

- _____. 1969. Integrated chemical control of insects and biological control of mites on apples in Washington. *J. Econ. Entomol.* 62 (1): 74-86.
- _____. and CALTAGIRONE, L. E. 1971. The developing programmes of integrated control of pests of apples in Washington and peaches in California. *En: Biological Control*, C. Huffaker, ed. Plenum Press, pp. 395-420.
- LECLANT, F. et REMAUDIÈRE, G. 1970. Éléments pour la prise en consideration des aphides dans la lutte intégrée en vergers de pêchers. *Entomophaga* 15 (1): 53-81.
- MATHYS, G. et BAGGIOLINI, M. 1967. Etude de la valeur pratique des méthodes de lutte intégrée. *Agric. Romande* 6 (3), Ser. A: 25-70.
- OILB. 1969. Introduction a la lutte intégrée en vergers de pommiers. 64 p.
- _____. 1972. Rapport Reunion Groupe de Travail "Lutte intégrée en verger" du sud de l'Europe. *Compt. rendu, résumé. Mimeo*, 12 p.
- PICKETT, A. D., PATTERSON, V. A., STULTZ, H. T. and LORD, F. T. 1946. The influence of spray programmes on the fauna of apple orchards in Nova Scotia. I. An appraisal of the problem and a method of approach. *Scient. Agr.*, 26: 590-600.
- RAAB, R. L. 1970. Introduction to the Conference. *En: Concepts of pest management*. R. L. Raab & F. E. Guthrie, eds. Proc. Conference held at N. Carolina State Univ., pp. 1-5.
- SMITH, R. F. and HAGEN, K. S. 1959. Integrated control programmes in the future of biological control. *J. Econ. Entomol.* 52 (6): 1106-1108.
- _____. and REYNOLDS, H. T. 1966. Principles, definitions and scope of integrated pest control. *Proc. FAO Symp. Int. Pest Control*, vol. 1: 11-17.
- STERN, V. M., SMITH, R. F., VAN DEN BOSCH, R. and HAGEN, K. S. 1959. The integrated pest control concep. *Hilgardia* 29: 81-101.
- WILDBOLTZ, T. und RIGGENBACH, W. 1969. Untersuchungen über die Induktion und die Beendigung der Diapause bei Apfelwickeln aus des Zentral und Ostschweiz. *Mitt. Schweiz. ent. Ges.* 42 (1-2): 58-78.

INVESTIGACIONES

Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XVII. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Magallanes, Continente¹

Gotardo Schenkel S.², Pedro Baherle V.³, Horacio Floody A.⁴, Mauricio Gajardo M.⁵

INTRODUCCION

La interpretación dada a la fertilidad de los suelos de la provincia de Magallanes es muy controvertida. Tal diversidad de crite-

rio no es ajena a la circunstancia que "los perfiles de suelo de Magallanes difieren bastante de los suelos estudiados en el resto del país" (Díaz, Avilés y Roberts, 1959-1960). Además se observa considerable variación del contenido de nutrientes de los suelos con la profundidad (Goió, 1962; Hurtado, 1963; Peterson, 1962 y Novoa, 1962). Tampoco es ajena la observación de Hurtado, 1963, que suelos procedentes "de Magallanes se apartan de la tendencia general, acumulándose más materia orgánica de la que corresponde de acuerdo con la pluviometría".

El material bibliográfico consultado, que lamentablemente excluye las experiencias de

¹Recepción originales: 26 de septiembre de 1973.

²Ing. Químico, Proyecto Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), casilla 58-D, Temuco, Chile.

³Ing. Agr., Proyecto Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, INIA.

⁴Laboratorista Químico, Proyecto Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, INIA.

⁵Ayudante de Laboratorio, Proyecto Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, INIA.

la Sociedad Explotadora de Tierra del Fuego, permite contar con los antecedentes que a continuación se exponen.

Según Concha, 1969 "hasta la fecha se han hecho numerosos ensayos de fertilizantes en los diversos tipos de praderas, tanto naturales como artificiales, aplicando los fertilizantes durante las labores de preparación, junto con la siembra y después de establecida la pradera artificial, pero no se han obtenido resultados significativos. Se han ensayado los elementos principales (N-P-K-Ca) y algunos elementos menores (Mo-Mn-B-S y Cu) en diferentes dosis y épocas, sin lograr resultados". Semejante interpretación fue recogida por O'Connor, Robinson y Corke, 1965, cuando sostienen que "no se ha hecho uso extensivo de fertilizantes en Magallanes y que para la mayoría de los ensayos se ha obtenido pequeña o ninguna respuesta en las dos primeras temporadas a los micronutrientes o a combinación alguna de nitrógeno, fósforo y potasio aplicado en dosis moderadas".

Sin embargo, para Espinoza, 1958, los ensayos de campo manifiestan "la influencia favorable del salitre para el mejor crecimiento de las gramíneas cultivadas y también en las praderas naturales". Todavía más, recalca que "la aplicación del salitre en la pradera ha provocado un mejor crecimiento del pasto, la aparición de una mejor cubierta vegetal y al mismo tiempo ha contribuido a mejorar las condiciones de palatabilidad de dichos pastos naturales".

Díaz, Avilés y Roberts, 1959-1960, especifican con más detalles algunos de los problemas de fertilidad de los suelos de Magallanes. Por lo pronto, insisten en la deficiencia de nitrógeno nítrico en todos ellos. Enseguida distinguen entre suelos de baja y de moderada fertilidad. Asignan la mayor pobreza en elementos nutritivos a los suelos podzoles de agua subterránea, a los suelos pardo podzólicos y a los suelos de praderas procedentes de Agua Fresca; estos últimos situados en las proximidades del Estrecho de Magallanes.

El Departamento de Investigación Agrícola (Chile, 1961 y 1962) proporciona los resultados de ensayos de campo mediante los cuales se determina el efecto y la duración de los abonos aplicados sobre las praderas, ya sean naturales o artificiales. Estos trabajos permiten reconocer que los problemas de fertilidad no sólo se limitan al nitrógeno, sino que comprometen además al calcio, fósforo, potasio y azufre. Por razones de claridad se hace referencia a ellos en el capítulo Resultados y Discusión.

En regiones del hemisferio norte, con un clima semejante al de Magallanes, se deter-

mina que "los elementos minerales se suministran al suelo principalmente por las hojas caídas de arbustos y musgo muerto" (Manakov, 1962). Los elementos potasio, fósforo y azufre se acumulan en mayor proporción en el tejido nuevo de las poblaciones vegetales (Rudneva, Tonkonogov y Dorokhova, 1966). Los primeros elementos en removerse del tejido vegetal muerto, que se deposita sobre el suelo, son el fósforo, azufre, calcio y potasio (Manakov, 1962). La vegetación acumula considerablemente menos nitrógeno y ceniza debido al insignificante crecimiento anual en zonas de clima frío (Manakov, 1961). Es muy sugestivo que en los suelos de Magallanes se determine la carencia de estos mismos elementos nutritivos (Schenkel, Baherle, Floody y Gajardo, 1974) (Rodríguez s/f.).

Desde el momento mismo en que está envuelto el calcio en los problemas de fertilidad de los suelos de la Patagonia, se complican notablemente las soluciones de éstos, por las relaciones previamente establecidas entre éste y los niveles de macro y micronutrientes (Schenkel, Baherle, Floody y Gajardo, 1974).

Por tanto, debe admitirse que todos los elementos nutritivos participan como limitantes de la fertilidad, dependiendo la prioridad de un elemento sobre otro de la incidencia relativa manifestada por los múltiples factores climáticos y edáficos. Una variación pronunciada entre muestras se determina para los análisis de fósforo (Goić, 1962); potasio (Hurtado, 1963); calcio, magnesio y azufre (Peterson, 1962), y microelementos (Novoa, 1962). En este sentido se interpreta la recomendación de Díaz, Avilés y Roberts, 1959-1960, según la cual "para los terrenos destinados al pastoreo serían indispensables las aplicaciones de cal y de abonos de fórmula completa NPK, pese a lo cual parece que el nitrógeno sería el mejor abono en los pastos".

La interdependencia entre la fertilidad del suelo y la capacidad de uso de los suelos de Magallanes, justifica mencionar los principales factores de los cuales depende la última:

1) La geología. La difícil y compleja historia geológica de la Patagonia permite reconocer una etapa volcánica en el terciario superior, durante la cual se cubren grandes extensiones con lava basáltica, ceniza y pómez (Chile, 1965).

Hubo 4 etapas de glaciación y en cada una de ellas se depositaron grandes cantidades de morrenas terminales (Chile, 1965). "Tan importante como la presencia de las morrenas fue la actividad volcánica, cuyas manifestaciones en épocas no muy lejanas se pueden constatar en prácticamente todos los suelos de Magallanes" (Díaz, Avilés y Roberts, 1959-1960). Tam-

bién, Wright, 1965, atribuye importancia a la contaminación causada por las cenizas volcánicas en muchos de estos suelos.

2) El clima. La temperatura es fría en toda la provincia (Almeyda y Sáez, 1958, e INIA, 1970). "Además existen marcadas diferencias entre precipitaciones, las que guardan una estrecha relación con la situación geográfica y topográfica de las distintas regiones" (Díaz, Avilés y Roberts, 1959/1960), disminuyendo "progresivamente de oeste a este en una misma latitud, afectando directamente a la capacidad de uso de los suelos" (Rodríguez, 1959/1960). "Función importante asume la fuerte ventosidad, convirtiéndose en un riesgo permanente de erosión eólica" (Díaz, Avilés y Roberts, 1959/1960) (Rodríguez, 1959/1960). Otros valiosos antecedentes suministra Doberti, 1958.

3) La vegetación natural. Su relación con el suelo y clima de la provincia ha sido desarrollada por Rodríguez, 1959/1960. Se distinguen las siguientes subregiones:

- a) De la alta cordillera de roqueríos y nieves eternas;
- b) De la cordillera andina con bosque;
- c) De las praderas (estepas);
- d) De praderas semiáridas asociadas con arbustos altos, y
- e) De transición entre bosque y pradera.

Las tres últimas subzonas pertenecen a la región de las planicies y mesetas.

La clasificación anterior omite la región de los pantanos del territorio de Magallanes (Goldey, 1960; Kats, 1966 y Mikhaylov, 1970). Kats, 1966, le asigna "un clima oceánico frío-templado, con pequeña fluctuación de temperatura diaria y con abundante precipitación". Correspondería al clima patagónico húmedo definido por Papadakis, citado en INIA, 1970 (pág. 364), que "se encuentra en el bosque subandino de la cordillera austral".

Otros (Chile, 1965) prefieren distinguir tres zonas de formaciones vegetales perfectamente bien definidas:

- a) Región higrófila (costas e islas);
- b) Región tropófila (faldeos orientales de la Cordillera de los Andes, hasta el comienzo de la pampa propiamente tal), y
- c) Región xerófila (zona de transición entre los cordones continentales de los Andes y la pampa de la Patagonia Argentina).

Sin embargo, considerando la actividad rectora que asume la explotación ganadera en la economía de la región, representa mayor utilidad aplicar el criterio de Doberti, 1958, y Concha, 1969. Según este último, "se pueden distinguir cuatro zonas diferentes en relación a sus praderas: estepas, matorrales, bosques aparragados y precordillera". Se incluye a los murtillares como quinto grupo porque presentan características especiales.

4) La topografía. De los tres elementos fisiográficos fundamentales en el resto del país, sólo se pro-

longa a Magallanes la cordillera de los Andes. La cordillera de la Costa y el llano longitudinal se encuentran bajo el mar (Chile, 1965). La provincia "abarca, comenzando por el oriente, terrenos de llanuras (zona esteparia) para terminar hacia el poniente en la zona precordillerana de topografía quebrada, que limita con la abrupta cordillera de los Andes, islas y canales" (Doberti, 1958). "La relación entre relieve y suelo es quizás más importante en Magallanes que en otras regiones del país" (Díaz, Avilés y Roberts, 1959-1960). Es "el principal factor que separa los campos que se pueden pastorear únicamente en verano —verandas— de los campos más bajos y protegidos que permiten mantener la ovejería en los meses crudos del invierno" (Rodríguez, 1959-1960).

La gran diversificación de los factores naturales que actúan sobre las distintas unidades fisiográficas de Magallanes determinan una amplia variación en el aprovechamiento de sus praderas. Es posible "pensar en una producción aumentada de plantas forrajeras. Por otra parte, es indispensable estimular los cultivos alimenticios para asegurar las necesidades de consumo local" (Aubert de la Rue, 1960).

La baja productividad de los suelos de Magallanes incide sobre los rendimientos de muchas especies vegetales. Se estima que los problemas de fertilidad no han merecido la atención que le corresponde, discrepándose de la idea de no atribuir mayor trascendencia a los fertilizantes para beneficio de la producción regional. En cambio, se comparte la opinión de O'Connor, 1964, "que habrán deficiencias minerales para el crecimiento de las leguminosas, que variarán de suelo a suelo. En los sectores más húmedos y en algunos suelos más antiguos del sector intermedio, habrá carencia de fósforo. También se encontrarán deficiencias de molibdeno y de otros micronutrientes. Además, es probable que las leguminosas sobre suelos no expuestos a la llovizna de mar o al beneficio de aguas subterráneas en movimiento y ricas en azufre, sufrirá la deficiencia de este elemento".

En esta parte XVII se estudia el comportamiento de la ballica frente a tres fórmulas de fertilización N, NP y NPKS en ensayos de macetas, mantenidas en un medio ambiente mucho más benigno que el del lugar de origen de sus suelos. Esta información permitirá conocer el papel que podría asumir la fertilización, para aumentar la producción de las praderas. Para que esta posibilidad se transforme en una realidad se requiere de la concurrencia de otros factores favorables, especialmente climáticos y de manejo de praderas (Doberti, 1958 y Doberti, 1968). Hay

apreciaciones más enfáticas (O'Connor, 1965) cuando sostienen que "el factor limitante inmediato en la producción forrajera es la fertilidad del suelo, antes que la disponibilidad efectiva de humedad; ésta, aunque importante, es secundaria con respecto a la fertilidad del suelo".

MATERIALES Y METODOS

La procedencia de los suelos utilizados en este ensayo de macetas y algunas de sus propiedades han sido dadas a conocer en la parte xvi (Schenkel, Baherle, Floody y Gajardo, 1974).

La siembra, mantención y cosecha de *Lolium perenne* × *Lolium multiflorum* se ejecuta según la técnica propuesta por Schenkel y Baherle, 1971. Los tres tratamientos de fertilización consisten de N (nitrato de amonio, p.a.), NP (N + superfosfato triple) y NPKS (NP + sulfato de potasio), agregándose al suelo en la forma descrita en la parte v (Schenkel, Baherle, Floody y Gajardo, 1971).

Las producciones de materia seca permiten conocer las líneas de producción sobre el diagrama de fertilidad (Schenkel, 1971). A menudo se incluyen en estos diagramas —con líneas de segmento— a las correspondientes líneas de fertilidad obtenidas previamente en los mismos suelos (Schenkel, Baherle, Floody y Gajardo, 1974), para permitir una mejor interpretación de los resultados.

Las líneas de producción caracterizadas por dos parámetros se dan a conocer en el Cuadro 1; obedecen a la ecuación $\log Y = \log A + mX$. Los valores tabulados se calculan gráficamente (Schenkel, Pino y Floody, 1971).

Cuadro 1 — Valores de las líneas de producción ($\log Y = mX + \log A$) para fertilizaciones N, NP y NPKS. Provincia de Magallanes, Continente.

Suelo N°	+ N		+ NP		+ NPKS	
	A	m*	A	m*	A	m*
8956	6,3	+ 189	64,5	— 451	111	— 323
8957	22	— 1317	94	— 1335	98	— 28
8958	17,5	— 1057	68,5	— 588	104	0
8959	28,5	— 734	77	— 763	97	+ 147
8960	31	— 1424	66	— 943	95	+ 94
8961	10,2	— 844	48	— 704	82	+ 78
8962	16,5	— 351	70	— 603	81	+ 149
8963	18,2	— 265	85	— 551	86	+ 205
8964	11	— 224	39	— 675	99	+ 198
8965	14,5	— 598	63,5	— 446	95	+ 106
8966	19	— 715	57	— 530	124	— 71
8967	14,5	— 897	74	— 730	79	+ 20
8968	10,3	+ 277	25,4	— 46	78	+ 348
8969	20,2	— 1566	107	— 863	94	+ 14
8970	20	— 1254	68	— 583	98,5	0
8971	15,5	— 846	111	— 855	102	— 39
8972	14,6	— 514	71	— 549	108	+ 11
8973	14,8	— 577	93	— 780	107	+ 86
8974	16	— 340	75	— 336	89	+ 211
8975	10,7	— 429	33	— 530	74	+ 131
8976	15,7	— 344	77	— 763	83	+ 207
8977	18,8	— 442	65	— 654	66,5	+ 102
8978	36	— 751	55	— 446	92	— 333
8979	18	— 240	69	— 332	86	+ 104
8980	23	— 598	48,5	— 621	160	— 145
8981	5,5	— 1466	12,4	— 467	98	— 766
8982	10	0	55	— 511	56	+ 370
8983	11,5	— 552	86	— 563	92	+ 58
8984	12	— 689	48	— 680	66,5	+ 152
8985	26,4	— 522	58	— 511	58	+ 315
8986	25	— 1730	78,5	— 889	115	0

Suelo N°	+ N		+ NP		+ NPKS	
	A	m*	A	m*	A	m*
8987	14,5	—1076	63	— 767	39,5	+346
8988	21,3	—1113	67	—1150	99	+114
8989	8,3	—2419	69	— 476	94	+ 56
8990	18,5	— 473	49	— 660	Perdido	
8991	13,3	— 310	79	— 628	133	—310
8992	56,5	— 683	88,5	— 328	83	+117
8993	10,7	— 267	76	— 822	97	+132
8994	25,5	— 363	96	— 679	120	— 90
8995	14,4	— 293	77,5	— 736	87	— 48
8996	29	+ 289	75	— 994	93	0
8997	25	— 995	73	— 391	93	+ 29
8998	11	— 271	95	— 982	89	+ 46
8999	25	— 983	93	— 476	87	+129
9000	11,4	— 769	55	— 732	101	— 63
9001	6,6	—1058	88	— 896	117	—134
9002	15,2	— 827	97	— 910	97	— 18
9003	14	— 562	86	— 682	92	— 24
9004	8,3	— 306	72	— 540	94	—113
9005	23,3	— 370	92	— 640	107	—225
9006	32,2	— 775	94	— 565	107	—674
9007	30	—1136	57	— 680	111	+ 74
9008	26,2	—1394	Perdido		107	— 60
9009	30,5	— 988	94	— 742	100	—579
9010	38,5	— 813	117	— 550	116	+ 33
9011	41,5	—1437	100	— 724	100	— 44
9012	18	— 532	101	— 731	108	+ 60
9013	41,5	—1288	85	— 555	76	+234
9014	34,2	— 270	55	— 418	97	+221
Promedio (59 suelos)						
	20,0	— 717,0	73,0	— 650,9	95,2	+ 10,5

*Todos los valores de m deben multiplicarse por 10⁻⁵

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se entregan los coeficientes calculados a partir de los rendimientos de ballica, para las líneas de producción N, NP y NPKS. Con el valor promedio de las tres líneas se dibuja el diagrama de fertilidad indicado en la Figura 1.

La sola fertilización nitrogenada es incapaz para elevar la fertilidad de los suelos de Magallanes a un nivel satisfactorio. Este resultado se opone a la importancia atribuida al nitrógeno como principal deficiencia para aumentar la productividad de los suelos de la Patagonia (Espinoza, 1958; Doberti, 1958 y Díaz, Avilés y Roberts, 1959-1960). El escaso efecto del nitrógeno se atribuye a la mayor limitación impuesta por otras carencias nu-

tritivas que inciden con mayor drasticidad (Schenkel, Baherle, Floody y Gajardo, 1974). Tampoco se debe desconocer la capacidad de nitrificación apreciable manifestada por los suelos de esta región. O'Connor, Robinson y Corke, 1965, determinan la misma nitrificación después de 7 días a 35°C que a la vuelta de 170 días a 3°C.

Con la fertilización NP se triplican los índices de rendimiento previamente alcanzados con la línea de producción del nitrógeno. Sobre el diagrama de fertilidad se ubica la línea de producción NP entre las líneas de fertilidad del potasio y del azufre. Esta situación se produce porque el superfosfato triple agregado con la fórmula NP contiene azufre entre sus impurezas, pero carece de potasio. Las líneas de fertilidad del azufre y de pro-

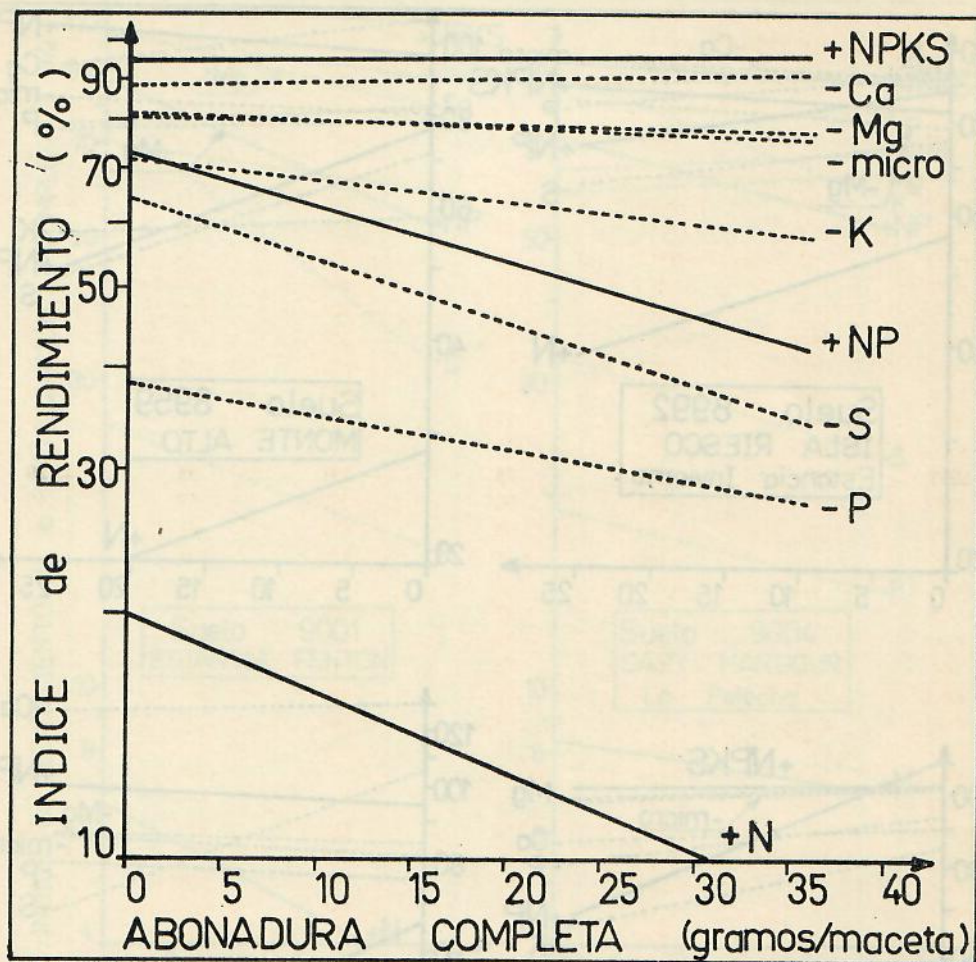


Fig.1 Diagrama de fertilidad de la provincia de Magallanes, Continente (promedio de 59 muestras de suelo).

ducción NP son paralelas, pero con la peculiaridad que permanentemente se determina mayores índices de rendimiento para la abonadura NP. Es incontrovertible que suelos muy deficientes en potasio tendrán mala respuesta a la fertilización NP.

Valores elevados de fertilidad, frecuentemente próximos al óptimo, solamente se alcanzan con la adición simultánea de NPKS. En general, cabe esperar una menor efectividad de esta abonadura cuando se aplica sobre suelos con pocas reservas de micronutrientes y/o magnesio.

En apoyo de las observaciones generales precedentes conviene considerar algunos casos especiales. En la Figura 2 se exponen los diagramas de fertilidad de 4 muestras, consideradas las más ricas de todo el conjunto ex-

plorado. El suelo 8992 se destaca por tener la mejor respuesta a la fertilización nitrogenada, calificándose ésta como intermedia en las muestras 8959 y 8960 y como francamente mala en el suelo 8971. Todas disponen de suficiente fósforo, por lo que las diferencias de respuesta alcanzadas con la abonadura nitrogenada no son atribuibles a este elemento.

¿Cómo explicarse el distinto comportamiento de las muestras mejor provistas de fósforo frente a la adición de nitrógeno? La muestra 8992 no tiene deficiencias graves de ningún elemento, tal vez con la sola excepción del nitrógeno que no se investigó. Por lo tanto se logra en este suelo una buena producción de ballica cuando se agrega nitrato de amonio. En las restantes muestras de la Figura 2, pese a las buenas reservas de fósforo, existen

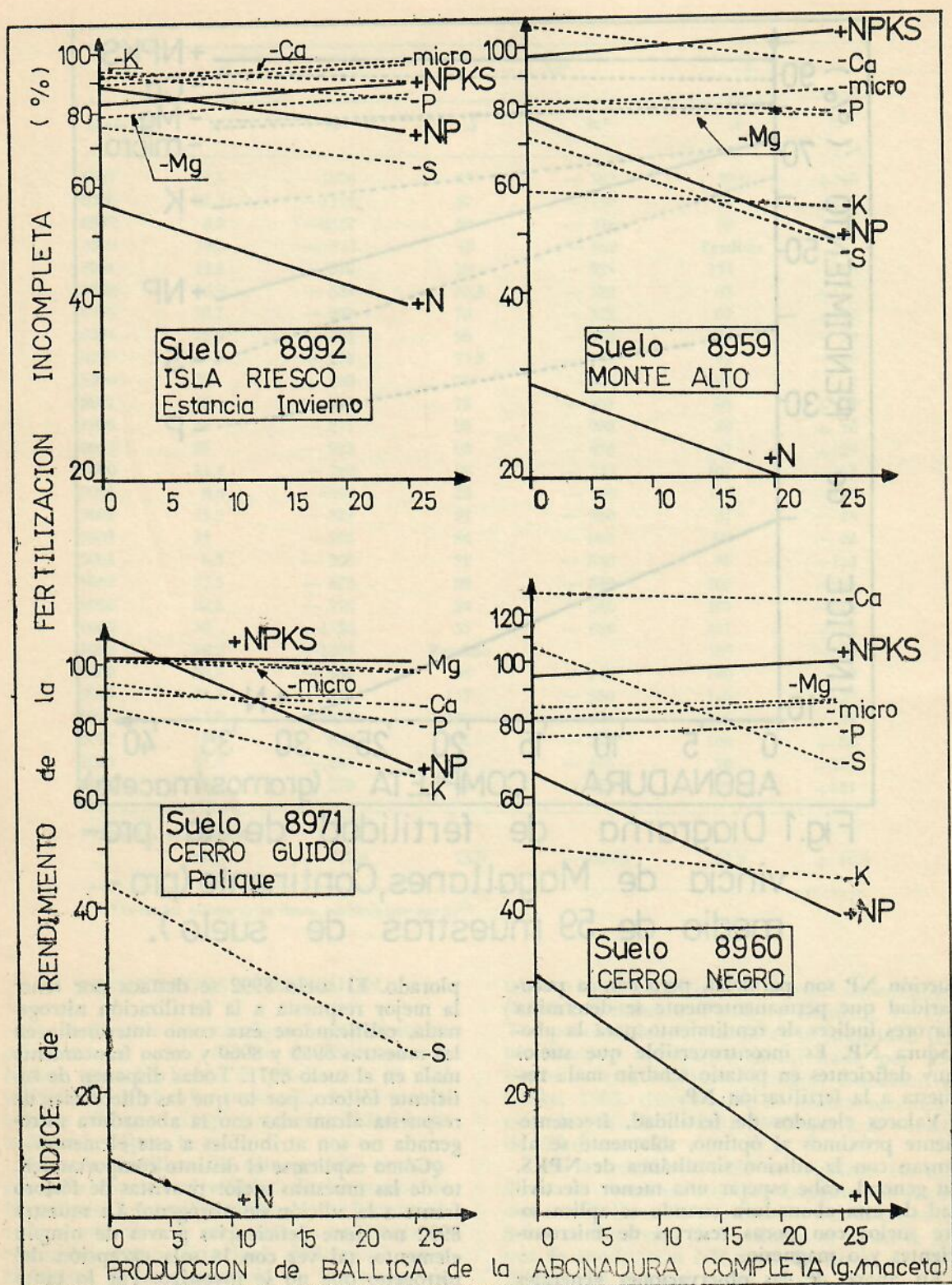


Figura 2 — Diagramas de fertilidad de suelos ricos en fósforo procedentes de la provincia de Magallanes.

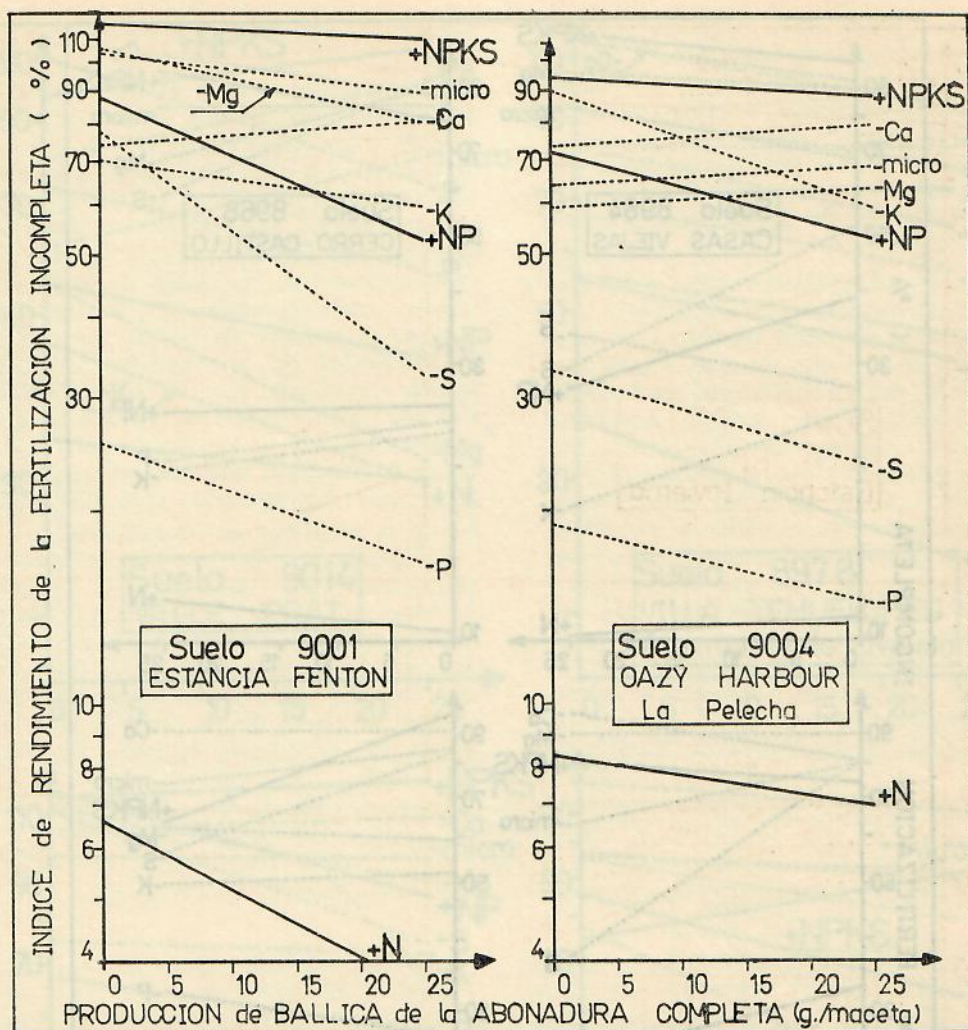


Fig.3 Diagramas de fertilidad de suelos muy pobres en fósforo procedentes de la provincia de MAGALLANES.

carencias demasiado graves de otros elementos, tales como potasio y azufre. Como es de suponer, semejantes deficiencias no se subsanan con la sola aplicación de nitrógeno.

Por consiguiente, aunque suelos ricos en fósforo tienen la posibilidad de responder mejor a la abonadura nitrogenada, la magnitud de esta respuesta depende de la severidad con la cual se presentan las restantes deficiencias, especialmente potasio y azufre. La validez de esta argumentación también se puede probar de un modo inverso.

Suelos muy pobres en fósforo y/o azufre y potasio se comportan mal con la abonadura nitrogenada. La Figura 3 es ilustrativa. Las graves deficiencias de azufre y sobre todo de fósforo en las muestras 9001 y 9004, impiden una corrección de su baja fertilidad mediante

la sola fertilización nitrogenada. Del mismo modo, la intensidad de la deficiencia de potasio en los suelos 8964, 8968 y 8975 (Figura 4), independientemente así asociada o no con otras carencias nutritivas, origina mala respuesta a la fertilización nitrogenada. En la misma figura se incluye la muestra 8981, porque ofrece un resultado inesperado. Se trata de un suelo pobre en potasio y aun más pobre en fósforo. Las líneas de producción N y NP entregan índices de rendimiento excepcionalmente bajos y fuera de todo lo previsible. ¿Coexisten otros factores depresivos sobre los rendimientos? Todavía más extraña es la conducta de esta muestra cuando se analiza la línea NPKS, que ofrece índices de rendimiento ajustados al diagnóstico que se puede hacer a partir de las líneas de ferti-

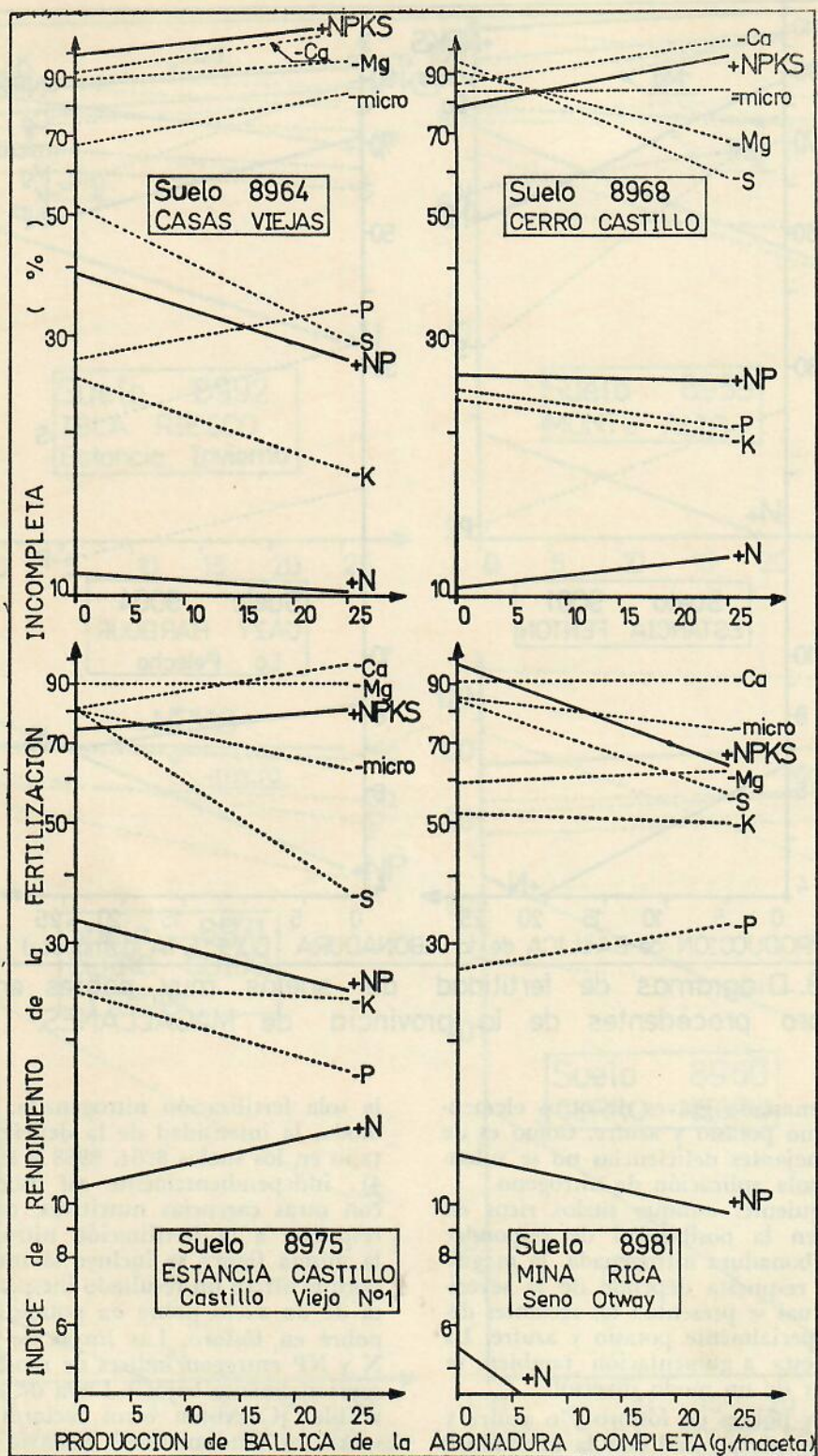


Figura 4 — Diagramas de fertilidad de suelos procedentes de la provincia de Magallanes con pésimas respuestas a las fertilizaciones nitrogenadas y fosfatadas.

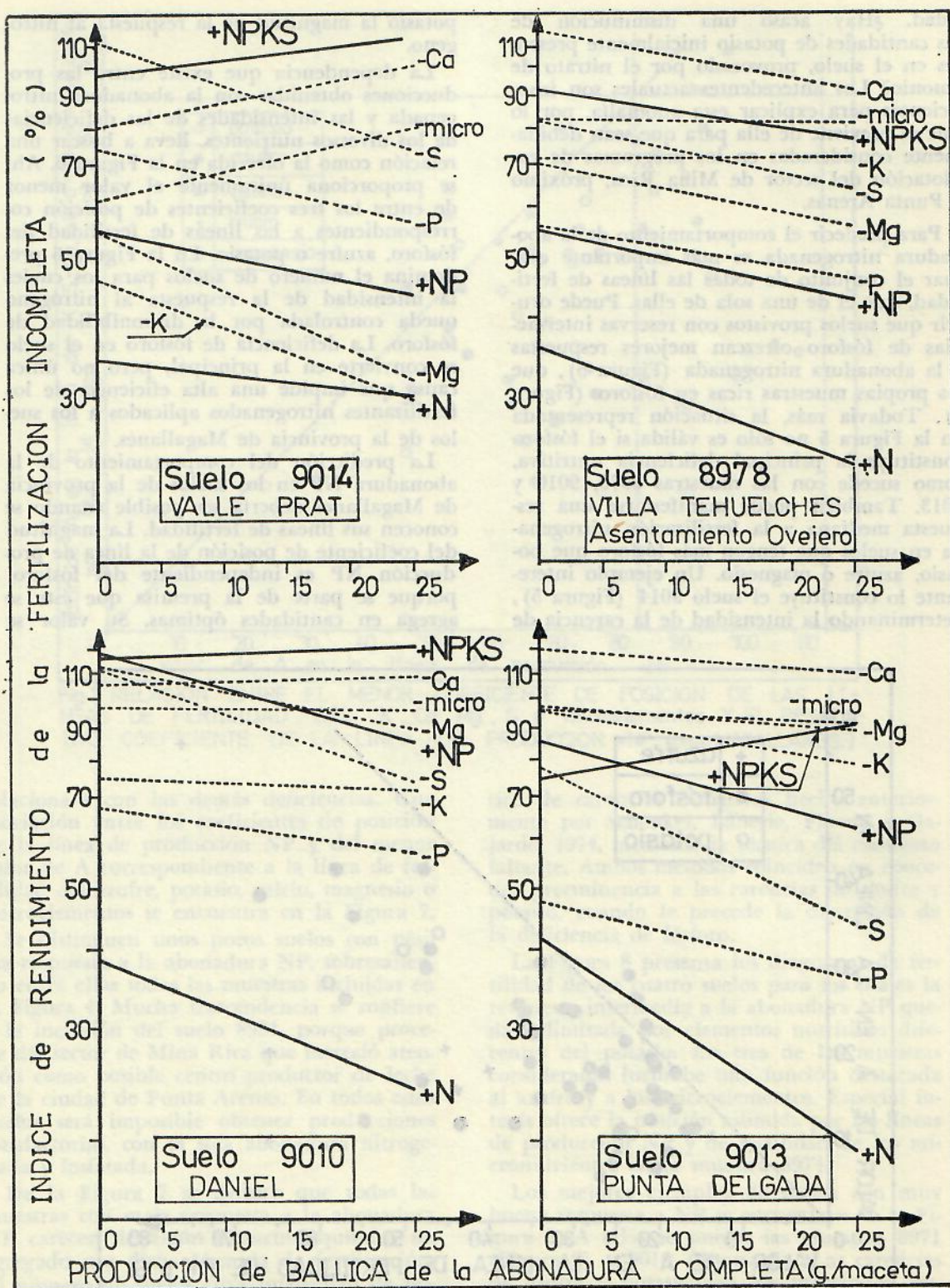


Figura 5 — Diagramas de fertilidad de suelos procedentes de la provincia de Magallanes con respuesta intermedia a la fertilización nitrogenada.

lidad. ¿Hay acaso una disminución de las cantidades de potasio inicialmente presentes en el suelo, provocado por el nitrato de amonio? Los antecedentes actuales son insuficientes para explicar esta anomalía, por lo que se previene de ella para que sean debidamente consideradas en los programas de explotación del sector de Mina Rica, próximo a Punta Arenas.

Para predecir el comportamiento de la abonadura nitrogenada es más importante evaluar el conjunto de todas las líneas de fertilidad, que el de una sola de ellas. Puede ocurrir que suelos provistos con reservas intermedias de fósforo ofrezcan mejores respuestas a la abonadura nitrogenada (Figura 5), que las propias muestras ricas en fósforo (Figura 2). Todavía más, la situación representada en la Figura 5 no sólo es válida si el fósforo constituye la principal deficiencia nutritiva, como sucede con las muestras 8978, 9010 y 9013. También puede manifestarse una respuesta mediana a la fertilización nitrogenada en suelos que tengan más fósforo que potasio, azufre o magnesio. Un ejemplo interesante lo constituye el suelo 9014 (Figura 5), determinando la intensidad de la carencia de

potasio la magnitud de la respuesta al nitrógeno.

La dependencia que existe entre las producciones obtenidas con la abonadura nitrogenada y las intensidades de las deficiencias de los diversos nutrientes, lleva a buscar una relación como la ofrecida en la Figura 6. Ahí se proporciona únicamente el valor menor de entre los tres coeficientes de posición correspondientes a las líneas de fertilidad del fósforo, azufre o potasio. En la Figura 6 predomina el número de suelos para los cuales la intensidad de la respuesta al nitrógeno queda controlada por la disponibilidad de fósforo. La deficiencia de fósforo en el suelo se convierte en la principal, pero no única causa que impide una alta eficiencia de los fertilizantes nitrogenados aplicados a los suelos de la provincia de Magallanes.

La predicción del comportamiento de la abonadura NP en los suelos de la provincia de Magallanes debería ser posible cuando se conocen sus líneas de fertilidad. La magnitud del coeficiente de posición de la línea de producción NP es independiente del fósforo, porque se parte de la premisa que éste se agrega en cantidades óptimas. Su valor se

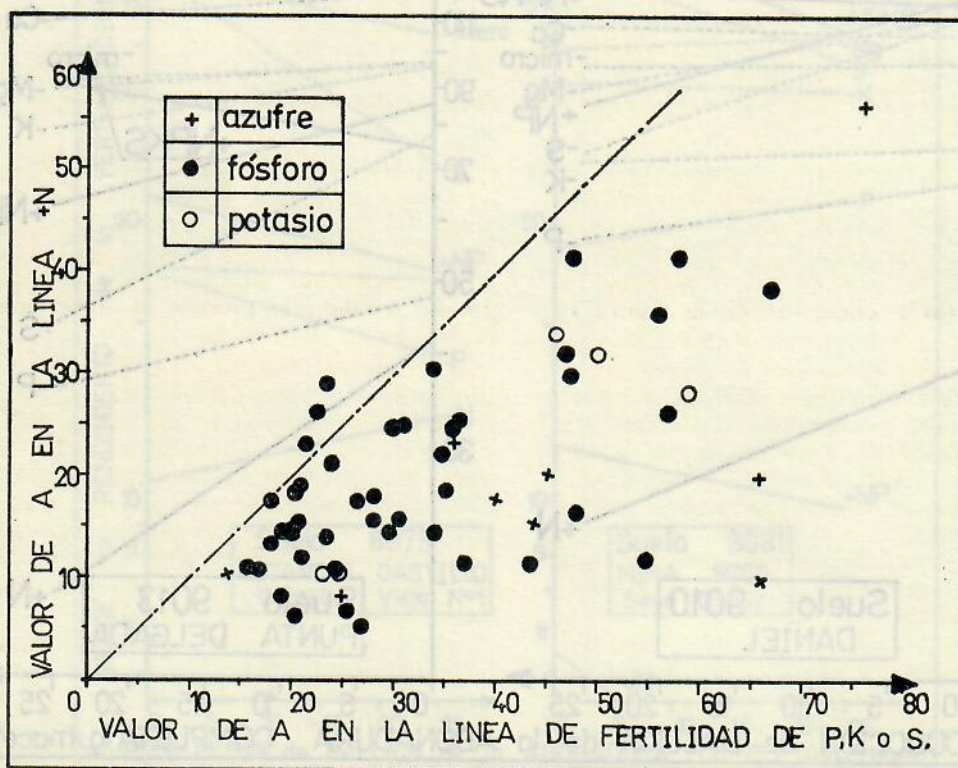


Fig.6 Relación entre el menor coeficiente de posición de las líneas de fertilidad del S, P o K y el respectivo valor A de la línea de producción +N en suelos de MAGALLANES.

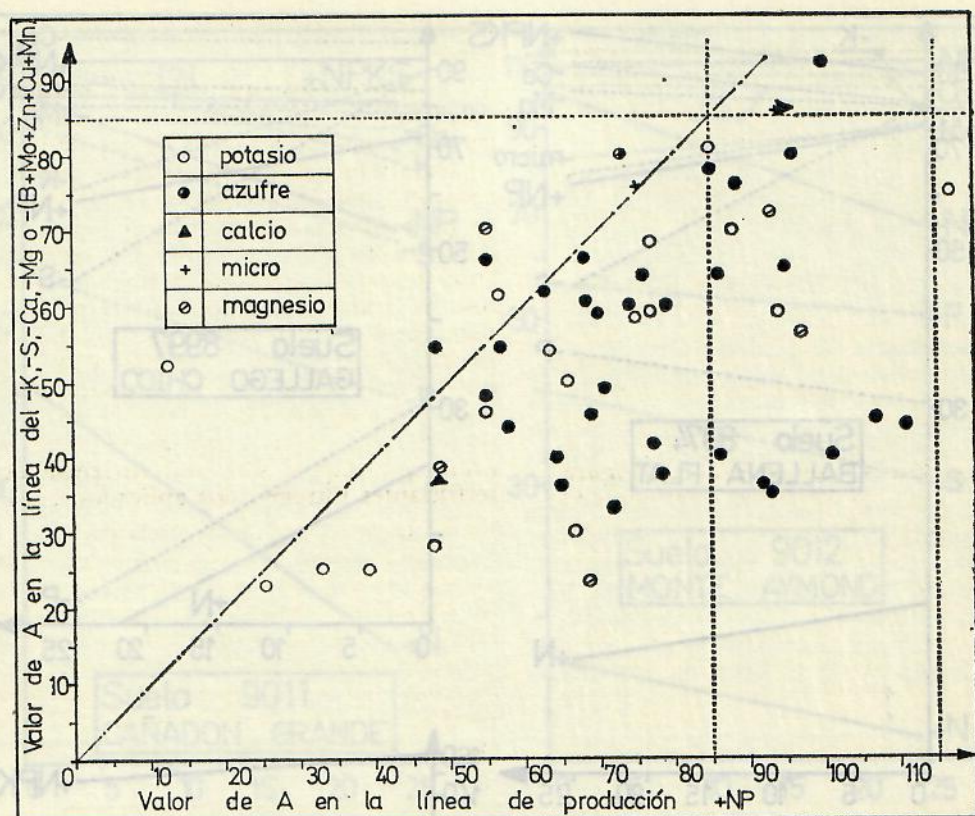


Fig.7 RELACION ENTRE EL MENOR COEFICIENTE DE POSICIÓN DE LAS LINEAS DE FERTILIDAD DEL K, Ca, Mg, S o microelementos Y EL RESPECTIVO COEFICIENTE DE LA LINEA DE PRODUCCION +NP. (prov. MAGALLANES.)

relacionará con las demás deficiencias. Una asociación entre los coeficientes de posición de la línea de producción NP y del menor valor de A correspondiente a la línea de fertilidad del azufre, potasio, calcio, magnesio o microelementos se encuentra en la Figura 7.

Se distinguen unos pocos suelos con pésima respuesta a la abonadura NP, sobresaliendo entre ellas todas las muestras incluidas en la Figura 4. Mucha trascendencia se confiere a la inclusión del suelo 8981, porque procede del sector de Mina Rica que mereció atención como posible centro productor de leche de la ciudad de Punta Arenas. En todos estos suelos será imposible obtener producciones satisfactorias, con la sola abonadura nitrogenada y fosfatada.

De la Figura 7 se deduce que todas las muestras con mala respuesta a la abonadura NP carecen de algún elemento químico no agregado con dicha fórmula de fertilización. El número de suelos cuya intensidad de respuesta a la abonadura NP depende de las deficiencias de azufre, potasio, magnesio, calcio y microelementos es 20-12-4-1-1, respectivamente. Este resultado confirma el diagnós-

tico de carencias nutritivas hecho anteriormente por Schenkel, Baherle, Floody y Gajardo, 1974, mediante la técnica del elemento faltante. Ambos métodos coinciden en conceder preeminencia a las carencias de azufre y potasio, cuando le precede la corrección de la deficiencia de fósforo.

La Figura 8 presenta los diagramas de fertilidad de los cuatro suelos para los cuales la respuesta intermedia a la abonadura NP queda delimitada por elementos nutritivos diferentes del potasio. En tres de las muestras consideradas incumbe una función destacada al azufre y a los microelementos. Especial interés ofrece la posición asumida por las líneas de producción NP y de fertilidad de los micronutrientes en la muestra 8974.

Los mejores ejemplos de suelos con muy buena respuesta a NP se encuentran en la Figura 9. A ellos se suman las muestras 8971 (Figura 2) y 9010 (Figura 5). Las carencias de azufre y potasio son los principales responsables de la limitada eficiencia obtenida con la fertilización nitrogenada y fosfatada, coincidente con el resultado señalado en la Figura 7.

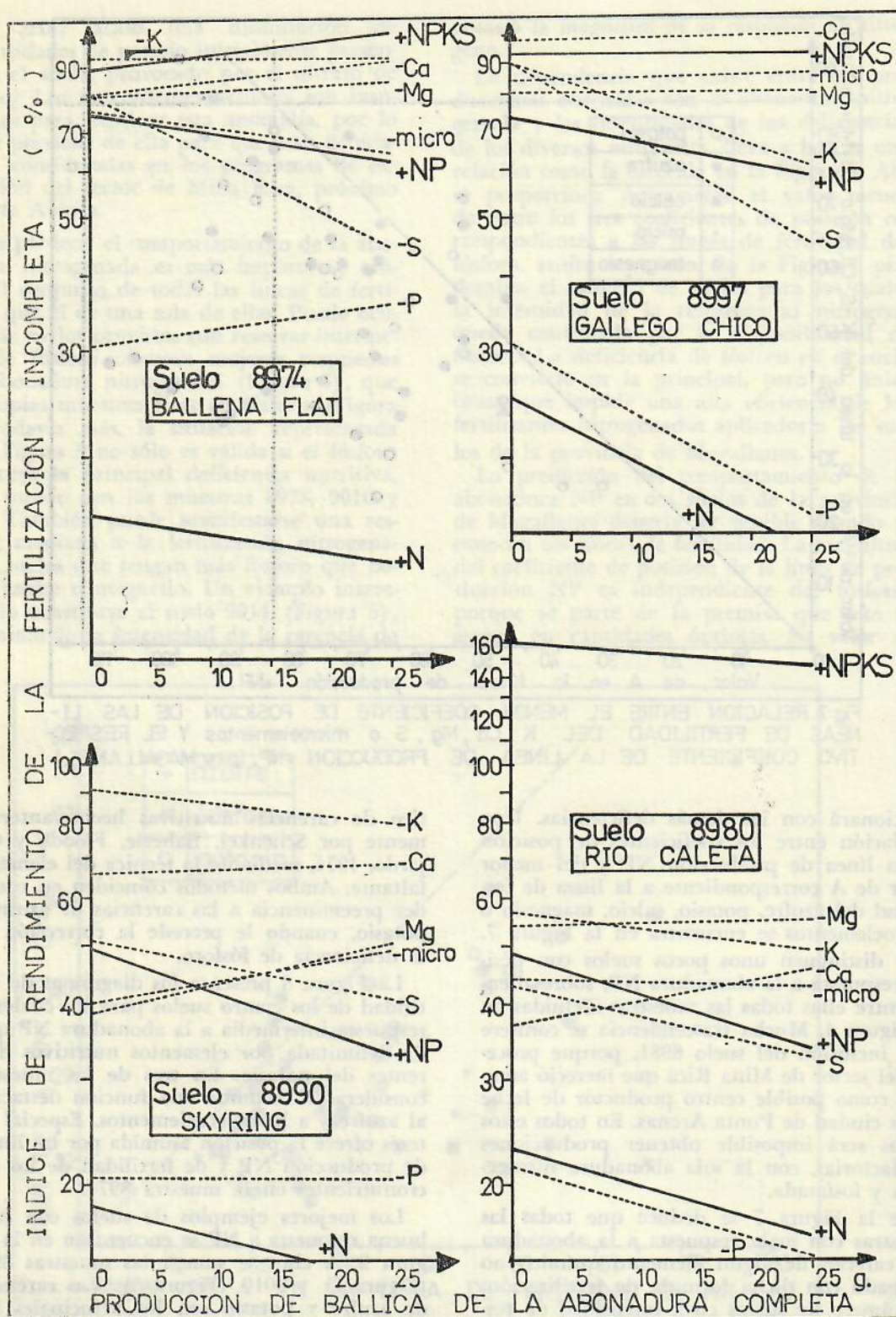


Figura 8 — Suelos de Magallanes cuya respuesta a la fertilización NP es controlada por diversos nutrientes.

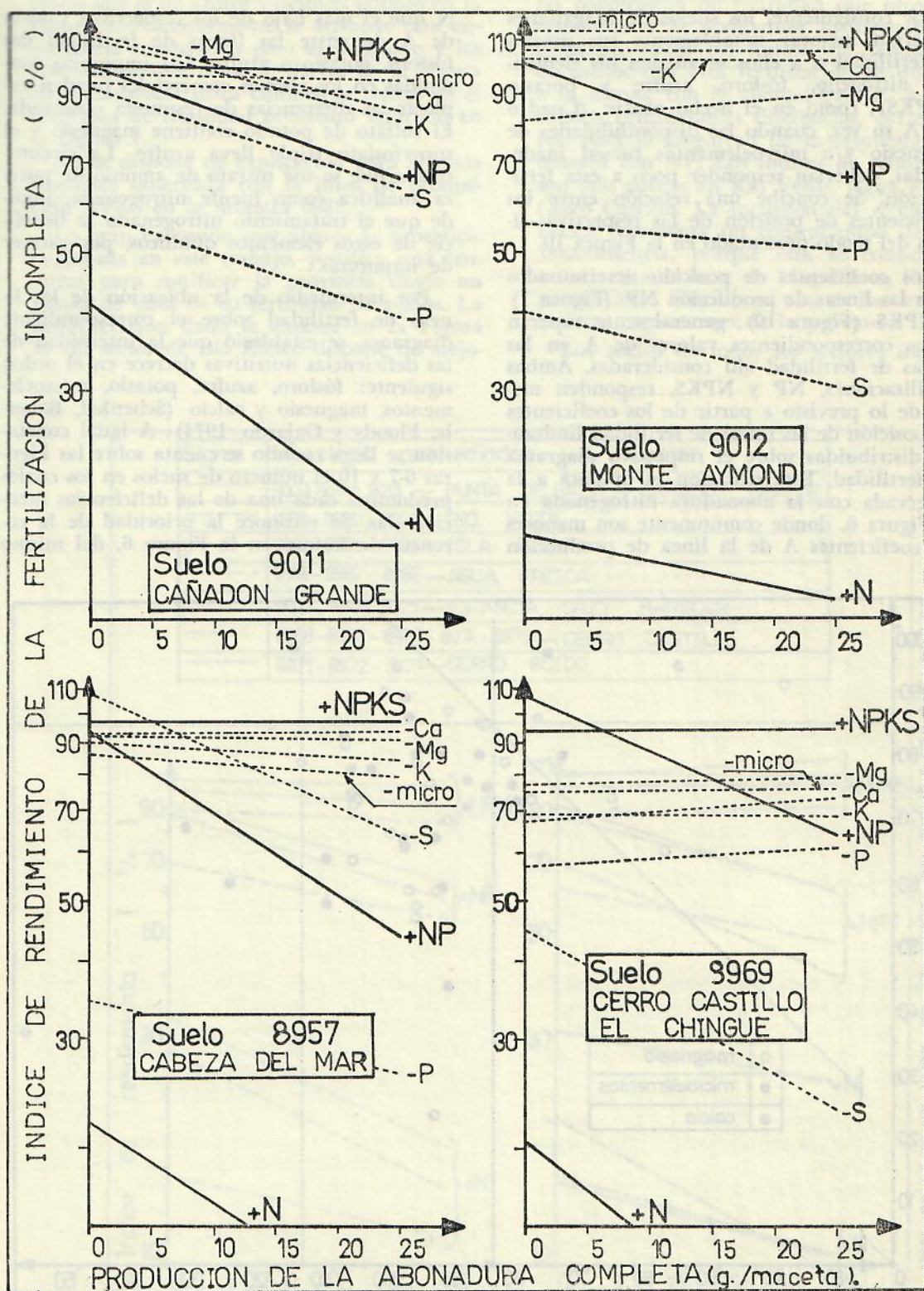


Figura 9 — Suelos de Magallanes con muy buena respuesta a la abonadura + NP (NH_4NO_3 + superfosfato triple).

Por consiguiente, los suelos de Magallanes deberían mejorar notablemente sus niveles de fertilidad si a ellos se añaden los elementos nitrógeno, fósforo, azufre y potasio (NPKS), como en el hecho ocurre (Cuadro 1). A su vez, cuando las disponibilidades de magnesio y/o microelementos fuesen inadecuadas, deberían responder poco a esta fertilización. Se concibe una relación entre los coeficientes de posición de las respectivas líneas del modo presentado en la Figura 10.

Los coeficientes de posición determinados para las líneas de producción NP (Figura 7) y NPKS (Figura 10), generalmente superan a los correspondientes valores de A en las líneas de fertilidad ahí consideradas. Ambas fertilizaciones, NP y NPKS, responden mejor de lo previsto a partir de los coeficientes de posición de las líneas de fertilidad limitantes distribuidas sobre el respectivo diagrama de fertilidad. Esta situación es opuesta a la observada con la abonadura nitrogenada en la Figura 6, donde comúnmente son menores los coeficientes A de la línea de producción

N que el más bajo de los respectivos valores de A de entre las líneas de fertilidad del fósforo, potasio o azufre. Las impurezas contenidas en los abonos comerciales pueden explicar las diferencias de respuesta observada. El sulfato de potasio contiene magnesio y el superfosfato triple lleva azufre. La circunstancia que se use nitrato de amonio de pureza analítica como fuente nitrogenada, impide que el tratamiento nitrogenado se beneficie de otros elementos químicos, por carecer de impurezas.

Por intermedio de la ubicación de las líneas de fertilidad sobre el correspondiente diagrama, se estableció que la intensidad de las deficiencias nutritivas decrece en el orden siguiente: fósforo, azufre, potasio, microelementos, magnesio y calcio (Schenkel, Baherle, Floody y Gajardo, 1974). A igual conclusión se llega cuando se cuenta sobre las Figuras 6-7 y 10 el número de suelos en los cuales predomina cada una de las deficiencias mencionadas. Se reconoce la prioridad de la carencia de fósforo en la Figura 6, del mismo

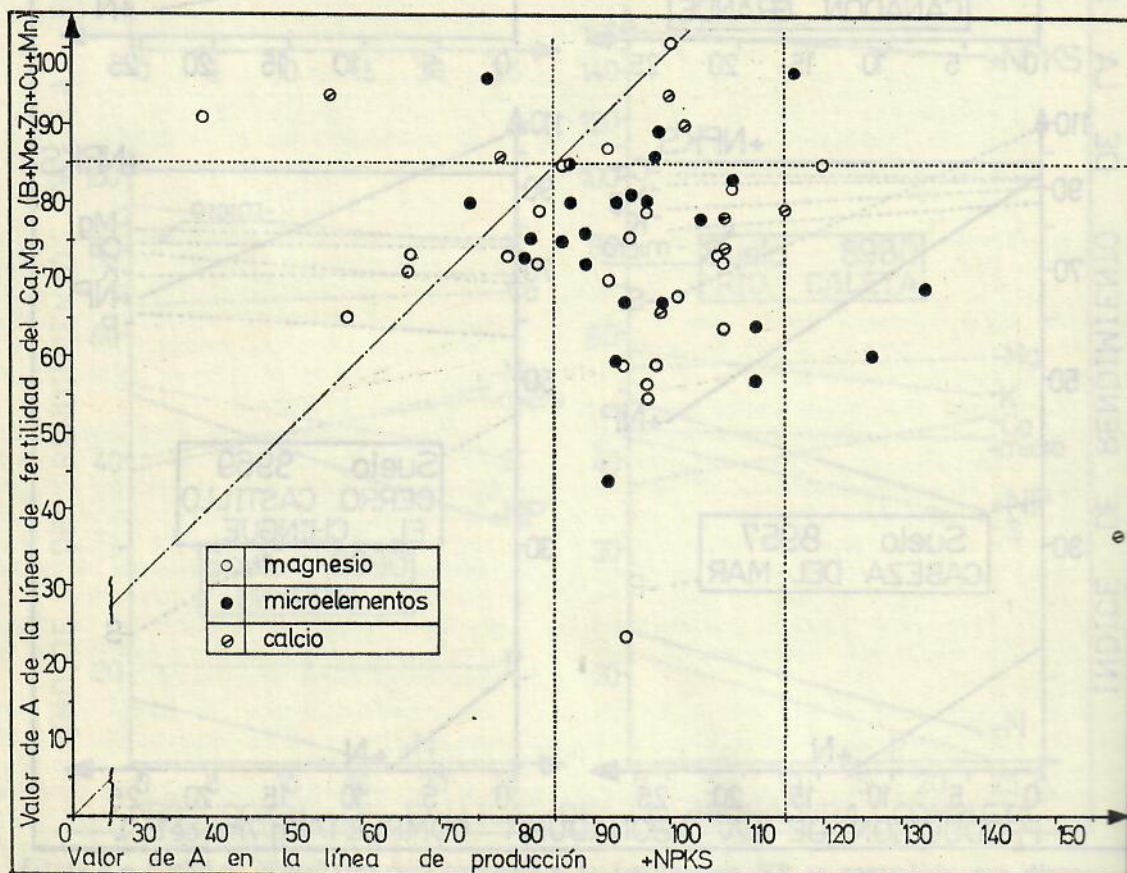


Fig. 10. RELACION ENTRE EL MENOR COEFICIENTE DE POSICION DE LA LINEA DE FERTILIDAD DEL Ca, Mg o microelementos Y EL DE LA LINEA DE PRODUCCION +NPKS EN SUELOS DE LA PROVINCIA DE MAGALLANES.

modo que la de azufre y después potasio en la Figura 7. Posteriormente se atribuye una importancia compartida para el magnesio y los micronutrientes, como se deriva de la Figura 10. Esta característica también se refleja en el diagrama de fertilidad promedio indicado en la Figura 1.

No se dispone de explicación para la mala respuesta observada con la línea de producción NPKS en la muestra 8982.

La gran extensión que abarca la superficie explorada en este trabajo, justifica una tentativa para zonificar la provincia desde un punto de vista de su fertilidad de suelos. La interpretación dada se expone en la Figura 11. El sector de Isla Riesco dispone de mejo-

res condiciones de fertilidad que otros para responder a la abonadura nitrogenada. Sin embargo, todos los índices de rendimiento obtenidos con esta fertilización se duplican, a lo menos, con la abonadura NP. Aun así, existen considerables diferencias, entre sectores, para la magnitud de la respuesta determinada con NP. Los índices de rendimiento son más pobres en Río Verde, Agua Fresca y Cerro Castillo. La inclusión del sector Agua Fresca representa un contratiempo de cierta trascendencia, porque ésta se considera la actual zona lechera de Magallanes. Por otra parte, Cerro Castillo es una de las zonas ganaderas importantes de la provincia.

Los suelos de todos los sectores indicados

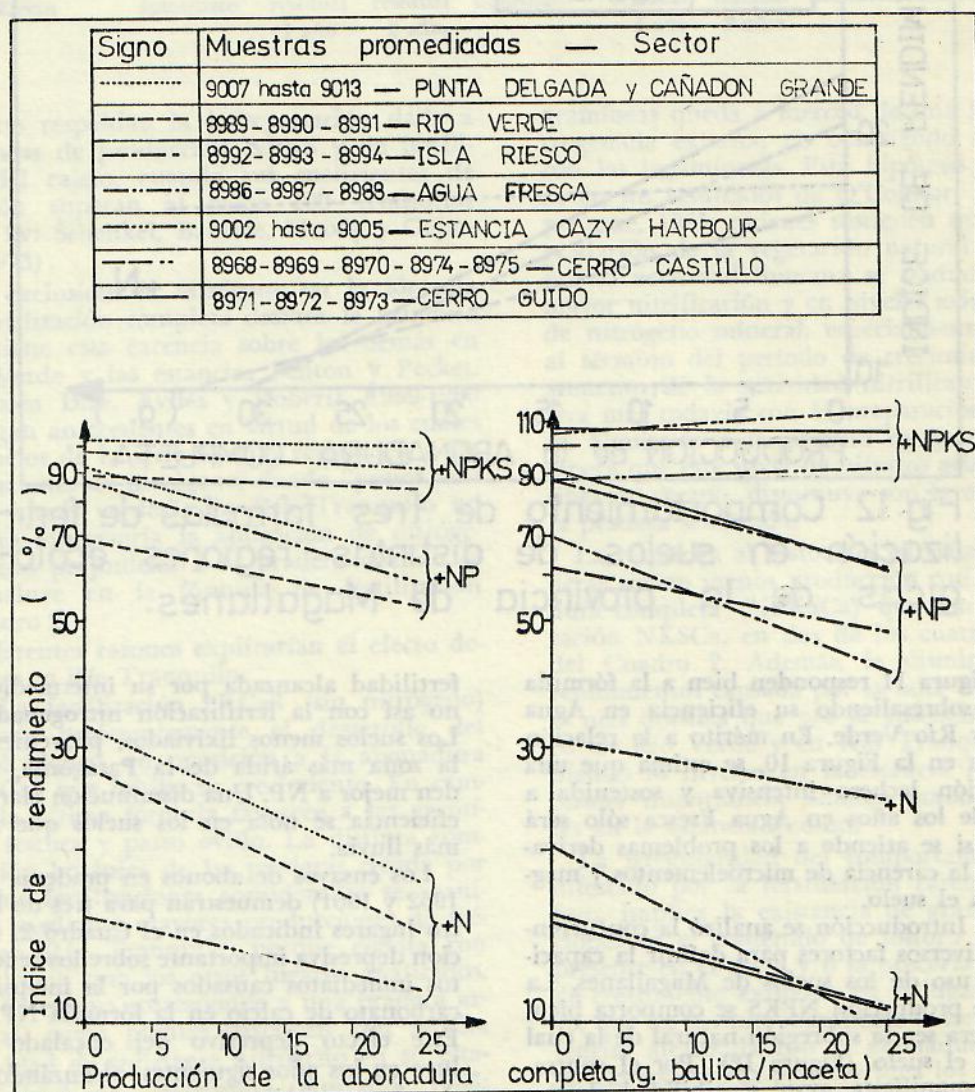


Fig. 11. LINEAS DE PRODUCCION PROMEDIADAS PARA ALGUNOS SECTORES DE LA PROVINCIA DE MAGALLANES.

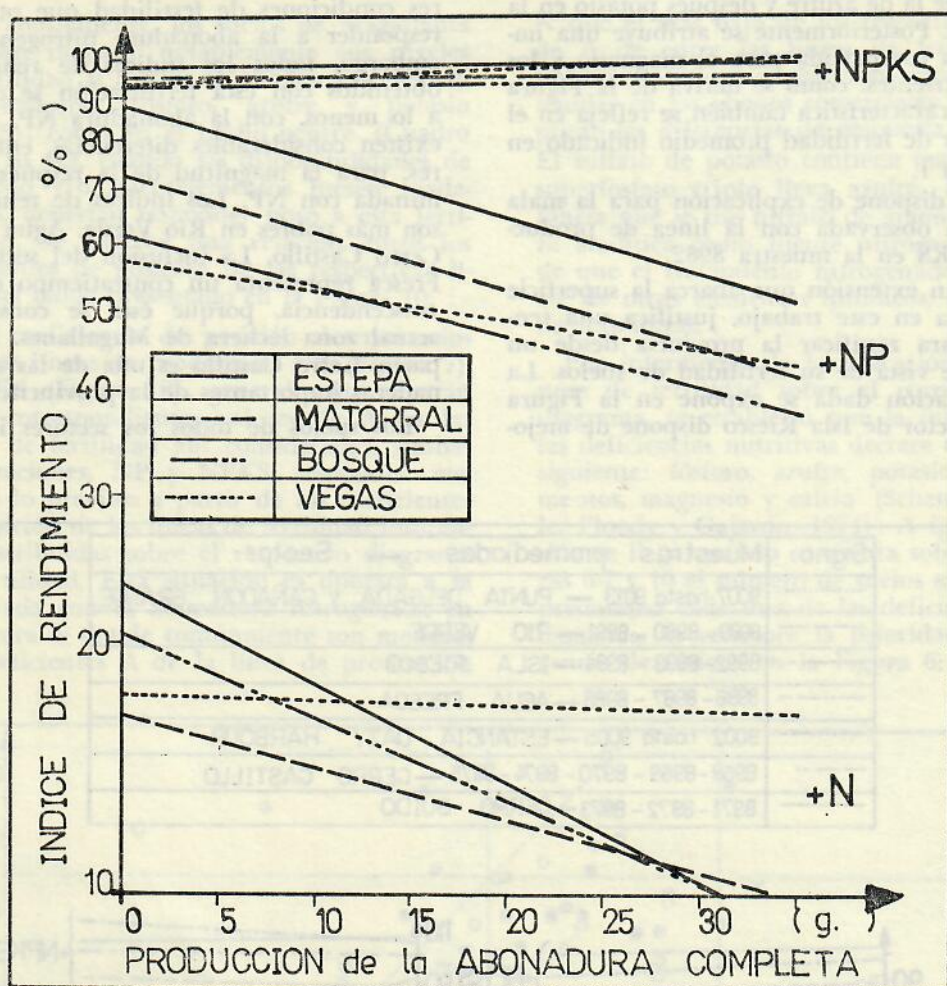


Fig.12 Comportamiento de tres fórmulas de fertilización en suelos de distintas regiones ecológicas de la provincia de Magallanes.

en la Figura 11 responden bien a la fórmula NPKS, sobresaliendo su eficiencia en Agua Fresca y Río Verde. En mérito a la relación indicada en la Figura 10, se estima que una producción lechera intensiva y sostenida a través de los años en Agua Fresca sólo será posible si se atiende a los problemas derivados por la carencia de microelementos y magnesio en el suelo.

En la Introducción se analizó la concurrencia de diversos factores para definir la capacidad de uso de los suelos de Magallanes. La línea de producción NPKS se comporta bien, cualquiera sea la subregión natural de la cual procede el suelo (Figura 12). Por el contrario, se manifiesta gran sensibilidad de las muestras para responder a la abonadura NP, mostrando una diferenciación nítida en la

fertilidad alcanzada por su intermedio, pero no así con la fertilización nitrogenada sola. Los suelos menos lixiviados, provenientes de la zona más árida de la Patagonia, responden mejor a NP. Una disminución clara de su eficiencia se nota en los suelos que reciben más lluvia.

Los ensayos de abonos en praderas (Chile, 1962 y 1961) demuestran para tres de los cuatro lugares indicados en el Cuadro 2, una acción depresiva importante sobre los rendimientos inmediatos causados por la inclusión del carbonato de calcio en la fórmula NPKS Ca. Este efecto depresivo del encalado se diluye en los años siguientes, alcanzándose producciones similares para los tratamientos NPKCaS y NPKS en el segundo año residual en las estancias Fenton y Pecket. Estos ante-

Cuadro 2 — Efecto inmediato y residual de los abonos aplicados sobre praderas en algunos suelos de la provincia de Magallanes.

(Datos de: Chile 1962, Departamento de Investigación Agrícola)

Abonadura	PRODUCCION DE LA PRADERA (ton/ha)							
	Estancia Fenton			Estancia Pecket			Río	Río
				Oazy	Harbour		Tranquilo	Verde
NPK Ca S	4,16	1,34	1,61	11,90	7,74	6,91	19,04	2,35
NPKS	2,69	1,34	1,49	14,24	7,52	7,26	21,76	4,16
NP Ca	3,01	0,90	1,14	11,84	7,52	5,86	16,64	2,83
NK Ca S	3,01	1,31	0,88	10,88	6,66	5,70	19,52	2,93
PK Ca S	1,50	0,82	1,41	9,38	7,36	6,72	24,16	1,23
Testigo	1,95	0,84	1,13	7,78	6,21	6,98	14,24	2,40

Aplicación año	1958	1957	1956	1958	1957	1956	1958	1958
Efecto	inmediato	residual 1 año	residual 2 años	inmediato	residual 1 año	residual 2 años	inmediato	inmediato

cedentes respaldan la interpretación dada a las líneas de producción NPKS y de fertilidad del calcio, cuando sus coeficientes de posición superan al valor 100 (consultar parte xv: Schenkel, Baherle, Floody y Gajardo, 1973).

La exclusión de nitrógeno en la fórmula de fertilización completa destaca la primacía que tiene esta carencia sobre las demás en Río Verde y las estancias Fenton y Pecket. También Díaz, Avilés y Roberts, 1959-1960 entregan antecedentes en virtud de los cuales los suelos de la serie Fenton responden a las aplicaciones de nitrógeno, dando "pastos más altos y más verdes". En Río Tranquilo no sólo es innecesaria la aplicación de nitrógeno, sino perjudicial a la pradera cuando se le incluye en la fórmula de fertilización (Cuadro 2).

Diferentes razones explicarían el efecto depresivo en Río Tranquilo:

1. La fertilización PKCaS (sin nitrógeno) estimula preferentemente el desarrollo del trébol blanco, en oposición a la abonadura NPKCaS que inhibe su crecimiento. En cambio, la última fórmula favorece a las gramíneas festuca y pasto ovillo. La distinta composición botánica de las praderas creada por las dos fertilizaciones consideradas se manifiesta mediante mayores producciones de trébol en Río Tranquilo, porque cuenta con más lluvia que los otros lugares analizados.

2. El ensayo corresponde a una pradera artificial, cuyas plantas disponen con mucha seguridad de suficiente nitrógeno en su estado inicial de desarrollo (Hurtado, 1963; O'Connor, 1965; y O'Connor, Robinson y Corke, 1965). La producción posterior de las

gramíneas queda a merced de una fuente nitrógenada externa, no ocurriendo lo mismo con las leguminosas. Esta hipótesis se ampara en los resultados de O'Connor, Robinson y Corke, 1965, quienes sostienen que "la degradación de la vegetación natural inducida por la actividad humana se traduce en una mayor nitrificación y en niveles más elevados de nitrógeno mineral, especialmente nitrato, al término del período de crecimiento. Este aumento de la actividad nitrificante se acelera más todavía con la preparación del suelo. Siguiendo a la siembra de gramíneas, se espera que este nivel de nitratos acumulado a fines de verano, disminuya con la edad de la pradera sembrada.

La respuesta al fósforo es extraña. Las praderas tienen menos producción con la abonadura completa (NPKSCa) que con la fertilización NKSCa, en dos de los cuatro ensayos del Cuadro 2. Además, la disminución de rendimientos causada por la falta de (K + S) es más drástica que por la ausencia de fósforo en Río Verde y en Río Tranquilo, sucediendo lo inverso en la estancia Pecket. La misma importancia asumen ambos nutrientes en la estancia Fenton.

La irregularidad del comportamiento manifestado por la fertilización carente de fósforo, implica la existencia de grandes variaciones en el contenido de fósforo disponible presente en el suelo y/o la precaria condición de crecimiento existente en el lugar del ensayo, que no permite manifestar la fertilidad potencial alcanzada con la abonadura completa. Corroboran la primera idea los antecedentes analíticos proporcionados por Goić, 1962 y por O'Connor, Robinson y Corke, 1965.

Sin embargo, la variabilidad climática (Almeyda y Sáez, 1958; Díaz, Avilés y Roberts, 1959-1960 y Rodríguez, 1959-1960) es un factor igualmente decisivo, que no descarta la segunda interpretación.

Rodríguez, 1962, muestra que las mismas dosis de fósforo, aplicadas a suelos de distintas partes del país, originan mayores concentraciones de este elemento en el material vegetal cosechado de las macetas con suelo de la provincia de Magallanes. Salgado, 1963, explica esta mayor eficiencia de las plantas en los suelos de Magallanes para utilizar el fósforo aplicado, en base a una más adecuada relación fósforo/aluminio.

CONCLUSIONES

La forma en la cual se distribuyen las líneas de fertilidad sobre el diagrama de fertilidad de los suelos de Magallanes, permite anticipar una escasa respuesta de la abonadura nitrogenada, como efectivamente se comprueba. Ni aun los suelos con mayor riqueza en fósforo mejoran sustancialmente los niveles de fertilidad con N, porque en ellos generalmente se manifiestan muy severas las demás carencias, especialmente azufre y potasio. La única excepción importante procede de Isla Riesco (muestra 8992), porque ella posee más reservas nutritivas de todos los elementos.

Sólo con NPKS se alcanzan valores adecuados de fertilidad, a menos que las muestras sean muy deficientes en magnesio o algún microelemento. Este comportamiento es previsible, porque las carencias corregidas por su intermedio corresponden a las más graves deficiencias nutritivas que afectan a las muestras en estudio. No sucede lo mismo con la abonadura NP, porque su acción queda res-

tringida por las pocas reservas de azufre o potasio.

Los coeficientes de posición de las líneas de producción N, NP y NPKS no son independientes de los respectivos valores de A de algunas líneas de fertilidad. Gráficamente se demuestra que esos coeficientes de las líneas de producción N, NP y NPKS se asocian con los respectivos valores de las correspondientes líneas de fertilidad del fósforo, del potasio o azufre, y del calcio, magnesio o microelementos.

Una sectorización de la provincia revela que los suelos de Río Verde y Agua Fresca se caracterizan por tener la menor respuesta a NPKS. Justamente igual característica asumen esos mismos sectores más Cerro Castillo, con la abonadura NP.

Los menores rendimientos se obtienen con la abonadura nitrogenada en Cerro Castillo, Cerro Guido y Estancia Oazy Harbour. Niveles más elevados de fertilidad se determinan con N en Punta Delgada y Cañadón Grande, y especialmente en Isla Riesco. El mejor comportamiento de la abonadura NP se distingue en Cerro Guido, Isla Riesco, Estancia Oazy Harbour y Punta Delgada más Cañadón Grande.

Cualquiera sea la región natural de la cual procede el suelo, todos responden bien a NPKS. Escasa diferencia se nota en las líneas de producción NPKS para las distintas regiones. Bastante más variación ofrece la respuesta a NP, decreciendo la fertilidad así determinada en el orden siguiente: estepa, matorral, bosques y vega.

También la abonadura nitrogenada acusa diversos niveles de fertilidad, que disminuyen en el mismo orden antes indicado. Los suelos de vega asumen una conducta especial, aunque de escasa respuesta al nitrógeno.

RESUMEN

En ensayos de macetas con 59 suelos de la provincia de Magallanes, Continente, se estudia el comportamiento de las tres fórmulas de fertilización N, NP y NPKS. La interpretación de los resultados se hace mediante el diagrama de fertilidad, usando ballica.

La respuesta obtenida con N es muy pobre, aun en suelos mejor provistos de fósforo. La única excepción la constituye la muestra 8982 de Isla Riesco, por presentar deficiencias menos intensas de todos los nutrientes.

Los índices de rendimiento alcanzados con NP triplican a los obtenidos con N. Este resultado se explica porque por su intermedio se corrige la deficiencia de fósforo, considerada la principal. Si la fertilidad no logra aumentarse más es por la gravedad de las deficiencias de azufre y potasio.

La fertilidad del suelo se eleva con NPKS a niveles próximos a su fertilidad potencial. La menor efectividad se observa en suelos que presentan carencias de microelementos o magnesio.

La predicción del comportamiento que tienen N, NP y NPKS se puede hacer a

partir de su diagrama de fertilidad. Los coeficientes de posición definidos por la línea de producción N son siempre menores que los correspondientes valores de A de la línea de fertilidad del principal elemento carencial. Generalmente ocurre lo inverso con las líneas de producción NP y NPKS, cuando se consideran subsanadas las deficiencias de fósforo y (fósforo + potasio + azufre), respectivamente.

La validez de los resultados discutidos es confirmada con los antecedentes de algunos ensayos de campo.

SUMMARY

The behaviour of three fertilization treatments, N, NP and NPKS was studied in pot experiments with 59 soil samples from the continental part of the Magallanes province. Results are interpreted by the fertility diagram, using ryegrass.

The response to N alone was very poor, even in those soils with a better phosphorus availability. The only exception was sample 8982, from Riesco island, which showed less deficiencies of all the nutrients.

The yield indexes obtained with NP triplicated those with N alone. This is explained since NP corrects the phosphorus deficiency, which is the principal one. Fertility is no further increased as a consequence of the serious sulfur and potassium deficiencies.

The soil fertility is increased with NPKS to levels close to the potential fertility. The smallest efficiency is observed in soils that show micronutrient or magnesium deficiencies.

The prediction of the N, NP and NPKS treatment effect can be made from their fertility diagram. The position coefficients defined by the N production line are always smaller than the corresponding A coefficients from the fertility line corresponding to the main deficient nutrient. The opposite generally occurs with the NP and NPKS production lines, when the phosphorus or (phosphorus + potassium + sulfur) deficiencies are respectively corrected.

The validity of these results is confirmed with the results of some previous field experiments.

LITERATURA CITADA

- ALMEYDA, E. y SÁEZ, 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.
- AUBERT DE LA RUE, E. 1960. Project d'enquete sur les ressources naturelles du Sud du Chili. UNESCO. s/p.
- CONCHA, R. 1969. Establecimiento de praderas en Magallanes. *Simiente* 39 (1/3): 3-7.
- CHILE. 1965. El desarrollo económico-social de la región de Magallanes. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. 323 p.
- . 1962. Departamento de Investigación Agrícola. Memoria Anual 1959-1960. Santiago. Ministerio de Agricultura. Dirección de Agricultura y Pesca. pp. 293-340. (Boletín Especial Nº 12).
- . 1961. Departamento de Investigación Agrícola. Memoria Anual 1958-1959. Tomo I. Santiago. Ministerio de Agricultura. p. 384. (Boletín Especial Nº 7).
- DÍAZ, C., AVILÉS, C. y ROBERTS, R. 1959/1960. Los grandes grupos de suelos de la provincia de Magallanes. *Agricultura Técnica (Chile)*. 19/20: 227-308.
- DOBERTI, E. 1958. Investigación sobre recuperación de suelos ocupados con vegetación arbustiva en Magallanes. Santiago. Universidad Católica de Chile. s/p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- DOBERTI, H. 1968. Contribución al estudio del manejo de praderas artificiales en la provincia de Magallanes. Santiago. Universidad Católica de Chile. 85 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- ESPINOZA, R. 1958. Ensayos con salitre en la pradera magallánica. *Simiente (Chile)* 28 (1/4): 12.
- GOÍĆ, P. 1962. Contenido y fracciones de fósforo en muestras de suelo procedentes de alfalfares chilenos. Chillán, Chile. Universidad de Concepción. 243 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).

- GOLDEY, E. 1960. Botany of southern Chile in relation to New Zealand and the subantarctic. *Proceedings of the Royal Society Series B* vol. 152 (949): 457-475.
- Hurtado, R. 1963. Potasio, nitrógeno y materia orgánica de suelos dedicados al cultivo de la alfalfa. Chillán, Chile. Universidad de Concepción. 295 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- IANSA. 1963/1964. Resultados de la investigación agronómica en remolacha azucarera. Temporada 1963/1964. Santiago, Chile. Industria Azucarera Nacional, Departamento Agrícola. pp. 13-173.
- INIA. 1970. Investigación Agropecuaria. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 446 p.
- KATS, N. 1966. Bogs of the subantarctic and cold-temperate zone of the southern hemisphere. *Soviet Soil Science* Nº 2: 180-188.
- Manakov, K. 1962. Supply of nitrogen and ash elements with the leaf-fall in the forests of the Kola Peninsula. *Soviet Soil Science* Nº 4: 393-397.
- . 1961. Uptake of mineral elements and nitrogen from the soil by plants in the forests of the Kola Peninsula. *Soviet Soil Science* Nº 8: 846-853.
- MIKHAYLOV, I. S. 1970. Mean features of Chilean soils. *Soviet Soil Science* volume 2 (1): 1-7.
- NOVOA, R. 1962. Elementos menores en suelos dedicados al cultivo de la alfalfa. Chillán, Chile. Universidad de Concepción. 268 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- O'CONNOR, K. 1965. The agricultural and pastoral development of Magallanes, Chile, 61 p. (mecanografied report to the Sociedad Explotadora Tierra del Fuego).
- . 1964. Initial report on visit to Magallanes province. 11 p. (mecanografied report to the Sociedad Explotadora Tierra del Fuego).
- , ROBINSON, J. and CORKE, C. 1965. Nitrification in soils of Magallanes province, Chile, in relation to vegetation conditions and land development practices. Guelph, Ontario (Canada). University of Guelph, Department of Microbiology. 15 p. (mecanografied report).
- PETERSON, J. 1962. Contenido de elementos secundarios de muestras de suelo procedentes de alfalfares chilenos. Chillán, Chile. Universidad de Concepción. 235 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- RODRÍGUEZ, D. 1962. Influencia de la fertilización con mono, bi y trifosfato de Ca, K y Na en alfalfa Caliverde sembrada en macetero con cuatro suelos chilenos que presentan dificultades a su establecimiento. Chillán, Chile. Universidad de Concepción. 182 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- RODRÍGUEZ, M. 1959/1960. Regiones naturales de Chile y su capacidad de uso. *Agricultura Técnica (Chile)*. 19/20: 309-399.
- . s/f. Inventario de los recursos naturales bióticos y físicos de la estancia Bories. 79 p. (informe mecanografiado a la Sociedad Explotadora Tierra del Fuego).
- RUDNEVA, Y., TONKONOGOV, V. and DOROKHOVA, K. 1966. Ash elements and nitrogen cycle in the green-moss-spruce stands of the northern taiga in the basin of the Mezen River. *Soviet Soil Science*. pp. 254-265.
- SALGADO, M. 1963. Fracciones de fósforo presente en cuatro suelos empleados para ensayos de maceteros en alfalfa con dosis crecientes de fosfato. Chillán, Chile. Universidad de Concepción. 169 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- 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.
- y BAHERLE, P. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. II. Método usado. *Agricultura Técnica (Chile)*. 31 (1): 9-24.
- , FLOODY, H. y GAJARDO, M. 1974. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XVI. Macronutrientes, provincia de Magallanes. *Agricultura Técnica (Chile)*. 34 (2): 68-83.
- , ———, ——— y ———. 1973. ———. xv. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Chiloé. *Agricultura Técnica (Chile)*. 34 (1): 19-29.
- , ———, ——— y ———. 1971. ———. v. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Malleco. *Agricultura Técnica (Chile)*. 31 (3): 136-142.
- , PINO, E. y FLOODY, T. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. III. Cálculo de las líneas de fertilidad. *Agricultura Técnica (Chile)*. 31 (2): 106-115.
- WRIGHT, CH. 1965. The volcanic ash soils of Chile. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 201 p. (report Nº 2017).