

Uso actual y necesidad potencial de fertilizantes en la agricultura chilena (I)

Elías Letelier A.¹

INTRODUCCION

El uso de fertilizantes es inherente al desarrollo de una agricultura intensiva. Por la pequeñez de su territorio agrícola, Chile debe propender a elevar sus rendimientos agrícolas de modo de abastecerse en forma económica de los alimentos que demanda su creciente población. Por otra parte, el clima chileno favorece la producción de semillas, frutas y vinos de alta calidad, productos cuya exportación tiene un vasto porvenir. Estos dos tipos de factores indican claramente que la agricultura chilena debe intensificarse rápidamente en el próximo futuro, con el consiguiente y necesario incremento en el uso de fertilizantes. Por esta razón, es conveniente estimar con anticipación el monto total de la demanda en fertilizantes que absorberá dicha intensificación agrícola.

Anteriormente se han hecho varios cálculos respecto a la cantidad de abonos que debe consumirse en el país, tomando en cuenta las necesidades de los diversos cultivos. Sin embargo, las cifras obtenidas de estos cálculos son más bien metas, para cuya determinación se consideró, más o menos arbitrariamente, que cierta proporción de agricultores usa fertilizantes en una dosis superior en determinada cantidad al uso promedio actual; para este objeto se tomó en cuenta la relación precio producto/precio fertilizante en el momento de hacer el cálculo. Como dato ilustrativo en el Cuadro 1 se presentan 4 de estas metas comparándolas con el consumo efectivo en el año 1963.

Cuadro 1 — Metas calculadas de consumo de fertilizantes y consumo actual.

ELEMENTO FERTILIZANTE	M E T A S* (TONELADAS)				CONSUMO EFECTIVO, 1963 TONELADAS
	1	2	3	4	
Nitrógeno, N	46.000	50.000	85.000	.	30.900
Fósforo, P ₂ O ₅	70.000	70.000	123.000	163.000	77.000
Potasio, K ₂ O	20.000	15.000			15.100

*METAS:

1. Departamento Investigaciones Agrícolas, 1950.
2. Plan de Desarrollo Agrícola y Transporte, 1953.
3. Elías Letelier y Jorge G. Huidobro, Informe no publicado, 1962.
4. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Informe al Gobierno de Chile, 1963.

Se observa que las metas 1) y 2) han sido superadas por el consumo efectivo en lo que se refiere a fósforo y la meta 2) ha sido superada ligeramente en potasa. Las metas 3) y 4) consultan resultados más recientes de la experimentación; para su cálculo se ha tomado en cuenta, además, la existencia de la bonificación al uso de fertilizantes. A la meta 4) se le da el carácter de necesidades potenciales; sin embargo no toma en consideración la fertilización de praderas que no sean de alfalfa o trébol para heno.

¹Ingeniero Agrónomo, Coordinador de la Línea de Suelos, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Profesor Extraordinario de la Cátedra de Enmiendas y Fertilizantes, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

En el presente trabajo se tratará, más que de fijar una meta, de estimar el consumo potencial de fertilizantes en la agricultura chilena cuando ésta alcance un nivel apropiado de fertilización comparable al de los países europeos.

No escapan al autor ni la dificultad de efectuar una estimación válida, ni tampoco el carácter provisional que necesariamente ella debe tener para una agricultura en desarrollo y que todavía no se encauza por sus rumbos definitivos. Sin embargo, se ha pensado que —aunque provisorio y sujeto a cambios posteriores— un cálculo que indique “grosso modo” la posible cuantía de las necesidades potenciales de fertilizantes en nuestra agricultura, será de utilidad en relación al desarrollo de la futura política de importación y producción de fertilizantes en el país.

Se ha dividido este trabajo en 3 partes bien delimitadas. En la primera, se analiza el consumo actual de fertilizantes en Chile y se compara con el correspondiente de otros países. La segunda parte presenta un resumen de los resultados de la experimentación sobre abonos efectuada en nuestro territorio, con miras a fijar un criterio sobre las necesidades reales de fertilizantes de los diversos cultivos. Por último, en la tercera parte, en base a los resultados experimentales y a las características de los suelos chilenos, se hace el cálculo de la necesidad potencial de los diversos fertilizantes¹.

USO DE FERTILIZANTES EN CHILE

I.— N, P₂O₅, K₂O

En la figura 1 se indica el consumo de fertilizantes en los últimos 14 años. Puede apreciarse que:

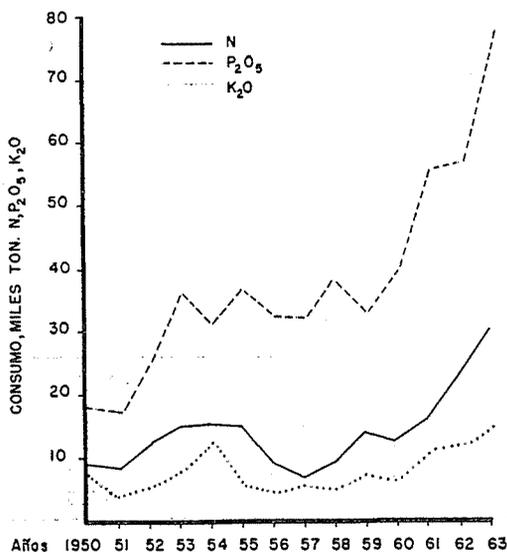


Figura 1 — Consumo de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos en Chile.

tásico y sólo 2.200 Ton. en forma de sulfato y cloruro de potasio, que son los principales abonos potásicos que se importan en el país.

En el Cuadro 2 se compara el consumo de fertilizantes por hectárea en diversos países. El cálculo se ha hecho con dos criterios. En uno de ellos se incluye a las praderas permanentes y en el otro no. Si se incluye, se obtiene la cifra real de consumo por hectárea agrícola en el país respectivo. Pero si se considera que en las Américas, Australia y África existen vastas regiones de praderas de explotación extensiva, en las que por razones ecológicas y económicas el uso de fertilizantes no sería justificable, parece conveniente y más real para esos países no considerar la superficie dedicada a praderas permanentes. Por otra parte, este último criterio distorsiona la cifra de consumo por hectárea en aquellos países que poseen vastas extensiones de

—El consumo de abonos fosfatados siempre ha sido superior al de nitrogenados y el consumo de estos últimos siempre ha sido superior al de los abonos potásicos.

—Ha habido un notable aumento del consumo de fertilizantes en los últimos años.

—El porcentaje de aumento en el consumo ha sido superior para los abonos fosfatados que para los nitrogenados y el de estos últimos ha sido superior que el de los abonos potásicos. Es decir, han aumentado las diferencias relativas entre N, P₂O₅ y K₂O consumidos por la agricultura chilena.

—El consumo de potasa muestra un paralelismo bastante notorio con el de nitrógeno. Esto se debe a que la mayor parte del consumo de K₂O proviene del salitre potásico. Así, por ejemplo, en el año 1959 se consumieron 3.337

Ton. de K₂O en forma de salitre potásico

¹Las partes II y III serán publicadas en números próximos de Agricultura Técnica.

praderas permanentes en condiciones de explotación intensiva, como es el caso de Nueva Zelanda y algunos países europeos (Holanda, Bélgica, Alemania Occidental). Sea cual fuere el criterio que se adopte, el consumo de fertilizantes en Chile queda muy por debajo del que tienen algunos países europeos y asiáticos de condiciones agrícolas semejantes (Francia, Italia, Japón), no obstante ser el consumo chileno uno de los más elevados en América Latina.

Sin duda, una de las causas del bajo consumo de fertilizantes en Chile radica en que la explotación pecuaria se mantiene a un nivel de intensidad bastante más bajo que la producción agrícola. Por ejemplo, en las provincias comprendidas entre Valparaíso y Talca, inclusive, el rendimiento del trigo es aproximadamente de 17 qq/ha. y el rendimiento de la ganadería, expresada en carne de vacuno, puede estimarse en unos 88 Kg/ha¹. Si se supone un rendimiento máximo de trigo alcanzable en condiciones apropiadas en esta zona, de 50 qq/ha. y un rendimiento máximo de carne de 1.000 Kg/ha¹, resulta que los porcentajes actuales de rendimiento con respecto al máximo son un 34% para el trigo y sólo un 8,8% para la ganadería. Por otra parte, buenos fundos productores de carne de vacuno de las provincias centrales tienen un rendimiento de 250 Kg. de carne por hectárea; estos mismos fundos pueden tener un rendimiento de 35 qq/ha. de trigo. Los porcentajes de eficiencia serían de 25% y de 70% para la ganadería y el trigo, respectivamente.

El carácter extensivo de la producción ganadera se manifiesta, entre otras cosas, en un uso muy restringido de fertilizantes en las praderas, las que sólo reciben normalmente la fertilización básica de establecimiento.

En una encuesta efectuada por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Ministerio de Agricultura y Universidad de Chile, el 43% de los agricultores que tenían trigo usó abonos nitrogenados y el 54%, abonos fosfatados. En cambio, en trébol los porcentajes fueron de 11 y 21% para nitrogenados y fosfatados, respectivamente.

Por otra parte, una estimación hecha en 1962 por la Corporación de Ventas de Salitre y Yodo indica las cifras promedio de uso de nitrógeno y fósforo en diversos cultivos (Cuadro 3).

Posiblemente, el único consumo de fertilizantes de alguna significación que hacen las praderas sea el correspondiente al establecimiento, en el caso de praderas artificiales. La fertilización de mantenimiento en praderas temporales o permanentes es una práctica que recién se está iniciando; por otra parte, ella se justifica sólo

Cuadro 2 — Consumo de fertilizantes por hectárea en diversos países en 1962/63*.

PAIS	CONSUMO DE FERTILIZANTES KG. (N + P ₂ O ₅ + K ₂ O)	
	POR HECTAREA AGRICOLA (INCLUIDAS PRADERAS PERMANENTES)	POR HECTAREA BAJO ROTACION Y CULTIVOS PERMANENTES
Bélgica	241	446
Alemania Occidental	182	304
Francia	76	122
Grecia	21	50
Italia	43	57
Holanda	226	518
España	21	36
Dinamarca	138	156
Gran Bretaña	72	194
Yugoslavia	22	39
Suecia	79	86
Costa Rica	24	86
Guatemala	7	10
Honduras	2	8
Estados Unidos	14	34
Argentina	0,1	0,5
Chile	16	17
Ecuador	4	7
Perú	6	63
China, Taiwan	187	190
India	3	3
Indonesia	8	8
Israel	30	85
Japón	234	270
Filipinas	9	9
Congo (Leopoldville)	0,02	0,02
Rhodesia - Nyasaland	1,3	1,5
Africa del Sur	2,6	25
Australia	1,5	22
Nueva Zelanda	22	462

*Calculado de datos del Anuario de Producción FAO, 1963.

¹Peso vivo.

cuando la productividad de la pradera alcanza cierto valor mínimo, es decir, cuando el manejo es suficientemente intensivo.

Si se considera, entonces, que la agricultura intensiva, en Chile, está limitada a la superficie cubierta por cultivos anuales y permanentes y por praderas artificiales en rotación, se puede calcular, un nuevo valor para el consumo de fertilizantes por hectárea, que refleje la magnitud de dicho

consumo en aquella parte del territorio agrícola que está realmente bajo un régimen de agricultura más o menos intensiva. Esta superficie es de aproximadamente 2.900.000 ha. Los consumos resultantes se indican en el Cuadro 4.

Cuadro 4 — Consumo de fertilizantes, Kg/ha.

Nitrógeno	11,4
Anhidrido fosfórico	17,9
Potasa	3,5
Total	32,8

aparta bastante del modelo europeo, es su mala distribución. En efecto, es notorio que tanto el agricultor pequeño como el latifundista emplean muy poco fertilizante. El mediero y el inquilino, que producen una buena parte de la chacarería y hortaliza de la región central, son pobres consumidores de fertilizantes. Otro tanto puede decirse de la mayor parte de los agricultores de la zona de la costa.

Por otra parte, dentro del agricultor mediano, es frecuente encontrar consumos semejantes a los europeos e incluso superiores (caso del fósforo en la región sur). Cultivos remunerados, como el tabaco, raps y remolacha, reciben una abundante fertilización. El Cuadro 5 da una idea aproximada del consumo de fertilizantes en remolacha en Chile y Alemania Occidental.

Los párrafos anteriores indican que la futura expansión del uso de fertilizantes en Chile se logrará más mediante la incorporación de nuevos agricultores a un nivel de agricultura más intensiva y por la intensificación de la ganadería, que por el aumento de las dosis que actualmente se utilizan en los cultivos anuales y permanentes. Esto es especialmente cierto para el caso del fósforo, sobre cuya necesidad el agricultor progresista está consciente; no lo es tanto para el nitrógeno, fertilizante sobre el cual sólo recientemente el sector agrícola chileno está empezando a formarse un concepto de la universalidad de su necesidad y de la elasticidad que permite su dosificación, cuando no existen otros limitantes de la productividad.

Es interesante comparar la proporción en que se usan en Chile los elementos fertilizantes principales, con la que prevalece en otros países. Esta comparación se efectúa en el Cuadro 6. La proporción en que se utilizan los elementos fertilizantes en los diversos países son consecuencia de un conjunto de circunstancias, entre las que se cuenta, no sólo la calidad de los suelos, sino también el tipo de agricultura (Australia, Nueva Zelanda) e incluso, sin duda, factores de índole comercial. Dentro de los países de agricultura diversificada es Chile el que consume una mayor proporción de abonos fosfatados; en este caso, los motivos son bastante

Cuadro 3 — Estimación del uso de fertilizantes en diversos cultivos.

CULTIVOS	NITROGENO KG/HA.	ANHIDRIDO FOSFORICO, KG/HA.
Cereales	6	22
Chacarería	3	12
Cultivos industriales	14	29
Viñas y frutales	24	16
Praderas	0,5	0,7

Esta cifra se asemeja bastante al consumo indicado en la segunda columna del Cuadro 2 para los países mediterráneos (España, Italia, Grecia y Yugoslavia). Debe recordarse, sin embargo, que en estos países se aprovecha en mucho mejor forma el estiércol que en Chile.

Una característica importante del consumo de abonos en Chile, que lo

Cuadro 5 — Estimación comparativa del consumo de fertilizantes en remolacha en Chile y Alemania Occidental.

FERTILIZANTES	CONSUMO KG/HA.			
	CHILE			ALEMANIA OCIDENTAL
	LINARES	BIO-BIO	LLANQUIHUE	
N	80	110	80	160
P ₂ O ₅	180	200	400	60
K ₂ O	50	70	120	180

Cuadro 6 — Proporción en que se usan los fertilizantes principales en diversos países*.

PAIS	CONSUMO RELATIVO (N = 1)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bélgica	1	1,1	1,7
Alemania Occidental	1	0,9	1,4
Francia	1	1,5	1,3
Grecia	1	0,9	0,1
Italia	1	1,0	0,4
Holanda	1	0,3	0,4
España	1	0,9	0,3
Dinamarca	1	0,8	1,2
Gran Bretaña	1	0,8	0,8
Yugoslavia	1	0,8	0,6
Sucia	1	0,9	0,8
Costa Rica	1	1,3	0,5
Guatemala	1	0,4	0,3
Honduras	1	0,1	0,2
Estados Unidos	1	0,8	0,1
Argentina	1	0,3	0,2
Chile	1	1,6	0,3
Ecuador	1	0,8	0,6
Perú	1	0,5	0,1
China, Taiwan	1	0,3	0,2
India	1	0,2	0,1
Indonesia	1	0,5	0,01
Israel	1	0,6	0,1
Japón	1	0,7	0,8
Filipinas	1	0,5	0,7
Congo (Leopoldville)	1	0,3	0,1
Rhodesia - Nyasaland	1	0,8	0,6
Africa del Sur	1	2,1	0,6
Australia	1	17,5	1,0
Nueva Zelandia	1	38,7	8,3

*Calculado de datos del Anuario de Producción FAO, 1963.

2.—CAL.

El consumo de enmiendas calcáreas ha decaído notablemente en los últimos años, como se indica a continuación:

AÑO	CONSUMO DE ENMIENDAS CALCÁREAS EN TON. CaO	AÑO	CONSUMO DE ENMIENDAS CALCÁREAS EN TON. CaO
1946	30.000	1960	15.740
1956	39.088	1961	13.720
1957	19.759	1962	10.035
1958	17.478	1963	15.421
1959	14.774	1964	10.377

La casi totalidad del consumo corresponde a enmiendas neutralizantes; el consumo de yeso corresponde a menos del 5% del total.

claros y se fundamentan principalmente en la extraordinaria necesidad de fósforo de los trumaos (suelos de ceniza volcánica) que constituyen uno de los principales suelos agrícolas del país. La proporción en que Chile consume potasa es baja en relación a los países norte-europeos; por otra parte, la mayor parte de los países mediterráneos y Holanda consumen potasa en una proporción semejante o inferior a la de Chile.

La cantidad absoluta y la proporción de los diversos fertilizantes es muy variable en Chile, según las regiones. En general, la cantidad y proporción de Nitrógeno disminuye notablemente desde las provincias centrales hacia el sur del país; lo contrario sucede con el fósforo. Como ejemplo, se indican en el Cuadro 7 las cifras correspondientes a los años 1960 a 1963.

Cuadro 7 — Consumo de fertilizantes en el período 1960 a 1963.

PROVINCIA	CONSUMO POR HECTAREA AGRICOLA (INCLUIDO PRADERAS PERMANENTES) KG/HA.		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Santiago	13,6	20,2	6,1
Linares	14,9	18,8	2,8
Osorno	2,2	28,1	2,0
Llanquihue	3,6	33,1	7,2

La proporción de consumo P₂O₅/N en Santiago es de 1,5, y de 12,7 en Osorno.

El consumo de cal en el quinquenio 1960/64, expresado en consumo por hectárea en las mismas formas usadas más arriba para N, P_2O_5 y K_2O es el siguiente:

En el total de la superficie agrícola	2,2 Kg. CaO/ha.
En la superficie bajo rotación y cultivos permanentes	2,4 Kg. CaO/ha.
En la superficie con cultivos y praderas artificiales en rotación	4,5 Kg. CaO/ha.

Si se recuerda que las enmiendas calcáreas se aplican en dosis de 500 a 2.000 Kg/ha (es decir, unos 200 a 800 Kg. de CaO), se comprenderá que el promedio de consumo indicado más arriba significa que el encalado es actualmente una práctica excepcional en la agricultura chilena.

Por otra parte, el consumo de enmiendas calcáreas es muy variable, sin que ello obedezca a razones fundamentadas. Así, por ejemplo, en una encuesta efectuada en 50 fundos de buen nivel técnico de Bío-Bío al sur, se encontró que las dosis medias anuales de encalado variaban entre 0 y 3.000 Kg. de carbonato de calcio. Esta variabilidad persistía aún dentro de cada cultivo: en remolacha las aplicaciones variaban entre 80 y 2.000 Kg. por hectárea y en praderas, entre 80 y 3.000 Kg/ha.

Debe tomarse en cuenta que el calcio —como nutriente— se aplica en bastante mayor cantidad en forma de abonos fosfatados que en forma de enmiendas calcáreas; en 1963 la aplicación de calcio en esta forma fue de, por lo menos, 40.000 toneladas de CaO. Es probable que este calcio tenga también un moderado pero permanente efecto neutralizante sobre los suelos del sur del país.

3.—ESTIERCOL

El buen manejo y utilización del estiércol y, en general, de las deyecciones de los animales domésticos, tienen gran importancia para la fertilidad del suelo, pues los animales devuelven en esta forma la mayor parte de los elementos nutritivos que consumen. Para el caso del nitrógeno, la importancia de esas deyecciones es mucho mayor, pues sólo a través de ellas es posible incorporar eficientemente a la agricultura el nitrógeno fijado por los nódulos de las leguminosas. Este nitrógeno es teóricamente suficiente para proveer todas las necesidades de una agricultura regularmente intensificada. Además, se reconoce generalmente al estiércol un valor movilizador de la fertilidad del suelo, a través de la activación que provoca en la vida microbiana.

Teniendo en cuenta que cada animal vacuno adulto devuelve anualmente en sus deyecciones aproximadamente 98 Kg. de N, 22 Kg. de P_2O_5 y 47 Kg. de K_2O ; que el número de unidades animales "equivalente" en Chile es de 4.518.000 y efectuando las correspondientes transformaciones (1 unidad equivalente = 1,25 vacunos), se llega a las siguientes cifras aproximadas de devolución anual en las deyecciones de los animales domésticos: Nitrógeno, N, 550.800 toneladas; Fósforo, P_2O_5 , 120.000 toneladas; Potasa, K_2O , 260.000 toneladas.

Estas cifras son muy superiores para el nitrógeno y la potasa que los correspondientes aportes en forma de abonos minerales, y señalan la importancia potencial que podría tener un buen aprovechamiento del estiércol (deyecciones y paja) y otros residuos de la agricultura.

Desafortunadamente, no existen estudios que permitan evaluar las eficiencias del aprovechamiento de estos subproductos en nuestra agricultura, de modo que sólo es posible proporcionar datos muy generales basados en la observación. Existe en este aspecto una gran variabilidad, posiblemente superior aun a la indicada para los fertilizantes minerales y la cal. En las provincias desérticas del norte y en menor grado en Atacama y Coquimbo, es tradicional el buen aprovechamiento del estiércol. En cambio, en las provincias centrales es raro observar fundos en que el estiércol se aproveche debidamente; además, su tratamiento y aplicación se hacen generalmente en forma defectuosa, seguramente con pérdidas importantes de nitrógeno y potasa.

Hacia las provincias del sur se encuentra una mayor cantidad de fundos, especialmente dentro de los de superficie mediana, en los que se hace un aprovechamiento más efectivo del estiércol.

Sin embargo, en general, tanto en las provincias centrales como en el sur, se puede decir que el aprovechamiento del estiércol es muy inferior al que debe esperarse en una agricultura intensiva. Una estimación digna de crédito indica que en Chile se aplica estiércol a una superficie de 10% del terreno cultivable, cuando en agricultura intensiva esta cifra debe ser de un 33%.

Lo indicado en los párrafos anteriores se refiere especialmente al aprovechamiento de las deyecciones en forma de estiércol, es decir, como un producto mixto de dichas deyecciones y de la cama del establo. Sin embargo, una gran parte de las deyecciones de los animales domésticos cae en el potrero y la proporción que tiene este destino es seguramente mucho mayor en Chile que en los países europeos. Como la ganadería en Chile es más extensiva que en Europa, los potreros son más grandes y la distribución de las deyecciones es muy desuniforme; esta desuniformidad conduce también a un bajo aprovechamiento de los nutrientes recuperados.

Posiblemente, el estiércol mejor aprovechado en Chile es el de gallinas. Este estiércol es objeto de un comercio regular y una gran parte de él es utilizado en las viñas de la zona central. Mediante el uso de este estiércol se recupera una buena parte de los nutrientes retirados del suelo por el maíz y otros granos y se aporta fertilidad proveniente del mar a través de la harina de pescado.

Para la existencia de aves domésticas en Chile, que es aproximadamente 8 millones, se puede estimar la devolución de nutrientes por medio de sus deyecciones en las siguientes cifras: 1.400 toneladas de N, 1.150 toneladas de P_2O_5 y 570 toneladas de K_2O .

Por cierto, estas cifras son teóricas. En la práctica disminuyen bastante por las pérdidas durante el tratamiento y conservación del producto.

LITERATURA CONSULTADA

1. BAER, E. v. Más Humus y Forraje. Memoria y Recopilación de Conferencias dictadas con ocasión de la Asamblea General de la Asociación de Agricultores "Dr. Bertram Kalt", efectuada en Puerto Varas en agosto de 1954. Puerto Varas, 1954.
2. DIVISIÓN AGRÍCOLA CONJUNTA CEPAL/FAO; Banco Interamericano de Desarrollo. Investigación sobre el Uso de Insumos en la Agricultura, 2. Fertilizantes. Santiago, 1964.
3. INDUSTRIA AZUCARERA NACIONAL. Comunicación personal, 1965.
4. LETELIER, E. y GARCÍA HUIDOBRO, J. Informe inédito, Santiago, 1962.
5. LÜDECKE, H. Zuckerrübanbau, Hamburgo, 1953.
6. MINISTERIO DE AGRICULTURA y CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN. Plan de Desarrollo Agrícola y Transportes. Santiago, 1954.
7. — Programa Nacional de Desarrollo Ganadero, 1961-1970, 2 vols. Santiago, s. f.
8. MINISTERIO DE AGRICULTURA, Departamento de Defensa Agrícola. Comunicación personal, 1965.
9. — Departamento de Economía Agraria. La Agricultura Chilena en el Quinquenio 1956-1960, Santiago, 1963.
10. — Departamento de Investigaciones Agrícolas. 7 años de Investigación Agrícola, Memoria del ex Departamento de Genética y Fitotecnia, 1940-1947, Santiago, 1950.
11. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Anuario de Producción, 1963, vol. 17, Roma, FAO, 1964.
12. — Necesidades Presentes y Futuras de Abonos Fosfatados. Informe al Gobierno de Chile, Roma, FAO, 1963.
13. RATHSACK, KARL. El Régimen Nutritivo de los Suelos del Sur de Chile. Memoria y Recopilación de Conferencias dictadas con ocasión de la Asamblea General de la Asociación de Agricultores "Dr. Bertram Kalt", efectuada en Temuco en agosto de 1962, p. 5-16. Temuco, 1962.
14. SEPÚLVEDA, NORMA. Comercialización de Fertilizantes en Chile. Tesis para título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Santiago, 1965.
15. THE UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil, The 1957 Yearbook of Agriculture, Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1957.