

## Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas

### VI. Macronutrientes, provincia de Cautín<sup>1</sup>

Gotardo Schenkel S.<sup>2</sup>, Pedro Baherle V.<sup>3</sup>, Tatiana Floody A.<sup>4</sup> y Mauricio Gajardo M.<sup>5</sup>

#### INTRODUCCION

La intensidad de las deficiencias nutritivas de los suelos de la provincia de Cautín se estudia en esta Parte VI, mediante el diagrama de fertilidad (1). Los sitios de muestreo se han aumentado considerablemente en relación a la provincia Malleco, presentado anteriormente (4). Esta decisión obedece al hecho que la Estación Experimental Carillanca se ubica en Cautín, provincia en la cual se necesita un mejor conocimiento del suelo para contribuir eficientemente a la solución de los problemas socio-económicos de la zona.

En esta oportunidad se incluyen algunas muestras que proceden de distintas profundidades del perfil de suelo. Nos parece urgente conceder a estas zonas la mayor importancia, porque representan la tercera dimensión, y precisamente la que penetran las raíces en los períodos de restricciones de agua. Se considera conveniente aclarar si las carencias observadas en muestras superficiales se mantienen o desaparecen en muestras subsuperficiales.

<sup>1</sup>Los autores han recibido una considerable ayuda durante la etapa de recolección de muestras de suelo. Especial mención se desea hacer de la colaboración recibida por los señores Ingenieros Agrónomos Carlos Alonso y Alex Weldt (CORFO, Plan Ganadero Sur, oficina Temuco) y Miguel Fernández (INIA, Proyecto Leguminosas, Papa y Hortalizas, Carillanca).

Recepción manuscrito: 29 de octubre de 1971.

<sup>2</sup>Ing. Químico, Proyecto Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 58-D - Temuco, Chile.

<sup>3</sup>Ing. Agr., Proyecto Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, INIA.

<sup>4</sup>Laboratorista Químico, Proyecto Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, INIA.

<sup>5</sup>Ayudante de Invernadero y de Laboratorio, Proyecto Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, INIA.

Se emplean 82 lugares de la provincia para diagnosticar la distribución de deficiencias en las muestras superficiales de Cautín. Doce de estos sitios se eligen para recoger muestras de dos profundidades y únicamente en cuatro perfiles se extrae muestras de cuatro profundidades. La falta de información sobre las variaciones que experimenta la fertilidad de los suelos chilenos con la profundidad, motivó a los autores de este trabajo para incluir unos pocos suelos que permitieran orientar sobre la influencia que tiene la ubicación de la muestra dentro del perfil de suelo del cual proceden.

#### MATERIAL Y METODO

##### a) ELECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO.

La procedencia de las muestras usadas en el ensayo de macetas se indica en el Cuadro 1. Su distribución dentro de la provincia de Cautín se presenta en la Figura 1. La exclusión de algunas áreas se justifica por la falta de caminos o por su aptitud eminentemente forestal.

##### b) MÉTODOS DE ANÁLISIS Y ENSAYOS DE MACETAS.

Estos han sido descritos en trabajos anteriores (1) (2) (3) (5). En el Cuadro 2 se entregan algunos antecedentes de siembra del ensayo de macetas.

##### c) PROFUNDIDAD DE LAS MUESTRAS.

La profundidad de la cual procede cada muestra individual se especifica en el Cuadro 1. Para algunos promedios se ha debido recurrir a la designación primera, segunda, tercera y cuarta profundidad, indicando con ello

que éstas se ordenan en forma sucesiva y cada vez más alejadas de la superficie. No es posible dar la distancia en una medida de longitud, porque representa el promedio de varias muestras individuales identificadas en el Cuadro 1 aludido.

### RESULTADO Y DISCUSION

En el Cuadro 3 se presentan los valores de la ecuación de fertilidad (5), calculada para los diferentes nutrientes y para cada suelo. En general, sobresalen los bajos valores de A para fósforo y potasio. En consecuencia, se convierten en los principales factores nutricionales limitantes, siguiéndole el azufre. Para estos elementos no parece conveniente promediar muestras superficiales, con otras procedentes de mayor profundidad. Así se desprende del Cuadro 4 y de la Figura 2. Aquí llama la atención que los valores de A de las líneas de fertilidad del fósforo y del potasio son

menores cuando se toma en cuenta la totalidad de las muestras que cuando se consideran únicamente las superficiales. Este resultado sugiere que las mayores reservas de potasio y de fósforo se encuentran en la superficie del suelo. Lo inverso ocurre con el azufre. Escasa o ninguna diferencia se aprecia para calcio, magnesio y micronutrientes.

Es de mucho interés confirmar la interpretación anterior, obtenida a partir de los valores promedios. Con este objeto se aíslan doce perfiles de suelo, de los cuales se sacan muestras a dos profundidades. Ellos revelan la existencia de una grave deficiencia de fósforo y de potasio en todo el perfil, con la observación que el mayor agotamiento de ambos nutrientes se encuentra en la segunda profundidad. Esta situación se aprecia muy bien en la Figura 3 y en el Cuadro 4. Ahora, con la ayuda de los cuatro perfiles y sus cuatro submuestras cada uno, puede sostenerse que a medida que se profundiza en el suelo, se agudiza cada vez más la deficiencia de potasio porque aumenta

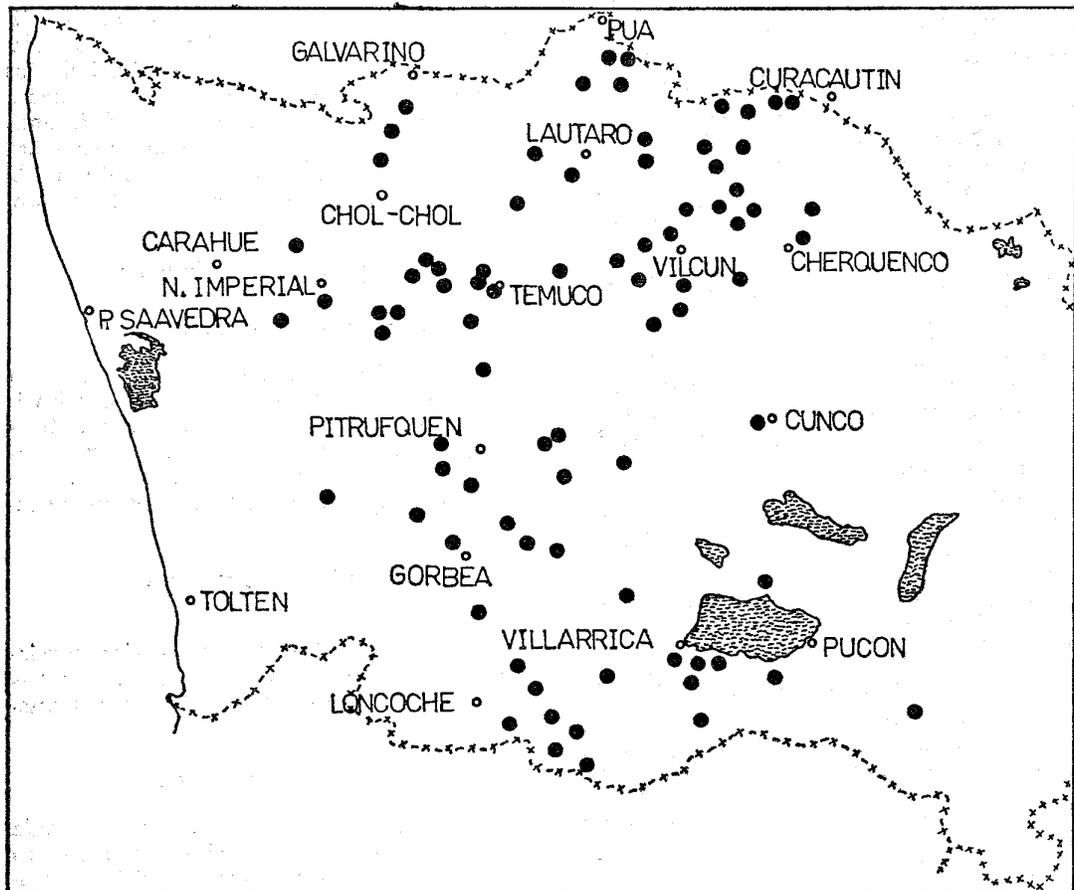


Figura 1. Distribución muestras de suelo, provincia de Cautín

Cuadro 1 — Identificación de las muestras de suelo. Provincia Cautín.

MUESTRA NUMERO		PROFUN- DIDAD	COLOR MUNSELL	LUGAR	OBSERVACION
LABORAT.	ENSAYO				
1967	P-1	0-20	10YR4/4	Vilcún	INDAP, Comité Ulloa
1968	P-2	0-20	10YR5/4	Vilcún	Hermanos Ibarra
1969	P-3	0-20	5YR4/4	Pillanlelbún	Pumalal
1970	P-4	0-20	10YR4/3	Lautaro	INDAP, Segundo Traipe
1973	P-7	0-20	10YR4/2	Rariruca	Hugo Fernández
1974	P-8	0-20	7,5YR4/2	Temuco	INDAP, Comité Tegualda
1975	P-9	0-20	10YR3/3	Padre Las Casas	INDAP, Segundo Ichegueycura
1976	P-10	0-20	10YR4/3	Coipúe	CORA, ex Hacienda Coipúe
1977	P-11	0-20	10YR4/4	Choroico	Fernando Benito
1978	P-12	0-20	10YR3/3	Perquenco	INDAP, Comité Huellahue
1979	P-13	0-20	10YR3/3	Perquenco	INDAP, Comité Amasa
1980	P-14	0-20	10YR3/3	Aguas Frías	INDAP, Comité Santa Lorenza
1981	P-15	0-20	10YR4/3	San Patricio	El Tambor, Walter Pizarro
1982	P-16	0-20	7,5YR3/2	Lautaro	INDAP, Comité los Temos
1983	P-17	0-20	7,5YR3/2	Almagro	El Llucó, Molco Norte
1984	P-18	0-20	10YR3/3	Carillanca	INIA, Estación Experimental
1985	P-19	0-20	10YR4/3	Vilcún	El Alabrado, Martín Biava
2222	15	0-15	10YR4/3	Villarrica	12 Km al este, Santa Clotilde
2223	16	15-30	10YR4/4	Villarrica	12 Km al este, Santa Clotilde
2224	17	30-45	10YR4/4	Villarrica	12 Km al este, Santa Clotilde
2225	18	45-60	10YR4/4	Villarrica	12 Km al este, Santa Clotilde
2226	19	0-15	10YR4/3	Colga	Alto Mirador (al este de Pitrufr- quén)
2227	20	15-30	10YR4/4	Colga	Alto Mirador (al este de Pitrufr- quén)
2228	21	30-45	10YR4/4	Colga	Alto Mirador (al este de Pitrufr- quén)
2229	22	45-60	10YR4/4	Colga	Alto Mirador (al este de Pitrufr- quén)
2241	34	0-20	10YR4/3	Loncoche	26 Km hacia Calafquén, Chanleufu
2242	35	20-40	10YR4/4	Loncoche	26 Km hacia Calafquén, Chanleufu
2243	36	0-20	10YR4/3	Loncoche	8 Km hacia Lumaco, sr. Menzel
2244	37	20-40	10YR4/4	Loncoche	8 Km hacia Lumaco, sr. Menzel
2264	57	0-15	10YR4/3	Quinta Faja	Caihue, 21.5 Km al este de Gorbea
2265	58	0-15	10YR4/4	Quinta faja	Polule, 30.-Km al este de Gorbea
2266	59	15-30	10YR5/4	Quinta faja	Polule, 30.-Km al este de Gorbea
2267	60	0-15	10YR4/3	Gorbea	4 Km al este, 4a. faja
2268	61	15-30	10YR4/4	Gorbea	4 Km al este, 4a. faja
2269	62	30-50	10YR4/4	Gorbea	4 Km al este, 4a. faja
2270	63	50-80	10YR4/4	Gorbea	4 Km al este, 4a. faja
2271	64	0-20	10YR4/3	Quitratúe	10 Km al E., 6a. faja, F. Díaz
2272	65	20-40	10YR4/4	Quitratúe	10 Km al E., 6a. faja, F. Díaz
2273	66	40-60	10YR4/4	Quitratúe	10 Km al E., 6a. faja, F. Díaz
2274	67	60-80	10YR4/4	Quitratúe	10 Km al E., 6a. faja, F. Díaz
2275	68	0-20	10YR4/3	Loncoche	8a. faja, Los Avellanos
2276	69	20-40	7,5YR4/4	Loncoche	8a. faja, Los Avellanos
2285	78	0-20	10YR3/2	Rariruca	Santa Ema, Gonzalo Lara
2286	79	0-20	10YR4/3	San Patricio	Armando Coulon
2290	83	0-20	10YR4/2	San Patricio	Andrés Chubretovic
2369	162	0-25	10YR4/3	Cherquenco	Las Galias, Mario Bravo
2370	163	0-25	10YR4/2	Vilcún	Mendoza, Carlos Sanguinetti
2371	164	0-25	10YR4/4	Vilcún	San Pablo, Pablo Garcés
2372	165	0-25	10YR4/2	General López	La Granja, viuda de Langdon
2373	166	0-20	10YR4/2	Cherquenco	CORA, Santa María de Quepe
2374	167	0-20	10YR2/1	Pucón	Termas Palguin, R. Pohl
2375	168	0-20	10YR3/3	Licanray	6 Km al norte

Cuadro 1 - Continuación

MUESTRA NUMERO		PROFUN- DIDAD	COLOR MUNSELL	LUGAR	OBSERVACION
LABORAT.	ENSAYO				
2376	169	0-25	10YR4/4	Villarrica	13 Km al sur, Coñuen
2385	178	0-20	7,5YR4/4	Lautaro	13 Km al E., Tres Hijuelas
2386	179	0-20	10YR3/3	San Patricio	8 Km al N., L. Donze
2387	180	0-20	10YR3/3	Curacautín	40 Km de Lautaro, Chimbarongo, René García
2388	181	0-20	10YR3/3	Agua Santa	Estación FF.CC. Cautín, Altos de Muco, Carlos San Martín
2389	182	0-20	7,5YR4/4	Lautaro	Santa Leonor, Gilberto Díez
2417	210	0-20	10YR5/4	Gorbea	Caprosem, E. von Baer
8798	243	0-20	10YR5/4	Quepe	18 Km al O., Fin-Fin, Com. Schneider
8799	244	0-20	10YR4/3	Quepe	6 Km al O., Escuela 51, Millelche
8800	245	0-20	10YR4/4	Pitrufrquén	5 Km al O., Jorge Sauterell
8801	246	0-20	10YR5/3	Faja Maisán	Fundo San Carlos, Rosa v. Salinas
8802	247	0-20	10YR5/3	Petrenco	Santa Laura, René Robin
8803	248	0-15	10YR4/4	Gorbea	14 Km NO., Bellavista, Arnoldo Taeger
8804	249	0-20	10YR4/4	Pitrufrquén	1 Km al SE., Santa Ana, M. Lacámara
8805	250	0-20	10YR4/3	Loncoche	8 Km al E., El Manzano, T. Püschel
8806	251	0-20	10YR4/3	Loncoche	7 Km al SE., San Andrés, Camilo Quezada
8807	252	0-20	10YR4/2	Loncoche	13 Km al NE., Pulil, Rudy Bennert
8808	253	0-20	10YR4/4	Loncoche	8 Km hacia Villarrica, Santa Lui- sa, José Spuller
8809	254	0-20	10YR4/2	Huiscapi	Santa Elisa, Misael Guzmán
8810	255	0-20	10YR4/3	Villarrica	6 Km al SO., Voipir, Carlos Weber
8811	256	0-20	10YR3/2	Cunco	2 Km al SO., Los Lleuques, Heri- berto González
8812	257	0-20	10YR4/3	Villarrica	25 Km al NE., don Enrique, Renato Ramistela
8813	258	0-20	10YR4/3	Villarrica	4 Km a Pucón, Alta Mira, Germán Wagner
8814	259	0-20	10YR4/2	Allipén	CORA, ex Hda. Allipén, 3 Km al N. (suelo plano y delgado)
8815	260	20-50	7,5YR4/4	Allipén	CORA, ex Hda. Allipén, 3 Km al N. (suelo plano y delgado)
8816	261	0-20	10YR4/4	Allipén	CORA, 5 Km al N. (suelo lomaje y profundo)
8817	262	20-50	10YR4/4	Allipén	CORA, 5 Km al N. (suelo lomaje y profundo)
8818	263	0-20	10YR4/2	Freire	5 Km al O., Santa Bárbara, Gmo. Grübler
8819	264	20-35	7,5YR4/4	Freire	5 Km al O., Santa Bárbara, Gmo. Grübler
8820	265	0-20	10YR4/3	Temuco	7 Km al Oeste, Sta. Adela, Heri- berto Monsalves
8821	266	0-20	10YR3/3	Temuco	10 Km al O., Sta. Elena, Adolfo Kremer
8822	267	0-20	10YR4/3	Temuco	3 Km al SO., Trianón, INDAP
8823	268	0-20	10YR4/2	Huichahue	a 28 Km de Temuco, Puello, Eduar- do Smith
8824	269	0-20	10YR4/2	Quepe	2 Km al SE., Huilquilco, Nora Schleyer
8825	270	0-20	10YR4/1	Pucón	13 Km al Oeste, Los Guindos, Jorge Saelzer

Cuadro 1 - Continuación

MUESTRA NUMERO		PROFUN- DIDAD	COLOR MUNSELL	LUGAR	OBSERVACION
LABORAT.	ENSAYO				
8826	271	0-20	10YR4/3	General López	8,5 Km hacia Vilcún, Las Delicias, Emilia Anniots
8827	272	0-20	10YR4/2	Cajón	2 Km al SE., Santa Ana de Nilquilco, Eneas Escala
8829	274	0-20	10YR4/3	Quillem	3 Km al E., Calatayud, P. Philips
8830	275	20-45	7,5YR4/4	Quillem	3 Km al E., Calatayud, P. Philips
8831	276	0-20	7,5YR4/2	Lautaro	2 Km al SO., Santa Rita, Carlos Taladriz
8832	277	0-20	7,5YR3/2	Galvarino	6 Km al S, CORA, ex Nilpe, Suc. M. Manríquez
8833	278	0-20	7,5YR3/2	Chol-Chol	10 Km al N., Pitracó, Marcel Magofque
8834	279	0-20	7,5YR3/2	Chol-Chol	5 Km al N., Los Carrizos, Eduardo Rivas
8835	280	0-20	10YR4/3	Lautaro	8 Km al O., Los Pinos, O. Becker
8836	281	0-20	7,5YR4/2	Temuco	7 Km al O., Tegualda, Luis Garrido
8837	282	0-20	10YR4/3	Temuco	4 Km al O., El Mirador, Manuel Llanquihué
8838	283	0-20	7,5YR4/2	Nueva Imperial	10 Km al NO., Catriche, Domingo Meliqueo
8839	284	0-20	10YR4/3	Almagro	3 Km al S., Cancura, Eric Hutchinson
8840	285	0-20	10YR4/3	Almagro	6 Km al E., Pindaco, Máximo Cayuqueo
8841	286	0-20	10YR4/3	Almagro	7 Km al E., Misión Boroa
8853	298	0-20	10YR4/3	Lautaro	35 Km al E., Santa Gemita, Héctor Rodríguez

la pendiente de la recta representativa. Particularmente severa es esta situación para el potasio en la cuarta profundidad, llegando al extremo que domina sobre la deficiencia de fósforo. En todo caso, el aumento de disponibilidad de fósforo en la cuarta profundidad (Figura 3), no altera la gravedad de esta deficiencia. Sin embargo, el incremento observado es suficiente para imponer en esta estrata del suelo una mayor restricción sobre la fertilidad del suelo causada por el potasio que por el fósforo.

Por comparación de los valores que adquieren los respectivos parámetros de la ecuación de fertilidad en las provincias de Malleco (4) y Cautín, se colige que en los suelos de ambas dominan las deficiencias de fósforo, potasio y azufre. Se omite al nitrógeno porque no se investigó. Además, se comprueba una mayor severidad de todas las deficiencias en Cautín, como lo demuestran los menores valores promedios de A. Muy claro se observa con el potasio, cuyos valores de A son 92,0 y 58,7 en Malleco y Cautín, respectivamente,

que no se evidencia debido a que la intensidad de la agricultura actual no es muy elevada en general.

Por lo demás, los valores de A obtenidos para las líneas de fertilidad de Cautín, ya insinúan problemas de fertilidad derivados de una insuficiencia de magnesio y uno o más micronutrientes.

Un estudio particular de cada una de las muestras incluidas en el Cuadro 3 confirma la importancia asignada al fósforo como deficiencia nutritiva dominante. Es oportuno manifestar que en ellas las adiciones de fosfatos aumentan la fertilidad porque corrigen esta carencia. Sin embargo, aunque estas aplicaciones son necesarias, no serán suficientes para llevar los suelos a su fertilidad potencial. Habrá suelos en los cuales la sola adición de fosfatos conducirá a un fracaso, que se asociará invariablemente con la coexistencia de otra u otras deficiencias igualmente severas. En efecto, en el Cuadro 3 se distinguen suelos en los cuales la carencia de fósforo va acompañada por la de potasio de igual o mayor intensidad. Buenos ejemplos los constitu-

**Cuadro 2 — Antecedentes de siembra y de algunas propiedades de las muestras de suelo.  
Provincia Cautín.**

SUELO NUMERO	ANTECEDENTES DE SIEMBRA			PROPIEDADES DE LAS MUESTRAS	
	SUELO* g/maceta	HUMEDAD %**	FECHA	pH(KCl) (1: 2,5)	MATERIA ORGANICA %
1967	1.350	66,5	13-XII-67	5,3	9,8
1968	1.200	47,8	13-XII-67	5,1	12,7
1969	1.350	21,3	14-XII-67	4,8	4,7
1970	1.300	22,2	14-XII-67	5.-	7,5
1973	1.250	70,6	14-XII-67	5.-	12,8
1974	1.450	30,2	14-XII-67	4,7	5,4
1975	1.450	29,3	12-XII-67	4,6	4,7
1976	1.200	68,2	12-XII-67	5,3	14,4
1977	1.200	67,6	12-XII-67	5,4	12.-
1978	1.350	36.-	12-XII-67	5.-	6,3
1979	1.350	39.-	12-XII-67	4,8	7,7
1980	1.350	46,8	11-XII-67	4,9	9,1
1981	1.350	80.-	11-XII-67	5,4	12,8
1982	1.200	29,3	11-XII-67	4,7	7,8
1983	1.450	32,6	11-XII-67	4,8	7,8
1984	1.450	73.-	3-XII-67	5,5	12.-
1985	1.350	80,5	2-XII-67	5,4	13.-
2222	1.300	68.-	27-VIII-68	5,3	8,1
2223	1.200	65,1	27-VIII-68	5,6	3,1
2224	1.200	70,3	27-VIII-68	5,7	3,7
2225	1.200	85,1	27-VIII-68	5,8	2,3
2226	1.200	75,5	27-VIII-68	4,8	9.-
2227	1.200	74,3	28-VIII-68	5,3	6.-
2228	1.200	79,6	28-VIII-68	5,5	6.-
2229	1.200	89,5	3-IX-68	5,1	2,8
2241	1.200	74,8	13-IX-68	4,6	10,4
2242	1.200	94,4	13-IX-68	5,1	12,5
2243	1.300	84,5	13-IX-68	4,5	10,7
2244	1.300	65,6	13-IX-68	5,1	4,6
2264	1.200	72,2	26-IX-68	4,5	8,5
2265	1.200	68,4	27-IX-68	4,5	9,3
2266	1.200	75.-	27-IX-68	4,5	6,3
2267	1.200	69,1	27-IX-68	4,7	8,7
2268	1.200	84,1	27-IX-68	5.-	6,3
2269	1.200	95,9	30-IX-68	5,3	3,1
2270	1.200	104.-	30-IX-68	5,5	2,7
2271	1.300	68,4	1-X-68	4,9	8.-
2272	1.200	76,1	1-X-68	5,5	3,8
2273	1.200	95,2	1-X-68	5,7	3,7
2274	1.200	102.-	1-X-68	5,7	2,8
2275	1.200	73,6	2-X-68	5,2	7.-
2276	1.200	95,5	2-X-68	5,6	4,4
2285	1.200	x	4-III-69	4,6	12,7
2286	1.150	x	4-III-69	4,7	11,1
2290	1.150	x	4-III-69	4,6	12,8
2369	1.250	x	17-IV-69	4,8	13,8
2370	1.250	x	17-IV-69	4,4	12,7
2371	1.300	x	17-IV-69	4,6	7,5
2372	1.300	x	17-IV-69	4,9	11,7
2373	1.250	x	17-IV-69	4,5	14,5
2374	1.250	x	17-IV-69	4,3	10,7
2375	1.250	x	17-IV-69	4,5	11,8
2376	1.250	x	17-IV-69	4,9	8,8
2385	1.500	x	13-V-69	4,6	6,8

Cuadro 2 - Continuación

SUELO NUMERO	ANTECEDENTES DE SIEMBRA			PROPIEDADES DE LAS MUESTRAS	
	SUELO* g/maceta	HUMEDAD %**	FECHA	pH(KCl) (1: 2,5)	MATERIA ORGANICA %
2386	1.300	x	13-V-69	4,5	13,-
2387	1.250	x	4-VII-69	4,4	12,5
2388	1.200	x	4-VII-69	4,4	12,4
2389	1.450	x	4-VII-69	4,1	5,6
2417	1.450	x	25-IX-69	5,-	4,7
8798	1.450	61,1	10-IX-70	4,8	7,3
8799	1.350	68,4	10-IX-70	4,4	8,4
8800	1.400	74,9	10-IX-70	4,5	10,4
8801	1.350	94,1	10-IX-70	4,4	11,7
8802	1.400	89,2	14-IX-70	4,4	14,1
8803	1.500	89,8	14-IX-70	4,5	10,-
8804	1.350	66,7	14-IX-70	4,4	9,4
8805	1.350	68,5	14-IX-70	4,5	9,3
8806	1.350	76,-	14-IX-70	4,5	10,4
8807	1.350	69,3	14-IX-70	4,5	14,1
8808	1.550	56,1	22-IX-70	4,4	7,2
8809	1.400	91,3	22-IX-70	4,5	13,1
8810	1.400	93,5	22-IX-70	4,6	11,3
8811	1.350	96,9	22-IX-70	4,3	16,-
8812	1.300	73,4	22-IX-70	4,5	11,1
8813	1.350	82,-	22-IX-70	4,6	10,4
8814	1.500	95,8	22-IX-70	4,5	13,1
8815	1.600	128,2	22-IX-70	4,8	5,4
8816	1.450	67,1	22-IX-70	4,8	7,1
8817	1.400	82,7	22-IX-70	4,9	4,0
8818	1.400	85,2	6-X-70	4,7	14,1
8819	1.450	111,3	6-X-70	4,8	7,5
8820	1.650	33,4	6-X-70	4,3	6,-
8821	1.650	34,1	6-X-70	3,6	5,1
8822	1.500	54,9	6-X-70	4,0	12,-
8823	1.500	56,2	6-X-70	3,9	9,3
8824	1.550	46,8	6-X-70	4,1	7,4
8825	1.400	66,4	6-X-70	4,2	12,-
8826	1.400	58,-	27-X-70	4,3	8,7
8827	1.650	33,4	27-X-70	4,2	5,4
8829	1.600	43,9	27-X-70	4,2	6,5
8830	1.650	57,-	27-X-70	4,3	4,-
8831	1.700	23,2	27-X-70	4,0	4,6
8832	1.600	28,9	22-IX-70	3,8	5,8
8833	1.650	27,3	22-IX-70	4,0	5,6
8834	1.650	25,1	22-IX-70	4,0	5,6
8835	1.600	44,4	22-IX-70	4,0	8,4
8836	1.650	29,6	22-IX-70	3,9	6,4
8837	1.700	29,2	22-IX-70	3,9	8,1
8838	1.750	24,1	22-IX-70	3,9	8,0
8839	1.800	28,3	22-IX-70	3,9	4,7
8840	1.850	39,7	22-IX-70	3,8	10,8
8841	1.850	28,2	22-IX-70	3,9	6,8
8853	1.350	64,5	18-XI-70	4,8	7,4

\* Incluye el peso de la maceta vacía (promedio 140 gramos)

\*\* La humedad se expresa en base seca en el momento de la siembra.

x Valores experimentales perdidos.

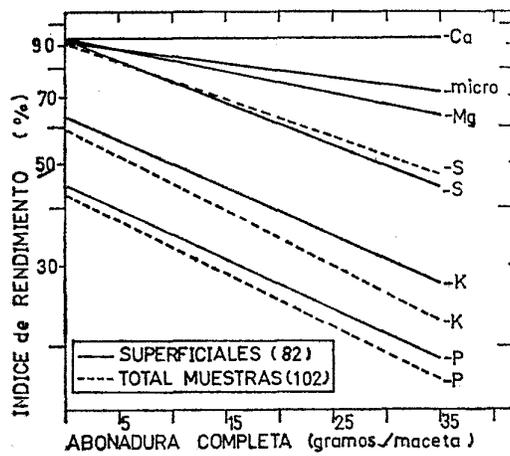


Figura 2. Diagrama de fertilidad, provincia de Cautín

yen las muestras N.os 1969, 2265, 2266, 2286, 2370, 2372, 2373, 2374, 2375, 2385, 2386, 2388, 8802, 8803, 8804, 8806, 8807, 8809, 8812, 8813, 8814, 8815, 8819 y 8821. Fácil es comprender que en estos suelos no se mejora su fertilidad si previa o simultáneamente a la corrección de un nutriente no se subsana la del otro.

Algo semejante se observa con las carencias de fósforo y azufre en las muestras N.os 8824 y 8829; con las deficiencias de fósforo y de magnesio en los suelos N.os 1977, 1981 y 8841. No pueden omitirse las muestras N.os 1973, 2226, 2369, 2372, 2389, 8798, 8802, 8819, 8825 y 8853, en las que a la deficiencia de fósforo acompaña una grave deficiencia de calcio.

La existencia de un gran número de muestras de suelo con deficiencia de uno o más micronutrientes permite configurar un criterio más exacto sobre esta o estas carencias. Su intensidad nunca es tan severa como para posponer a las demás deficiencias nutritivas, cuando se toma en cuenta su efecto sobre el desarrollo vegetativo de la ballica. Es común que en las muestras con carencia de micronutrientes se compruebe también la limitante impuesta sobre la fertilidad del suelo por la falta de calcio y/o de azufre. Ejemplos del primer caso lo constituyen las muestras N.os 8825, 8833, 8853, 2389, etc., y del segundo caso los suelos N.os 8809, 8815, 8816, 8813, etc. En las muestras N.os 8819, 8817, 8824 se constata una deficiencia de azufre y de calcio, junto al efecto depresivo observado por la falta de micronutrientes.

Por consiguiente, de generalizarse la validez de estos resultados a otras especies, pueden deducirse dos hechos prácticos importantes:

a) La sola adición de micronutrientes al suelo no es capaz de aumentar sensiblemente los rendimientos. Para lograr un aumento en la productividad de estos suelos no deben aplicarse los micronutrientes solos, sino como integrantes de una fórmula de fertilización que incluya a los principales nutrientes carenciales de dicho suelo.

b) La detección de una deficiencia de calcio puede estar asociada fundamentalmente con una carencia de micronutrientes, o viceversa.

Cuadro 3 — Valores de la ecuación  $\log Y = mX + \log A$ , correspondiente a las diferentes líneas de fertilidad de los suelos. Provincia Cautín.

SUELO Nº	FOSFORO		POTASIO		CALCIO		MAGNESIO		AZUFRE		MICRONUTRIENTES	
	A	m*	A	m*	A	m*	A	m*	A	m*	A	m*
1967	67,0	- 786	97,0	- 834	116,0	- 222	116,0	- 358	114,0	- 758	116,0	- 420
1968	47,0	- 730	110,0	-1557	100,0	- 44	120,0	- 652	120,0	- 587	102,0	- 264
1969	100,0	- 803	95,0	- 640	112,0	- 214	100,0	- 294	135,0	-1165	106,0	- 263
1970	55,0	-1307	105,0	-1138	102,0	- 296	110,0	- 563	136,0	-1427	130,0	- 783
1973	58,0	- 849	110,0	-1316	67,0	+ 350	115,0	- 663	112,0	- 524	120,0	- 667
1974	70,0	- 829	100,0	- 738	112,0	- 234	105,0	- 189	120,0	-1276	105,0	- 220
1975	63,0	- 627	100,0	- 607	99,0	0	124,0	- 432	120,0	-1018	120,0	- 323
1976	35,0	- 694	105,0	-1579	100,0	- 44	118,0	- 703	87,0	- 553	109,0	- 555
1977	65,0	-1803	116,0	-1828	130,0	-1004	87,0	- 370	90,0	- 341	110,0	- 792
1978	55,0	-1338	117,0	- 917	120,0	- 615	106,0	- 422	115,0	-1540	100,0	- 279
1979	65,0	-1065	111,0	-1112	103,0	- 214	105,0	- 304	122,0	-1794	105,0	- 304
1980	63,0	-2088	100,0	-1408	108,0	- 232	106,0	- 631	100,0	-1388	100,0	- 211
1981	70,0	-1573	114,0	-1268	108,0	- 141	99,0	- 297	120,0	- 867	105,0	- 279
1982	71,0	-1415	108,0	- 635	111,0	- 302	105,0	- 191	120,0	-1458	105,0	- 193
1983	54,0	- 992	109,0	- 822	107,0	- 203	112,0	- 384	123,0	-1113	112,0	- 384
1984	65,0	- 403	100,0	1263	105,0	- 162	108,0	- 301	115,0	- 807	110,0	- 227
1985	71,0	-1232	97,0	-1288	112,0	- 447	119,0	- 647	134,0	- 794	115,0	- 302
2222	26,5	+ 310	45,0	- 587	107,0	0	68,0	+ 161	68,0	-1610	86,0	- 79

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

Cuadro 3 - (Continuación)

SUELO Nº	FOSFORO		POTASIO		CALCIO		MAGNESIO		AZUFRE		MICRONUTRIENTES	
	A	m*	A	m*	A	m*	A	m*	A	m*	A	m*
2223	30.-	-1033	39.-	-2146	82.-	+ 456	68.-	+ 146	80.-	-1865	84.-	- 29
2224	40.-	-1387	35.-	-1680	110.-	- 112	96.-	- 428	98.-	- 804	86.-	- 196
2225	37,5	-1036	41.-	-2826	100.-	+ 118	78.-	- 290	50.-	- 91	70.-	+ 101
2226	31,5	-1174	60.-	- 628	75.-	+ 924	68.-	+ 422	72.-	- 450	60.-	-1029
2227	32.-	-1710	59.-	-1681	93,5	0	72,5	- 165	100.-	- 117	98.-	- 97
2228	32.-	-1251	48.-	-2179	85.-	+ 307	83.-	+ 102	91.-	- 97	100.-	0
2229	34,5	-1456	39.-	-1554	85.-	+ 392	85.-	0	88.-	+ 61	95.-	- 93
2241	40.-	-1458	54.-	-1984	83.-	+ 426	105.-	- 656	89.-	- 414	87.-	0
2242	36.-	-2019	34,5	-1126	97.-	- 181	85.-	- 453	90.-	- 233	81.-	- 478
2243	33.-	- 326	37.-	- 449	83.-	+ 483	88.-	- 331	111.-	-1275	105.-	- 242
2244	34.-	-1256	46,5	-1448	117.-	- 92	115.-	- 365	111.-	- 323	93.-	- 144
2264	34.-	+ 58	43.-	- 46	96,5	0	99.-	- 288	96.-	- 705	92.-	- 95
2265	34,5	- 400	25.-	- 323	105.-	+ 53	96.-	- 208	115.-	- 462	100.-	- 231
2266	30.-	-1303	24.-	-1026	114.-	0	110.-	- 443	96.-	- 220	104.-	- 300
2267	39.-	- 585	49.-	- 810	93.-	+ 210	110.-	- 361	124.-	- 464	115.-	- 264
2268	31.-	-1452	63.-	-2076	100.-	+ 164	112.-	- 498	125.-	- 445	122.-	- 490
2269	35.-	-1755	60.-	-2316	95.-	+ 220	106.-	- 667	93.-	- 353	120.-	- 528
2270	30.-	-1520	45.-	-2419	93.-	+ 546	95.-	- 285	97.-	- 56	92.-	- 770
2271	33.-	- 236	43.-	-1166	120.-	- 56	101.-	- 227	95.-	- 549	105.-	- 191
2272	26.-	-1119	36.-	- 609	78.-	+ 327	75.-	- 115	78.-	- 32	100.-	- 441
2273	21.-	-1074	32.-	-1521	80.-	+ 294	81.-	- 131	83.-	0	82.-	- 153
2274	31.-	-1536	28.-	-1177	114.-	- 108	111.-	- 331	102.-	- 238	104.-	- 292
2275	28.-	- 541	62.-	-1206	82.-	+ 205	87.-	- 236	97.-	- 536	81.-	- 124
2276	29.-	-1779	54.-	-2054	87.-	+ 96	88.-	- 266	76.-	0	90.-	- 205
2285	63.-	-3242	76.-	-3068	102.-	- 466	120.-	-1119	105.-	-2236	112,5	- 824
2286	67.-	-2580	60.-	-2807	106.-	- 369	96.-	- 473	90.-	-1160	95.-	- 717
2290	65.-	-2844	69.-	-2511	117.-	-1073	100.-	- 813	104.-	-1568	101.-	- 506
2369	47.-	-3680	77.-	- 257	68.-	+ 644	82.-	-1737	60.-	0	68.-	- 536
2370	68.-	-3343	56.-	-4753	98.-	- 588	110.-	-3922	98.-	- 769	87.-	- 497
2371	66,5	-3759	83.-	-1223	83.-	- 435	92,5	-1634	94.-	-1164	100.-	-2433
2372	37,5	-1060	37.-	-3039	68.-	+ 837	82.-	-1264	80.-	-2082	75.-	- 444
2373	60.-	-3154	53.-	-2040	104.-	- 985	105.-	-2553	85.-	-1536	93.-	-1145
2374	43.-	-3234	35.-	-2017	120.-	-1761	84.-	- 290	84.-	-2423	100.-	-1952
2375	62.-	-2627	19,5	-1107	102.-	-1860	110.-	-3994	115.-	-4305	89.-	- 292
2376	68.-	-4376	52.-	-4499	98.-	- 717	87.-	-1558	66.-	+ 308	35.-	+2225
2385	ensayo perdido											
2386	40.-	-2332	36,5	-2949	106.-	-2124	94.-	-2822	87.-	-1226	100.-	-1849
2387	55.-	-3863	60.-	- 281	89.-	- 869	50.-	0	92.-	-1547	78.-	-1571
2388	48.-	-3659	26,5	- 622	95.-	- 483	83.-	-1623	78.-	-2839	74.-	+ 144
2389	32.-	-1458	86.-	0	60.-	+1387	78.-	- 313	85.-	-1495	61.-	+1600
2417	41.-	-1848	58.-	-1354	77.-	+ 473	82.-	0	90.-	- 127	89.-	- 92
8798	36,5	- 816	74.-	- 534	68.-	+ 304	80.-	- 225	74.-	- 228	70.-	- 457
8799	37.-	- 956	37.-	- 980	77.-	+ 153	83.-	- 470	82.-	- 614	88.-	- 504
8800	30.-	- 704	44.-	-1105	102,5	+ 130	88.-	- 169	105.-	- 802	98.-	- 474
8801	33.-	-1235	52.-	-1350	90.-	0	87.-	- 461	73.-	- 483	72.-	- 325
8802	47.-	-1318	21.-	-1343	70.-	+ 500	77.-	- 457	77.-	0	68,5	- 625
8803	41,5	-1585	23.-	- 579	94.-	+ 148	83.-	- 526	88.-	- 504	93.-	- 445
8804	37.-	-1269	30.-	- 208	91.-	0	98.-	- 886	87.-	- 403	100.-	-1060
8805	37.-	- 652	39.-	- 829	92.-	+ 288	88.-	- 284	95.-	- 379	89.-	- 358
8806	41.-	-1022	35.-	-1187	88.-	+ 352	83.-	- 142	92.-	- 698	84.-	- 183
8807	30.-	- 476	25,5	- 945	92.-	+ 216	89.-	- 333	67.-	- 268	89.-	- 341
8808	26.-	+ 861	57.-	-1023	99.-	+ 186	103.-	- 493	92.-	- 736	93.-	- 212
8809	16,5	- 326	12,6	- 148	88.-	+ 192	85.-	- 291	49.-	- 194	71.-	- 147
8810	23,5	- 602	25.-	- 797	90.-	+ 114	75.-	- 440	76.-	- 170	80.-	- 447
8811	32.-	- 997	36.-	- 951	96.-	+ 115	88.-	- 311	83.-	-1300	90.-	- 233
8812	28,5	- 342	17,5	- 517	100.-	+ 22	85.-	- 324	78.-	- 597	76.-	- 74
8813	22.-	- 364	7,6	- 332	105.-	- 71	83.-	- 427	55.-	-1029	80.-	- 447

\*Todos los valores de m deben multiplicarse por 10<sup>-5</sup>.

Cuadro 3 — (Continuación)

SUELO Nº	FOSFORO		POTASIO		CALCIO		MAGNESIO		AZUFRE		MICRONUTRIENTES	
	A	m*	A	m*	A	m*	A	m*	A	m*	A	m*
8814	26,5	- 549	10,5	- 579	80	+ 346	90	- 273	87	- 1014	83	- 180
8815	17,5	- 797	9,5	- 1446	79	+ 310	75	- 86	64,5	0	52	+ 155
8816	22	- 213	38	- 512	78	+ 348	69	- 99	69	- 160	68	- 236
8817	24,5	- 731	30	- 1123	85	+ 252	71	- 59	65	+ 140	72	0
8818	40	- 1505	40	- 510	93	+ 131	84	- 208	96	- 1118	96	- 335
8819	42	- 1979	29,5	- 703	60	+ 440	77	- 426	66	- 208	70	- 395
8820	66	- 153	96	- 261	90	+ 176	87	- 49	86	- 626	87	- 21
8821	30	0	21,5	- 842	98	+ 20	89	- 165	80	- 1824	89	- 282
8822	32	- 268	60	- 650	71	+ 480	75	- 44	91	- 607	85	- 234
8823	38	+ 188	69	- 768	71	+ 451	82	+ 61	92	- 904	85	- 222
8824	51	+ 102	91	- 605	81	+ 131	80	0	68	- 955	77	- 271
8825	35	- 810	27	- 756	33	+ 219	88	- 416	72	- 845	77	- 241
8826	39	- 922	68	- 562	97	+ 15	100	- 277	104	- 1245	105	- 262
8827	46	0	59	- 1203	92	+ 125	80	- 390	62	- 331	105	- 303
8829	47	- 591	100	- 836	86	+ 211	89	0	56	- 616	97	- 191
8830	36	- 1264	55	- 929	86	+ 97	75	0	87	- 750	88	- 276
8831	33	- 483	57	- 795	100	- 56	95	- 220	94	- 1181	95	- 323
8832	24	+ 410	83	- 1170	83	+ 163	81	+ 65	75	- 946	94	- 184
8833	29	+ 248	69	- 1476	68	+ 558	70	+ 207	95	- 1726	66	+ 343
8834	43	- 658	74	- 862	94	+ 185	88	0	106	- 1734	84	+ 167
8835	38	+ 138	46	- 516	93	+ 73	85	- 201	82	- 970	95	- 361
8836	30,5	- 605	45	- 978	69	+ 597	88	- 297	81	- 1307	74,5	0
8837	40	- 836	82	- 331	92	- 12	103	- 261	106	- 1301	81	0
8838	53	- 920	96	- 996	106	- 170	95	- 276	85	- 799	88	- 248
8839	25,5	- 640	70	- 1031	71	+ 391	84	- 338	85	- 473	81	- 284
8840	64	- 18	81	- 290	92	+ 93	81	+ 78	105	- 1170	85	0
8841	85	- 658	98	- 561	88	+ 81	82	+ 38	87	- 942	96	- 117
8853	21	- 418	63	- 239	73	+ 318	74	0	78	- 645	71	+ 74
Promedio	42,6	- 1160,5	58,7	- 1185	92,5	+ 8,6	91,2	- 463,8	91,4	- 838,4	90,9	- 316,5

\*Todos los valores de m deben multiplicarse por 10<sup>-5</sup>.

Cuadro 4 — Influencia de la profundidad sobre los valores promedios de la ecuación de fertilidad. Cautín

PROFUNDIDAD	FOSFORO		POTASIO		CALCIO		MAGNESIO		AZUFRE		MICRONUTRIENTES	
	A	m	A	m	A	m	A	m	A	m	A	m
<i>4 Perfiles</i>												
Primera	32,5	- 421,3	49,3	- 797,8	98,8	+ 269,5	86,8	- 1,3	89,8	- 768,3	91,5	- 390,8
Segunda	29,8	- 1328,5	48,8	- 1628,0	88,4	+ 236,8	81,9	- 158,0	95,8	- 614,8	101,0	- 264,8
Tercera	32,0	- 1366,8	43,8	- 1924,0	92,5	+ 177,3	91,5	- 281,0	91,3	- 313,5	97,0	- 219,3
Cuarta	45,8	- 2017,3	42,8	- 2778,8	100,8	- 459,8	89,3	- 1125,5	80,0	- 885,5	88,0	- 610,3
<i>12 Perfiles</i>												
Primera	33,4	- 605,7	47,0	- 799,2	90,4	+ 273,4	87,9	- 168,0	89,9	- 722,3	90,3	- 258,5
Segunda	30,7	- 1370,2	40,0	- 1363,9	89,9	+ 155,8	85,3	- 227,5	86,5	- 337,8	87,8	- 225,0
<i>82 muestras superficiales</i>												
	44,7	- 1078,0	62,9	- 1045,1	92,4	+ 1,7	92,2	- 475,0	92,6	- 935,0	91,1	- 320,3
<i>Total 102 muestras</i>												
	42,6	- 1160,5	58,7	- 1185,0	92,5	+ 8,6	91,2	- 463,8	91,4	- 838,4	90,9	- 316,5

\*Todos los valores de m deben multiplicarse por 10<sup>-5</sup>.

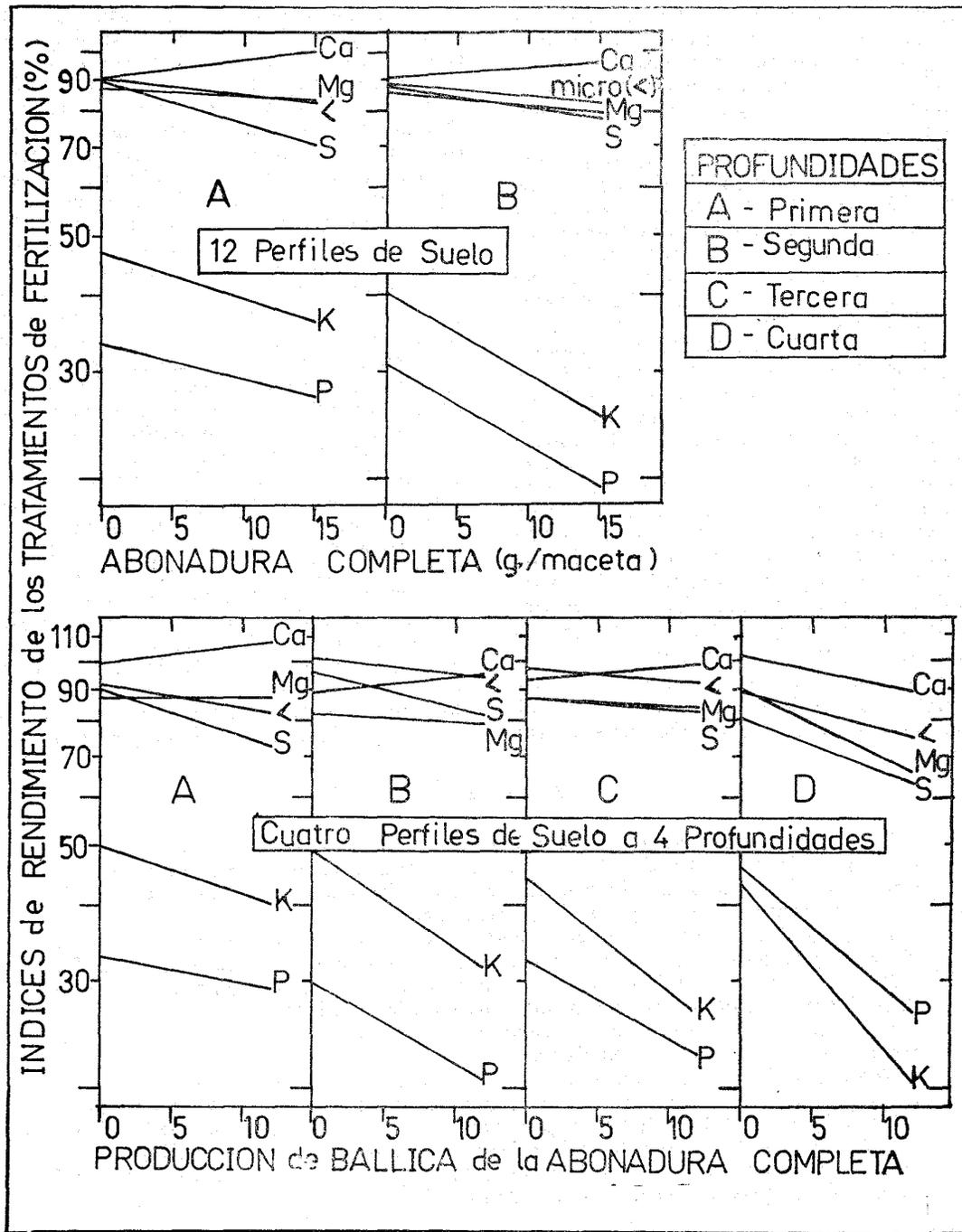


Figura 3. Influencia de la profundidad. Provincia de Cautín

## CONCLUSIONES

En este trabajo con ensayo de macetas que utilizan *Lolium perenne* x *Lolium multiflorum* se constata la existencia de graves deficiencias nutritivas en los suelos de Cautín. Fundamentalmente dominan las carencias de fósforo y de potasio, y con menos severidad la de azufre.

Mediante el estudio de las muestras procedentes de distintas profundidades de un mismo perfil, se distingue que las reservas de fósforo, potasio y magnesio disminuyen a medida se penetra en éste. Lo contrario ocurre con el azufre, cuya disponibilidad es mínima en la superficie. En estos casos, las muestras superficiales de suelo serían adecuadas para diagnosticar deficiencias de fósforo, potasio y magnesio, pero no de azufre. Toda vez que se compruebe carencia de estos tres elementos en la muestra superficial, podrá tenerse la certeza que ella se intensifica con la profundidad. En cambio, la intensidad de la deficiencia de azufre determinada en la misma estrata puede disminuirse apreciablemente o aun subsanarse totalmente con las mayores disponibilidades de azufre constatadas en horizontes subsuperficiales, penetradas por las raíces. Para el diagnóstico de fertilidad del azufre en estos suelos podría ser más adecuado emplear una muestra que no sea superficial.

Para diversas muestras se constata la existencia de complejos problemas de fertilidad, porque coexisten varias deficiencias graves.

Sobresalen los suelos para los cuales junto a una carencia severa de fósforo y de potasio se detecta la de uno o más micronutrientes, calcio, magnesio o azufre. Los diagramas de fertilidad permiten concluir que las deficiencias de micronutrientes no se presentan solas. Es razonable admitir que la adición aislada de los micronutrientes deficientes al suelo no será capaz de mejorar los rendimientos como consecuencia de no modificar apreciablemente la fertilidad de los suelos. Más beneficioso será aplicar los micronutrientes carenciales, junto a los macronutrientes que limitan la fertilidad de ese mismo suelo. Por otra parte, la probable existencia de una asociación entre la carencia de micronutrientes y las de calcio y/o azufre en los suelos de Cautín, permite sospechar que los primeros se enmascaran por la ausencia de calcio y/o azufre.

Una comparación de los diagramas de fertilidad obtenidos a partir de los valores promedios de las líneas de fertilidad con las muestras de Cautín y Malleco, demuestra que la intensidad de las deficiencias es mayor en los suelos de la primera provincia. Notoria es la disminución del valor promedio calculado para el coeficiente de posición de las líneas de fertilidad del magnesio, azufre y muy especialmente fósforo y potasio.

Gran trascendencia tiene una pronta identificación de los micronutrientes deficientes en los suelos de Cautín. La incidencia de su carencia sobre los rendimientos y calidad de los productos agropecuarios, hortícolas o forestales puede ser mayor de lo que se supone.

## RESUMEN

En ensayos de macetas con *Lolium perenne* x *Lolium multiflorum* se determinan las deficiencias nutritivas de 102 muestras de Cautín. Se incluyen 82 muestras superficiales y 20 de otras profundidades alcanzadas por las raíces. Se suministra una distribución gráfica de los lugares de procedencia.

Las ecuaciones de fertilidad de cada suelo demuestran la existencia de graves deficiencias de fósforo y potasio. Con menor intensidad se presenta la carencia de azufre.

Para algunos suelos se determinan complejos problemas de fertilidad, derivados de la limitación simultánea impuesta por macro y micronutrientes.

Las reservas de fósforo, potasio y magnesio disminuyen a medida que se penetra en el perfil, ocurriendo lo inverso con el azufre.

Se calculan los valores promedios de los parámetros de las ecuaciones de fertilidad en todos los suelos de la provincia de Cautín. Para el coeficiente A se determina: 42,6; 58,7; 92,5; 91,2; 91,4; 90,9 y para la pendiente m: — 1.160,5; — 1.185,0; + 8,6; — 463,8; — 838,4; — 316,5  $\times 10^{-5}$  en las correspondientes líneas de fertilidad del fósforo (—P), potasio (—K), calcio (—Ca), magnesio (—Mg), azufre (—S) y micronutrientes (—Cu, —Zn, —Mo, —Mn y —B).

## SUMMARY

The nutritive deficiencies from 102 soil samples of the province Cautin are determined in pot trials with *Lolium perenne* x *Lolium multiflorum*. Eighty-two super-

ficial samples are included. The remainder proceed from greater depths reached by the roots. A graphic distribution is showing the places they proceed from.

The estimate of equation of fertility for each soil demonstrates the existence of serious deficiencies of phosphorus and potassium and with a minor intensity of sulphur.

In some soils, complex problems of fertility are determined due to the limitation imposed through the simultaneous scarcity of macro- and micronutrients.

The reserves of phosphorus, potassium and magnesium diminish as they penetrate the soil profil and the reverse occurs with sulphur.

The average values calculated for Cautín are for coefficient A: 42,6; 58,7; 92,5; 91,2; 91,4; 90,9 and for coefficient m: — 1.160,5; — 1.185,0; + 8,6; — 463,8; — 838,4; —  $316,5 \times 10^{-5}$  of the fertility line of P, K, Ca, Mg, S and the micronutrients respectively.

#### LITERATURA CITADA

1. SCHENKEL, G. 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. 1971.
2. ————— y BAHERLE, P. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. II. Método usado. Agricultura Técnica (Chile) 31 (1): 9-24. 1971.
3. —————, —————, FLOODY, T. y GAJARDO, M. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. I. Experiencia preliminar. Agricultura Técnica (Chile) 30 (4): 173-187. 1969.
4. ————— *et al.* Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. IV. Macronutrientes, provincia Malleco. Agricultura Técnica (Chile) 31 (3): 129-135. 1971.
5. —————, PINO, E. y FLOODY, T. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. III. Cálculo de las líneas de fertilidad sobre el diagrama de fertilidad. Agricultura Técnica (Chile) 31 (2): 106-115. 1971.