad. La línea de producción NPKS (Figura 1) apoya la afirmación anterior, con la particularidad que su trazado no coincide con la línea de fertilidad de los micronutrientes, sino que la sobrepasa holgadamente en el diagrama de fertilidad. El beneficioso incremento de fertilidad logrado con NPKS sólo es posible por la adicional corrección (total o parcial) de las deficiencias de magnesio, de micronutrientes y de calcio, con el agregado de los abonos comerciales sulfato de potasio y superfosfato triple. Hay antecedentes que mencionan al magnesio como una impureza frecuentemente contenida en el sulfato de potasio comercial (Collings, 1955; Jacob, 1955). El calcio es el catión acompañante del abono fosfatado añadido. Los micronutrientes no están ausentes en ninguno de los dos fertilizantes empleados (Chávez, Oneto y Murúa, 1968, y Jacob, 1955). Pero, al margen del aspecto analítico propiamente tal, está la consideración nutricional: las pequeñas cantidades de dichos nutrimentos aportadas al suelo con los citados abonos, son suficientes para disipar eficientemente la caída de rendimientos provocada por la respectiva deficiencia leve en algunos suelos, y para aminorar el daño causado por una carencia más grave en otras muestras, aunque sin posibilidad de corregirlo totalmente, como se verá luego.

Entre las líneas de producción N, dadas en el Cuadro 1, sobresalen algunas muestras por su pésima respuesta a la fertilización nitrogenada, por cuanto con este único nutriente se alcanza como máximo al 15

por ciento de su fertilidad potencial. En la Figura 2 se representa el diagrama de fertilidad de las muestras # 8893 y 8902, para analizar si la ineficiencia del abono nitrogenado en elevar la fertilidad actual del suelo se debe a la limitación impuesta por otra carencia nutritiva distinta del fósforo. Aunque se identifica al potasio como una deficiencia más intensa que la del fósforo, en los dos suelos representados en la Figura 2, es impropio atribuir la mala respuesta de la abonadura nitrogenada solamente a la pobreza en potasio.

Como las macetas que sirvieron al ensayo tienen drenaje externo, podría presumirse que la solución de nitrato de amonio agregada en el tratamiento N se lixivió, sin alcanzar a ser absorbida por las plantas de ballena, particularmente en el suelo Negrete (# 8902), de textura más gruesa (Black, 1968) y contenido en materia orgánica muy pobre (2,7 por ciento), en relación a los demás suelos estudiados (Parte XX, Schenkel y otros, 1980). Tal argumento no es válido para la muestra # 8893 de Mulchén, con textura más fina y rica en materia orgánica (12,1 por ciento). Pero, si las pérdidas de nitrato fuesen apreciables, es improbable que suceda lo mismo con el amonio acompañante (Black, 1968). De cualquier modo, las pérdidas de ambos iones se verían compensadas por las frecuentes aplicaciones que se hace de la solución de nitrato de amonio. Además, si las pérdidas por lixiviación del nitrógeno agregado son condicionadas por la textura, entre otros factores (Black, 1968), debería afectar por igual a todos los tratamientos, lo cual no se cumple manifiestamente para los tratamientos NP ni NPKS, en los mismos suelos dados en la Figura 2. En consecuencia, no podría explicarse la pésima respuesta a la abonadura nitrogenada sólo por el mecanismo de las pérdidas de nitrógeno por lixiviación.

La respuesta exigua al tratamiento N, en los suelos representados en la Figura 2, se hace extensiva al suelo de Mulchén, Piñiquihue (muestra # 8898, Figura 3), siendo el único para el cual también la fertilización NP es marcadamente ineficaz, no así NPKS. Si se observa la Figura 3, se comprobará que la línea de producción NP queda dibujada muy por debajo de la de fertilidad del potasio. Absolutamente inapropiado sería atribuir la mala respuesta del tratamiento NP a una lixiviación del fosfato, especialmente cuando se recuerda que se trata de un suelo derivado de cenizas volcánicas recientes, con buen contenido de materia orgánica (7,7 por ciento), de reacción ácida y pobre en fósforo.

También hay suelos en Biobío donde es posible alcanzar hasta el 55 por ciento de su fertilidad potencial con la sola abonadura nitrogenada, aunque estos elevados índices de rendimiento decaen muy rápidamente, como se ve en la Figura 4. Se explica la buena

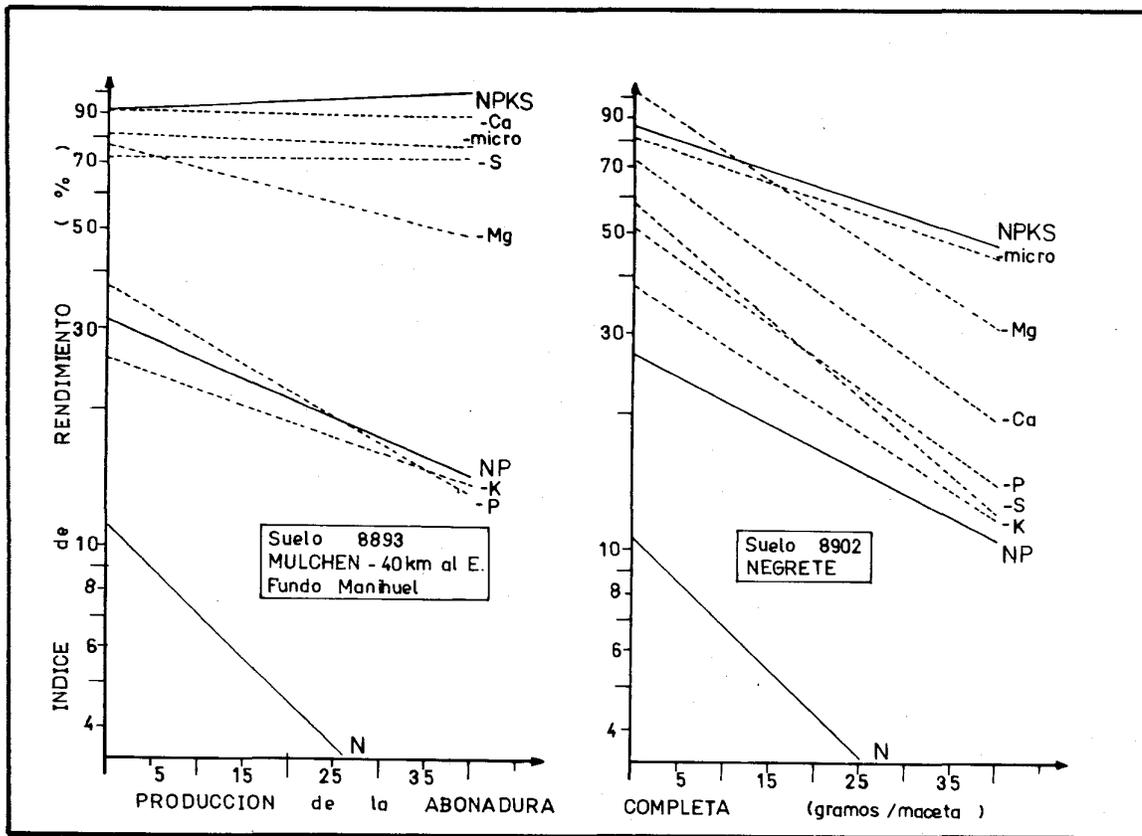


Figura 2. Diagrama de fertilidad de 2 suelos con mala respuesta al nitrógeno (provincia de Biobío).

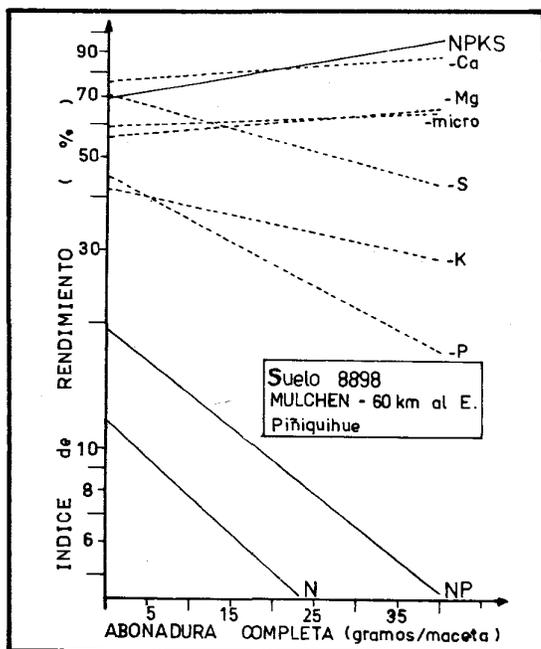


Figura 3. Diagrama de fertilidad de un suelo con línea de producción NP muy baja.

respuesta al N en las muestras # 8883 y 8904 porque no hay ninguna carencia nutritiva tan severa como en los suelos de la Figura 3, que impida alcanzar los niveles de fertilidad definidos por la línea de producción N. Para la muestra # 8912 (Figura 4) se observan satisfactorios índices de rendimiento con el tratamiento N, pero con la novedad que la línea de producción N sobrepasa nítidamente a la de fertilidad del azufre. Aunque la diferencia no es muy grande, puede sugerir que la aplicación de nitrógeno favoreció una pequeña mineralización del azufre orgánico, porque el suelo de Santa Fe dispone de un 5,7 por ciento de materia orgánica.

Si la mayor disponibilidad de azufre puede provenir de la mineralización de azufre orgánico estimulada por las aplicaciones de nitrato de amonio, entonces no debería descartarse la posibilidad que el mismo fenómeno se repita respecto del fósforo orgánico. En efecto, los suelos # 8905 y especialmente # 8906 son magníficos ejemplos de la buena respuesta al fertilizante nitrogenado, porque su adición al suelo representa una mayor disponibilidad de fósforo inorgánico para las plantas, por la mineralización de su fracción

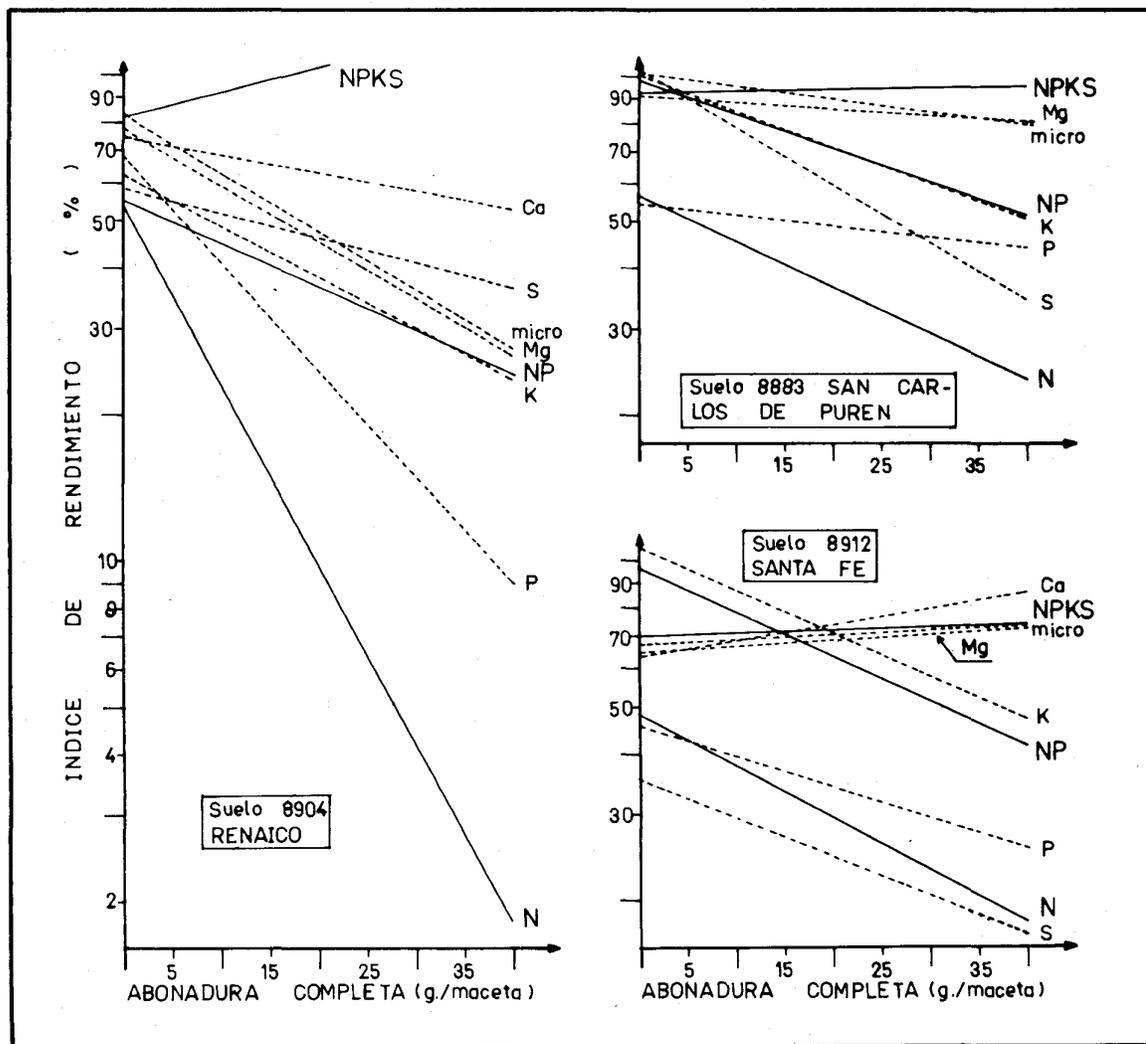


Figura 4. Diagramas de fertilidad en suelos de Biobío con mejor respuesta al nitrato de amonio (N).

orgánica. La línea de producción N sobrepasa claramente a la de fertilidad del fósforo en los diagramas de fertilidad dados en Figura 5 y, para el conjunto de deficiencias ahí definidas, debe considerarse muy buena la respuesta a las aplicaciones de nitrato de amonio. Esta hipótesis no podría aplicarse respecto del potasio, por lo cual la línea de producción NP habría de estar muy próxima a la de fertilidad del potasio, como efectivamente sucede en todas las muestras de las figuras 4 y 5.

Escapa a la finalidad de este trabajo un análisis detallado de las condiciones de mineralización e inmovilización que se originan con los distintos nutrientes deficientes para cada uno de los diversos tratamientos de fertilización con los suelos en estudio. No obstante,

se estima interesante observar como no siempre se estimula la mineralización de la fracción orgánica de un mismo suelo, por el solo hecho que se aplique nitrato de amonio, porque su eficiencia depende, entre otros factores de los demás nutrientes agregados con la fórmula de fertilización y también de las deficiencias nutritivas que afectan al respectivo suelo.

El tratamiento de fertilización NP eleva la fertilidad de los suelos a niveles que quedan definidos por la línea de fertilidad del potasio (muestras # 8893 y 8902, Figura 2; # 8908, 8883 y 8912, Figura 4, # 8905, Figura 5), pero no por la línea de fertilidad del azufre, viéndose esta última frecuentemente sobrepasada (muestras # 8912 y 8883, Figura 4, y # 8905, Figura 5) por la línea de producción NP. Por

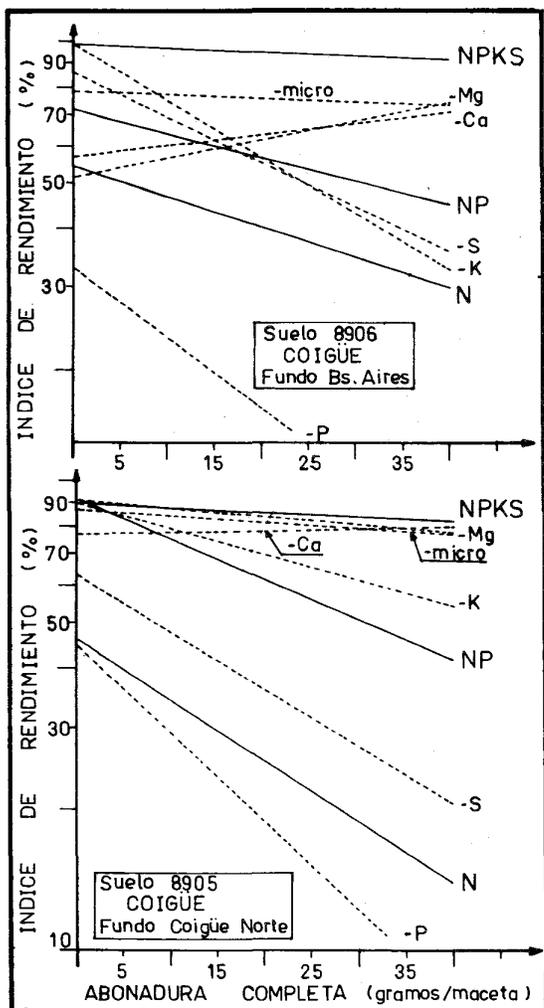


Figura 5. Suelos con líneas de producción N mejores que la respectiva línea de fertilidad del fósforo (provincia de Biobío).

corresponder la fuente nitrogenada a nitrato de amonio de calidad "para análisis", se explica la diferencia de fertilidad observada con el pequeño aporte de azufre, pero no de potasio, que se hace con el superfosfato triple y/o la mineralización de la materia orgánica.

Seguramente participan en la disponibilidad de fósforo y de azufre los procesos de movilización e inmovilización, resultando el último como una consecuencia de la asimilación microbiana de los nutrientes inorgánicos y donde por la mineralización se retornan al estado inorgánico los elementos nutritivos integrantes de las plantas y de los microorganismos (Alexander, 1961). El balance de ambos procesos, que no sólo comprometen al fósforo y azufre sino también a los demás nutrimentos, se ve muy influenciado por los

cambios de temperatura (Campbell y Biederbeck, 1972; Campbell, Biederbeck y Warder, 1970, 1971 y 1973; y Stanford, Frere y Van der Pol, 1975), situación que responde a la realidad experimental de este trabajo, porque el ensayo se realizó a temperatura ambiente. Análogamente, el contenido de humedad del suelo es otro factor que puede acelerar la mineralización de la materia orgánica (Stanford y Epstein, 1974 y Blasco, 1971) siendo más intensa entre succiones mátricas de 1/3 y 1/10 bar (Stanford y Epstein, 1974).

Etchevers y otros (1978) "encuentran que la tasa de nitrificación —por la técnica de perfusión— se correlaciona significativa y positivamente con el fósforo disponible inicialmente en el suelo", en 35 muestras de Biobío, Ñuble y Concepción. "Un aumento muy fuerte en respiración y actividad deshidrogenasa es logrado con la adición de fósforo en altas dosis", porque el fósforo desplaza los ácidos fúlvicos adsorbidos en la alófana (Schaefer, Urbina y San Martín, 1969). La mineralización neta de fósforo está relacionada a reacciones análogas del nitrógeno, viéndose acelerada la liberación de fosfato bajo las condiciones que favorecen la amonificación (Alexander, 1961). De aquí surge la posibilidad que tanto la adición de amonio (Alexander, 1961) como la de fósforo (Urbina, San Martín y Schaefer, 1969; Schaefer y otros 1969, y Etchevers y otros, 1978) podrían estimular la mineralización de la materia orgánica y explicar el buen efecto obtenido con el tratamiento N y/o NP, generando pequeños incrementos de fósforo y/o azufre.

Aunque la fórmula de fertilización NP no incorpore potasio al suelo, puede contemplarse la posibilidad de mejorar, por su intermedio, la nutrición de las plantas con potasio, debido a la adición de nitrato de amonio. Los radios iónicos del potasio y del amonio son muy semejantes y su fijación a las arcillas expandibles se produce en los mismos lugares de adsorción (Black, 1968). Por lo tanto, al aumentar la cantidad de amonio fijada, decrece la fijación de potasio, porque la suma de ambos cationes permanece constante (Black, 1968). Además, la cantidad de amonio fijada es función de la cantidad de amonio agregada, razón por la cual puede liberarse continuamente algo del potasio no intercambiable con las sucesivas adiciones de nitrato de amonio (Bailey, 1974).

¿Existe en los suelos de la provincia de Biobío un desplazamiento de las formas del potasio no intercambiables hacia las de fácilmente disponibles para las plantas, como resultante de las frecuentes adiciones de amonio? En ambas profundidades (0–20 y 20–45 cm) del suelo Humán se observa una sustancial elevación de su fertilidad (muestras # 8848 y 8849, Figura 6), por encima de su línea de fertilidad del potasio, provocada por la adición de nitrato de amonio

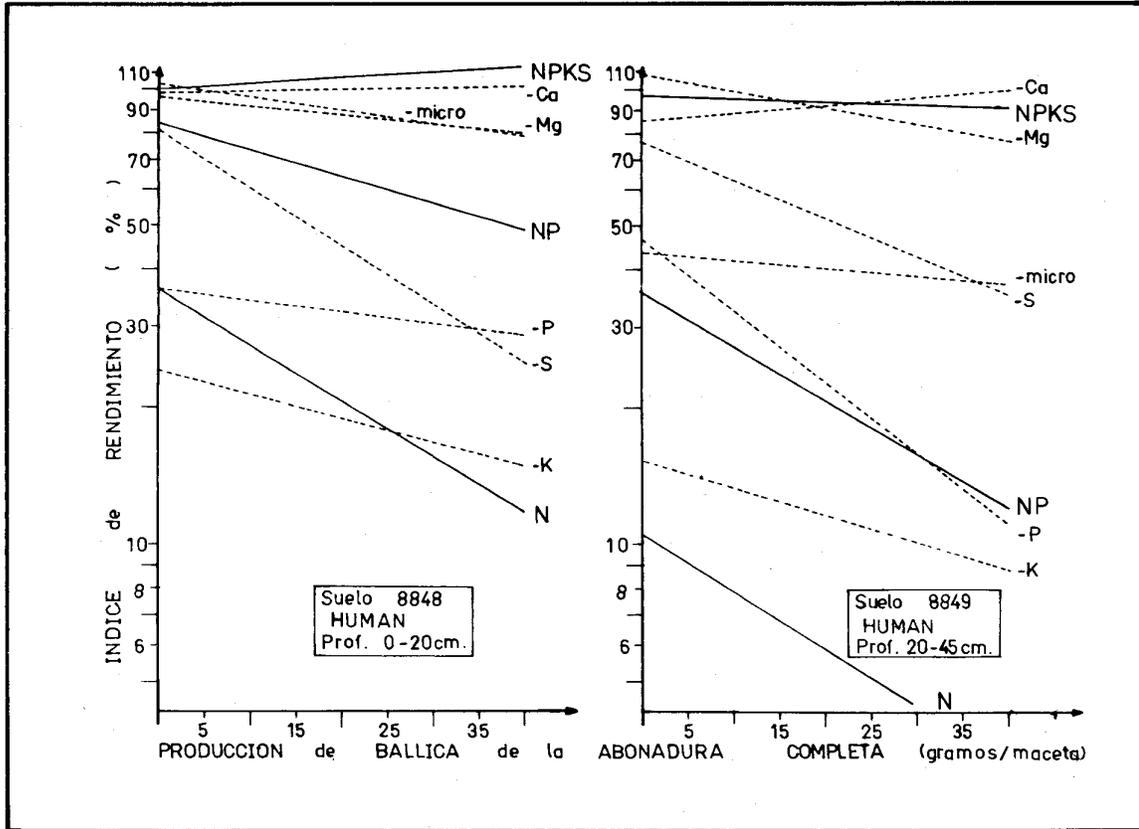


Figura 6. Diagrama de fertilidad del suelo Humán a 2 profundidades, donde las líneas de producción NP sobrepasan a la respectiva línea de fertilidad del potasio.

en el tratamiento NP, pudiendo interpretarse este efecto como equivalente a una mayor disponibilidad de potasio. Las apreciables diferencias de fertilidad delimitadas por los trazados de las líneas de producción NP y de fertilidad del potasio (Figura 6), comunes a ambas profundidades del mismo perfil de suelo, hacen muy improbable que ellas puedan ser atribuidas a errores experimentales. Además, aunque este fenómeno sea poco frecuente de observar en los suelos de Biobío, no se da exclusivamente en el suelo de Humán. En la Figura 7 se presentan todas las demás muestras donde se logra, con la fertilización NP, un mejoramiento de la fertilidad del suelo por encima de lo esperado de acuerdo a su correspondiente línea de fertilidad del potasio. Por razones de claridad, se omiten del diagrama de fertilidad de la Figura 7 todas las demás líneas de fertilidad y de producción.

La fórmula de fertilización NPKS es apropiada para corregir las principales carencias nutritivas que afectan actualmente a la mayoría de los suelos de la provincia Biobío, como se desprende del Cuadro 1 y Figura 1. Análoga interpretación puede hacerse a partir

de los diagramas de fertilidad dados en las figuras 2 a 6. El tratamiento NPKS sólo puede tener tan buen comportamiento en dichos suelos, si las posibles deficiencias iniciales de calcio, magnesio y microelementos han sido corregidas parcial o totalmente por las impurezas que llevaban los correspondientes fertilizantes agregados. En particular, se hace referencia a la falta de micronutrientes en la muestra # 8849 (Figura 6), de magnesio y micronutrientes en los suelos # 8898 (Figura 3) y # 8893 (Figura 2) y de calcio, magnesio y microelementos en las muestras # 8906 (Figura 5) y # 8904 (Figura 4). La fertilización NPKS en los suelos indicados no sería buena si subsistiesen las deficiencias nutritivas especificadas anteriormente, después de la aplicación de los correspondientes abonos. Consecuentemente, fueron suficientes las pequeñas cantidades agregadas, como impurezas de los fertilizantes superfosfato triple y sulfato de potasio, para corregir adecuadamente las respectivas deficiencias.

No obstante, la fórmula de fertilización NPKS es insuficiente para optimizar la fertilidad del suelo en unas pocas muestras, como ocurre con # 8902 (Figura

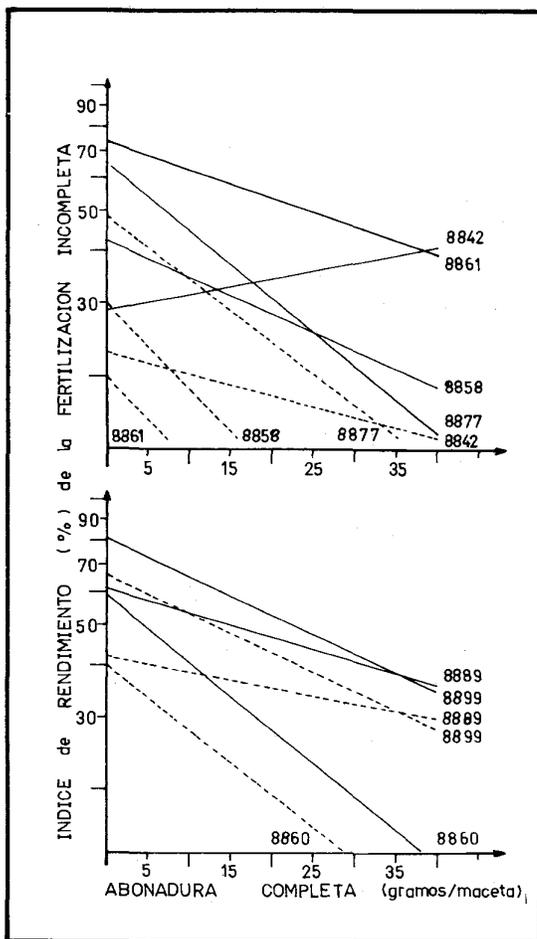


Figura 7. Líneas de Producción NP (—) que sobrepasan a la respectiva línea de fertilidad del Potasio (---) en suelos de Biobío.

ra 4), # 8905 (Figura 5) y # 8898 (Figura 3). Completan este grupo de suelos las seis muestras diagramadas en la Figura 8. En general, se trata de suelos deficientes en microelementos y/o magnesio, de donde se infiere que las cantidades de unos y otros nutrientes agregados al suelo como impurezas, a través del superfosfato triple y del sulfato de potasio (Jacob, 1955, Collings, 1955 y Chávez y otros, 1968) fueron insuficientes para su total corrección. ¿O acaso debe concluirse que, en este último conjunto de muestras, hay una carencia de un microelemento distinto del observado precedentemente, cuando se discutió la buena respuesta a la fertilización NPKS en suelos con deficiencia leve de ellos? En la Parte XX (Schenkel y otros, 1980) se hacía referencia a dos microelementos presentes en cantidades insuficientes en estos suelos, a saber, el boro (Rojas, 1973 y 1978 y Letelier, 1965 y 1969) y el manganeso (Schalscha y otros, 1968).

Se admite que al agregar una pequeña cantidad de un elemento deficiente al suelo se produce un desplazamiento paralelo de la respectiva línea de fertilidad sobre el diagrama de fertilidad, como pudo observarse con un suelo de Osorno (Schenkel y otros, 1972). Si esta premisa también fuese válida en los suelos de Biobío, sería posible aclarar a que se debió la mala respuesta de la aplicación NPKS; esto es, si ella fue causada por insuficiencia de micronutrientes o de magnesio. Esta deducción es simple de efectuar en los suelos # 8902 (Figura 2), # 8905 (Figura 5) y # 8845 (Figura 8), porque la línea de producción NPKS es casi rigurosamente paralela a su respectiva línea de fertilidad de los microelementos, no así a la de magnesio, sucediendo lo inverso con las muestras # 8909 y 8899 (Figura 8). Para los restantes suelos, con mala respuesta a la fertilización NPKS, es considerablemente más difícil concluir qué limitó su respuesta, aunque lo más probable es que participan conjuntamente el magnesio y los microelementos, como se aprecia para las muestras # 8896, 8874 y 8855 (Figura 8) y # 8898 (Figura 3). Por lo tanto, no podrán subsanarse las deficiencias de magnesio y de microelementos en los suelos de Biobío, si sus deficiencias son graves, con la sola aplicación de superfosfato triple y sulfato de potasio, ni aún con dosis muy altas, porque ellos están contenidas en los mencionados abonos en proporciones demasiado pequeñas para las cantidades requeridas en su corrección. Fluye de lo anterior cuan indispensable se hace en el futuro proceder a la identificación de el o los microelementos carenciales en estos suelos.

CONCLUSIONES

El trabajo aquí presentado permite concluir lo siguiente respecto de los suelos de la provincia Biobío:

1. Todas las posibles deficiencias de calcio quedan subsanadas con el aporte de calcio que se hace a través del superfosfato triple. La reacción ácida de todas las muestras investigadas no es condición suficiente para justificar el uso masivo de enmiendas calcáreas. Se tiene reservas respecto del beneficio que podrían significar pequeñas cantidades empleadas en el estado inicial de desarrollo de las plantas sólo en suelos con líneas de fertilidad del calcio de pequeño coeficiente de posición, porque posteriormente se vuelven disponibles para las plantas las fracciones menos asimilables.
2. En muy contados suelos, libres de deficiencias graves, puede alcanzarse excepcionalmente hasta un 55 por ciento de su fertilidad potencial con la sola abonadura nitrogenada, pero sin que ésta sea capaz de mantener dichos niveles de fertilidad.

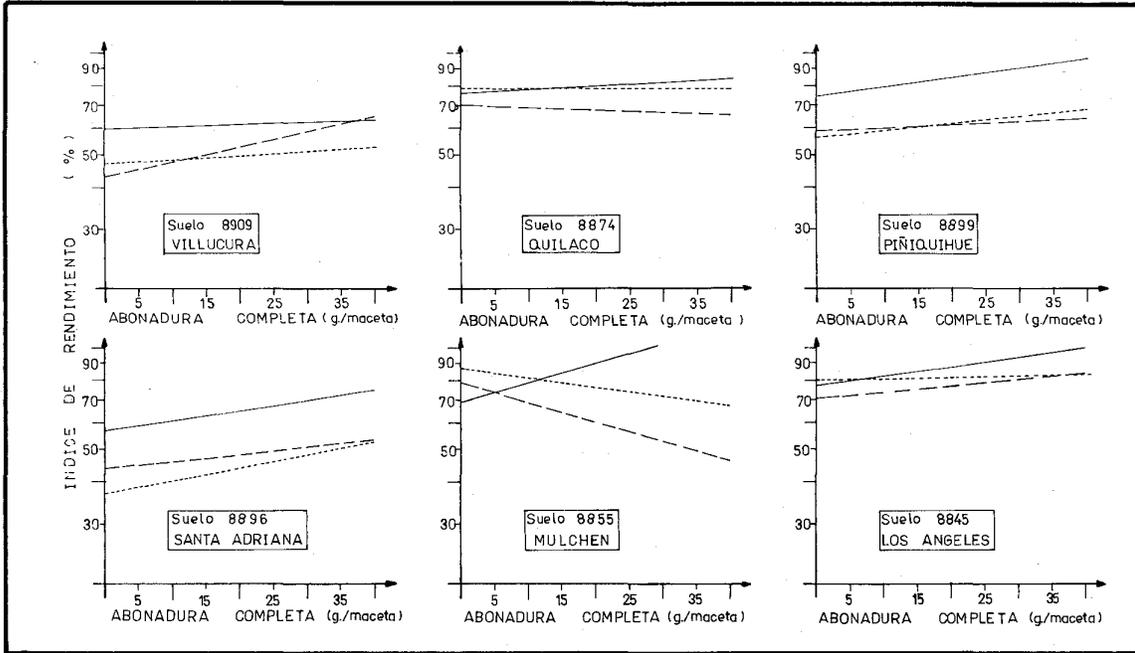


Figura 8. Insuficiencia de la fertilización NPKS (—) para corregir las deficiencias de Magnesio (-----) y/o microelementos B + Mo + Cu + Zn + Mn (.....) en suelos de la provincia de Biobío.

3. La sola abonadura con nitrógeno es insuficiente para mejorar satisfactoriamente la fertilidad actual de los suelos, lográndose generalmente rendimientos inferiores a los de la correspondiente línea de fertilidad del fósforo. Sheard (1974) observó que la fertilización con nitrato de amonio acelera el agotamiento que hacen las especies forrajeras perennes del fósforo aplicado y del suelo.
4. La falta de respuesta al tratamiento N no se atribuye a la pérdida de nitrato de amonio por lixiviación, en macetas de libre drenaje externo, porque, cuando éste se aplicó de igual modo a los restantes tratamientos del mismo suelo, se obtuvo una buena respuesta.
5. Es posible que la mala respuesta al nitrógeno, en algunos suelos, se deba a que el nitrato de amonio provocó una fuerte inmovilización del escaso fósforo presente en el suelo del tratamiento N.
6. Con el suelo # 8912 (Figura 4) hay mejor respuesta al nitrógeno del indicado por su línea de fertilidad del azufre (principal deficiencia), atribuyéndose esto a la mineralización de pequeñas cantidades de azufre del sustrato orgánico, a consecuencias del efecto estimulante del nitrato de amonio sobre la actividad microbiana.
7. Análogamente se atribuye a la mineralización del fósforo orgánico la inesperada respuesta del nitrógeno en las muestras # 8905 y 8906 (Figura 6), donde la línea de producción N define mejores índices de rendimiento que la respectiva línea de fertilidad del fósforo, su principal carencia.
8. Con la línea de producción NP se alcanzan los niveles de fertilidad dados por la línea de fertilidad del potasio. En suelos pobres en potasio no podrá alcanzarse una buena fertilidad mientras no se corrija su deficiencia.
9. En general, la técnica del elemento agregado con el tratamiento NP proporciona resultados equivalentes a la del elemento faltante, cuando está ausente el potasio en la abonadura completa de los suelos de la provincia.
10. La línea de producción NP eleva la fertilidad de los suelos hasta alcanzar a la línea de fertilidad del potasio, pero sobrepasando a menudo los rendimientos definidos por la línea de fertilidad del azufre. Esta respuesta se explica por las impurezas de azufre contenidas en el superfosfato triple y por las contribuciones del azufre mineralizado.
11. Aunque la fertilización NP no incorpora potasio al suelo, sería capaz de movilizar potasio no intercambiable en algunas muestras. Es de interés agronómico confirmar en el futuro si las aplicaciones de las sales amoniacales son capaces de

- movilizar las formas no intercambiables de potasio, como parece ocurrir con el suelo Humán (Figura 6) y los demás indicados en la Figura 7. López (1969) informa que en los cafetales colombianos, situados sobre suelos derivados de cenizas volcánicas, no se usan fuentes nitrogenadas amoniacales, porque "el ión amonio tuvo un drástico poder de desplazamiento de base calcio, magnesio y potasio en los primeros 10 cm del suelo, del orden de 64, 72 y 69 por ciento, respectivamente", perdiéndose en el agua lixiviada en el primer mes después de la aplicación de la sal amoniacal.
12. La respuesta a la fertilización NP es marcadamente ineficaz en el suelo # 8898 de Piñiquihue, Mulchén, definiendo niveles de fertilidad muy por debajo de la línea de fertilidad del potasio. Contrasta el buen efecto que tiene la fertilización NPKS.
 13. Con el sulfato de potasio se subsanan las dos carencias siguientes a la del fósforo, considerada la más grave de todas las deficiencias en Biobío. Su inclusión en la fórmula NPKS significa considerables ventajas para corregir las deficiencias nutritivas que afectan a los suelos de la provincia.
 14. La generalmente excelente respuesta del tratamiento NPKS en la mayoría de las muestras, obedece no sólo a la corrección de las tres principales deficiencias (fósforo, potasio y azufre, sin contar al nitrógeno) sino que mejora también, por lo menos parcialmente, las disponibilidades de calcio, magnesio y posiblemente de microelementos.
 15. La insuficiencia del tratamiento NPKS para optimizar la fertilidad en un número reducido de muestras podría indicar que les afecta la deficiencia de un microelemento distinto del que tiene la mayoría de los suelos de la provincia, donde se observó buena respuesta a NPKS.
 16. Si no participan dos de los microelementos, boro, molibdeno, cinc, cobre o manganeso, en las deficiencias nutritivas de Biobío, significa que para alcanzar la fertilidad potencial se requieren cantidades superiores del micronutriente deficiente a las incorporadas con los abonos sulfato de potasio y superfosfato triple.
 17. Cuando la deficiencia de magnesio o de el o los microelementos pobres tiene un carácter grave, no son corregidas totalmente con la fórmula NPKS. La gran similitud en los valores de las pendientes de la línea de fertilidad respectiva y de la línea de producción NPKS, insuficiente para llevar el suelo a la fertilidad potencial, indica que la fertilidad actual quedó limitada por una falta de magnesio, de microelementos o de ambos nutrimentos.
 18. Las considerables variaciones de temperatura y las de humedad del suelo, debido a las adiciones discontinuas de agua habidas durante el crecimiento de la ballica, pueden haber favorecido a la microflora mesófila y termófila, responsable de los procesos de mineralización e inmovilización de los elementos nitrógeno, fósforo y azufre, en el transcurso del ensayo de macetas.
 19. La actividad microbiana en el suelo, y más específicamente en la rizosfera, podría traducirse en un pequeño enriquecimiento o empobrecimiento de los nutrientes constituyentes de la biomasa, especialmente nitrógeno, fósforo y azufre. Los tratamientos de fertilización NP y NPKS serían beneficiados por una mineralización neta, sucediendo lo inverso en caso de verse superada la mineralización por la inmovilización. Si estos procesos son capaces de incidir sobre la fertilidad de los suelos, también el tratamiento con el nitrato de amonio podría estimular la actividad microbiana responsable de la descomposición de la materia orgánica.
 20. En general, se dejan predecir las respuestas obtenidas con las líneas de producción N, NP y NPKS, a partir del diagrama de fertilidad. Invariablemente queda circunscrita la corrección de fertilidad que se hace con los abonos, al nutriente de deficiencia más grave no incorporado con los fertilizantes.

RESUMEN

En ballica (*Lolium perenne* x *Lolium multiflorum*) se miden las respuestas obtenidas con tres fórmulas de fertilización: N (nitrato de amonio), NP (N + superfosfato triple) y NPKS (NP + sulfato de potasio), aplicadas a 70 muestras de suelo de la provincia de Biobío, en un ensayo de macetas. Todas las muestras son su-

perficiales, salvo cuatro que provienen de profundidades superiores a 20 cm.

Se confirma que las principales carencias nutritivas que afectan a los suelos estudiados son fósforo, potasio y azufre, tal como se había establecido por la téc-

nica del elemento faltante, en la Parte XX.

En general, se dejan predecir las respuestas a las fertilizaciones N, NP y NPKS a partir de las líneas de fertilidad que caracterizan a cada muestra. La fertilización N no es capaz de elevar la fertilidad del suelo a los niveles definidos por la línea de fertilidad de fósforo. Con el tratamiento NP se llega a índices de rendimiento delimitados por la línea de fertilidad del potasio.

La gran mayoría de los suelos de Biobío cubre actualmente sus requerimientos nutritivos con la abonadura NPKS para optimizar su fertilidad. Sin embargo, hay suelos con deficiencia grave de magnesio o de microelementos o de ambos nutrimentos, donde la citada abonadura es inadecuada. Bajo tales condiciones será necesario completar la fórmula de fertilización

NPKS con magnesio o con microelementos o con ambos, pero aclarando previamente cual es o cuales son los microelementos carenciales.

Algunos suelos parecen ser capaces de movilizar potasio no intercambiable con las aplicaciones de nitrato de amonio. A esta propiedad se le atribuye importancia agronómica, porque previene sobre el empleo irrestricto de los fertilizantes amoniacales.

Se admite la participación de la biomasa en la fertilidad de los suelos, que afectaría principalmente al nitrógeno, fósforo y azufre. Posiblemente habría una activación térmica de las poblaciones mesófilas y termófilas que actúan sobre la fracción orgánica del suelo a través de procesos de mineralización e inmovilización.

SUMMARY

Survey of soil nutritive deficiencies using pot experiments. XXI. Response to some fertilizer formulations, Biobio province

The response to three fertilizer formulations: N (ammonium nitrate), NP (N + triple superphosphate) and NPKS (NP + potassium sulfate) was determined in 70 soil samples of the Biobio province in a pot experiment. All the samples were superficial except four that were taken below 20 cm.

It was confirmed that the main nutritive deficiencies were P, K and S, as had been established with the minus one element technique used in Part XX of the present series.

In general, this response can be predicted from the characteristic fertility lines of each sample.

The use of N alone does not raise the fertility of the soil to the level defined by the P fertility line. With NP, yield is raised to the level defined by the K fertility line.

Fertilization with NPKS will optimize the fertility of

most soils in the Biobio province. Nevertheless there are some soils with severe deficiency of Mg or microelements, or of both at the same time, in which that fertilization is not adequate. Under such conditions it will be necessary to complement the NPKS fertilization with Mg or microelement, but it will be necessary to determine the specific microelements missing.

In some soils it is apparently possible to mobilize non exchangeable K with the application of ammonium nitrate. This characteristic has an agronomic importance, because it establishes a limit to the use of ammoniacal fertilizers.

The participation of the biomass in the fertility of the soil is admitted, and it would affect mainly N, P and S. A thermic activation of the mesophilic and thermophilic populations, acting on the organic fraction of the soil through mineralization and immobilization processes, may be possible.

LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, M. 1961. Introduction to soil microbiology. John Wiley and Sons, New York. 472 p.
- ALMEYDA, E. Y SAEZ, F. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Santiago. Ministerio de Agricultura y Departamento Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola. 195 p.
- ARAOS, F. 1967. Estudios de deficiencias nutritivas en muestras superficiales de Ñuble. Agricultura Técnica (Chile) 27(1): 15-20.
- BAILEY, L. 1974. The effects of ammonium nitrate and urea on the release of non-exchangeable potassium by eight Eastern prairie soils during continuous cropping in the greenhouse. Canadian Journal of Soil Science 54(3): 255-263.
- BLACK, C. 1968. Soil-plant relationships. 2nd. ed. John Wiley and Sons, New York. 792 p.
- BLASCO, M. 1971. Efecto de la humedad sobre la mineralización del carbono en suelos volcánicos de Costa Rica. Turrialba (Costa Rica) 21(1): 7-12.
- CAMPBELL, L., BIEDERBECK, V., AND WARDER, F. 1970. Simulated early spring thaw conditions injurious to soil microflora. Canadian Journal of Soil Science 50(2): 257-259.
- CAMPBELL, L., BIEDERBECK, V., AND WARDER, F. 1971. Influence of simulated fall and spring conditions on the soil system. II. Effect on soil nitrogen. Soil Science Society of America Proceedings 35(4): 480-483.
- CAMPBELL, L. AND BIEDERBECK, V. 1972. Influence of fluctuating temperatures and constant soil moistures on nitrogen changes in amended and unamended loam. Canadian Journal of Soil Science 52(3): 323-336.
- CAMPBELL, L., BIEDERBECK, V., AND WARDER, F. 1973. Influence of simulated fall and spring conditions on the soil system. III. Effect of method of simulating spring temperatures on ammonification, nitrification and microbial populations. Soil Science Society of America Proceedings 37(3): 382-386.
- COLLINGS, G. 1955. Commercial Fertilizers. Their sources and use. 5th. ed. New York. Mc.Graw-Hill. 677 p.
- CHAVEZ, G., ONETO, C. Y MURUA, M. 1968. Determinación de micronutrientes en fertilizantes. Santiago. Universidad Técnica del Estado, Instituto Pedagógico Técnico. 43 p. (Tesis para optar al título de Profesor de Estado).
- ETCHEVERS, J., LONGERI, L. Y VENEGAS, J. 1978. Nitrificación en suelos de Ñuble, Concepción y Biobío. Agricultura Técnica (Chile) 38(3): 89-93.
- GAY, C. 1842. Ensayo sobre la agricultura de Chile. En: Gay, C., 1842, Historia Física y Política de Chile. París. Ed. Claudio Gay, 28 Vol. Sección Agricultura, Tomo 2. 450 p.
- JACOB, A. 1955. Kali, Gewinnung und Anwendung der Kaliumsalze. Melsungen, Verlag Neumann-Neudamm. 159 p.
- KLEE, G. Y RUIZ, I. 1974. Un sistema de producción de carne con novillos holandeses nacidos en otoño. Agricultura Técnica (Chile) 34(4) 245-253.
- KLEE, G. Y RUIZ, I. 1977. Producción de carne en base a una pradera mixta de riego y novillos holandeses nacidos en otoño. Agricultura Técnica (Chile) 37(2): 72-77.
- LETELIER, E. 1965. Uso actual y necesidad potencial de fertilizantes en la agricultura chilena (II). Agricultura Técnica (Chile) 25(4): 137-154.
- LETELIER, E. 1969. Respuesta a la fertilización de los suelos volcánicos chilenos (trumaos), según resultados de ensayos de campo. En: IICA: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. 6-13 julio, 1969, Turrialba (Costa Rica), Centro de Enseñanza e Investigación del IICA. p. C.3.1-C.3.14.
- LOPEZ, M. 1969. Problemas de fertilización en suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia. En: IICA, Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas en América Latina. 6-13 julio, 1969. Turrialba (Costa Rica), Centro de Enseñanza e Investigación del IICA. p. C.1.1.-C.1.8.
- RODRIGUEZ, M. 1949. Reconocimiento de los suelos de la provincia Biobío. Agricultura Técnica (Chile) 9(2): 137-161.
- ROJAS, O. 1973. Investigaciones en fertilidad de suelos. Años 1960 a 1970. En: IANSA, 1973. El cultivo de la remolacha azucarera en Chile. Tomo 5. Santiago, Chile. Industria Azucarera Nacional, S.A. 140 p.
- ROJAS, O. 1978. Investigaciones en fertilidad de suelos. En: IANSA, 1978. Cultivo de la remolacha en Chile. Tomo 3. Santiago, Chile. Industria Azucarera Nacional S.A. p. 1-82.
- RUIZ, I. 1967. Producción de leche en praderas de trébol ladino, trébol rosado y trébol blanco N.Z. Agricultura Técnica (Chile) 27(4): 143-150.
- SCHAEFFER, R., URBINA, A. Y SAN MARTIN, E. 1969. Actividades microbianas como un sistema de regulación del ecosistema en suelos hidromórficos derivados de cenizas volcánicas del sur de Chile. En: IICA. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. 6-13 julio, 1969. Centro de Enseñanza e Investigación del IICA. p. B.6.1.-B.6.14.
- SCHALSCHA, E., RIQUELME, R., VERGARA, G. Y VERGARA, I. 1968. Elementos trazas en suelos derivados de cenizas volcánicas. I. "Disponibilidad" de cinc, cobre, hierro y manganeso. Estudio comparativo de diversos métodos de extracción. Agricultura Técnica (Chile) 28(4): 137-143.
- SCHENKEL, G. 1971. Evaluación de la fertilidad de un suelo mediante la producción de materia seca en ensayos de macetas. II. Diagrama de fertilidad. Turrialba (Costa Rica) 21(3): 263-271.
- SCHENKEL, G. Y BAHERLE, P. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. II. Método usado. Agricultura Técnica (Chile) 31(1): 9-24.

- SCHENKEL, G., PINO, E. Y FLOODY, T. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. III. Cálculo de las líneas de fertilidad sobre el diagrama de fertilidad. 31(2): 106–115.
- SCHENKEL, G. BAHERLE, P., FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. V. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Malleco. Agricultura Técnica (Chile) 31(3): 136–142.
- SCHENKEL, G., BAHERLE, P., FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1972. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. X. Macronutrientes, provincia de Osorno. Agricultura Técnica (Chile) 32(1): 99–111.
- SCHENKEL, G., BAHERLE, P., FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1980. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XX. Macronutrientes, provincia Biobío. Agricultura Técnica (Chile) 40(3): 111–129.
- SHEARD, R. 1974. Nitrogen enhancement of surface applied fertilizer phosphorus uptake by forage species. Canadian Journal of Soil Science 54(1): 89–104.
- STANFORD, G. AND EPSTEIN, E. 1974. Nitrogen mineralization—water relations in soils. Soil Science Society of America, Proceedings 38(1): 104–107.
- STANFORD, G., FRERE, H. AND VAN DER POOL, R. 1975. Effect of fluctuating temperatures on soil nitrogen mineralization. Soil Science 119(1): 222–226.
- URBINA, A., SAN MARTIN, E. Y SCHAEFER, R. 1969. La actividad metabólica de algunos grupos fisiológicos de microbios en suelos Nadis de Chile. I. Mineralización del carbono y nitrógeno orgánico en condiciones de laboratorio. Agricultura Técnica (Chile) 29(4): 145–160.

CORRECCIONES AL VOL. 41, Nº 4

Página 202:

Agregar signo \rightarrow entre los dos términos de las ecuaciones a, b, c y d

Página 219:

Reemplazar, al final de la columna izquierda, la cita COLMET—DAAGE, F. (y otros) por:

COLMET—DAAGE, F., F. CUCALON ET J. GAUTHEYROU. 1967. Caracteristiques de quelques sols d'Equateur derivés de cendres volcaniques. Cah. ORSTOM, Deuxième Partie. Sér. Pedologique 5(4): 353–392.

COLMET—DAAGE, F., C. DE KIMPE, M. TRICHET, E. BESOAIN, G. SIEFFERMANN, N. YOSHINAGA, M. SCHNITZER, M. ET J. GAUTHEYROU ET M. DELAUNE. 1974. Caracteristiques et proprietes hydriques de quelques sols derivés de cendres volcaniques du Chili central. Publication ORSTOM—Antilles Nº 85 Bis. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre—Mer. Centre des Antilles. Bureau des Sols. 120 p.

Páginas 249 y 250:

“primer autor”, en el primer párrafo de la columna derecha y de Resultados y Discusión, respectivamente, se refiere al primer autor del trabajo y no de la cita bibliográfica precedente.