

DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

de la

Universidad de Concepción (Chile)

Director: Dr. G. H. Schwabe

Aportes a la ecología regional

(Con 5 tablas y 2 figuras)

por

G. H. Schwabe

La producción biótica dirigida por el hombre se encuentra actualmente ante una bifurcación del camino de su desarrollo. Dos visiones marcan los posibles extremos de la situación futura: o una producción industrializada al máximo y basándose en la propagación gigantesca de algas unicelulares del agua dulce y en la generación de otras vegetales en invernaderos del sistema hidropónico (cultivos en soluciones acuosas) o la recuperación paulatina y penosa de la fertilidad original de la tierra por medio de una economía armonizada con las condiciones originales de la región. Al cuadro de la primera visión pertenecen tanto las flotas de buques fábricas en la pesca de alta mar, como los desiertos que circundan los centros de la producción industrial. En el otro cuadro son esenciales los crecientes desempeños de combinar sistemáticamente la explotación de la tierra y de las aguas con la protección y conservación efectiva de su productividad.

Dichas perspectivas se imponen al observador inevitablemente debido a ciertos desarrollos contradictorios entre sí, los que caracterizan la actualidad: la población humana creciente y el aumento absoluto y relativo de las exigencias alimenticias e industriales en materias biógenas que se enfrentan a un descenso progresivo de la productividad, sobre todo de la tierra cultivada. Se subentiende que la alternativa expuesta más arriba es, en la forma indicada, más teórica y exaltada, y la realidad tratará de encontrar un compromiso entre los dos extremos. Sin embargo, será de importancia decisiva en qué grado y a cual extremo se inclinará nuestro futuro. En el caso probable que no se realice la uniformación planetaria de la producción biótica, se subentiende que el problema mundial mencionado presenta tanto aspectos generales como netamente regionales.

Dentro de este concepto desempeñará un rol específico la ecología aplicada regional, la que se preocupa de averiguar las características cuantitativas y sobre todo cualitativas de la productividad biótica bajo las condiciones originales del lugar. En realidad se constata la creciente tendencia de la investigación científica a dedicarse a este campo. Puesto que tal desenvolvimiento continuará, es de esperar que justamente nuestro país ocupe un lugar preponderante dentro de este ramo, pues ofrece, cual un laboratorio especial de la naturaleza, un número extraordinario de peculiaridades únicas. Ya pudimos señalar en varias ocasiones una serie de "chilenismos" de la naturaleza (4). En vista de que aumenta todavía el número de tales fenómenos observados se tratará este tema más tarde en conjunto y se presentará en las páginas siguientes sólo unos pocos datos para ilustrar la acción de ciertas características ambientales en la producción vegetal de nuestra región.

Las malezas más frecuentes e importantes del sur de Chile se destacan por una serie de cualidades bien pronunciadas, las cuales corresponden a las características ecológicas de la región.

a) Raíces profundas (Rubus, Rosa, Echium, Cichoria, Galega, etc.) permiten soportar sequías estivales y asegurar igualmente un abastecimiento mineral completo, no obstante el empobrecimiento de los horizontes superficiales.

b) Proveniencia de Europa Central o de latitudes geográficas mayores, lo que se constata por la mayoría de las malezas importantes. Este hecho corresponde al clima regional de temperatura y a la discordancia climática típica del país (5).

c) Tendencia a una productividad extraordinaria, inducida por factores climáticos, sobre todo condiciones de temperatura, de radiación solar y prolongación del período vegetativo. Bien conocido al respecto son la zarzamora (Rubus sp.), Rosa, Echium, Chrysanthemum leucanthemum y Galega.

Ya estas observaciones preliminares indican que un estudio más completo de las malezas y de su ecología y sociología promete resultados de interés práctico, pues se subentiende que las plantas de cultivo están sometidas a las mismas leyes ecológicas que las malezas. En realidad, se conocen varias plantas de cultivo que se comportan de manera parecida. Entre ellas figura principalmente la **remolacha azucarera** (*Beta vulgaris altissima*). Esta planta alcanza dentro de nuestra región rendimientos sorprendentes y, como varias malezas, marcadamente mayores que en su país de origen. Analizando las experiencias en su cultivo, recolectadas por la Corporación de Fomento y comunicadas en los informes respectivos se desprenden en concordancia con nuestras observaciones al respecto varias conclusiones más generales.

Factores minerales.—En proporción a su productividad suelen aumentar las exigencias minerales de la planta. La remo-

lacha azucarera es por lo tanto, debido a su alto rendimiento, un indicador bastante sensible de deficiencias o carencias minerales. Los resultados de cultivo confirman claramente para vastas zonas del sur en primer lugar las deficiencias de fosfatos adquiribles tanto en el horizonte superficial como en capas más profundas del suelo. Las reacciones altamente favorables de la aplicación de abonos orgánicos (guano de establo) se deben sin duda a un complejo muy discutido de varios factores, entre los cuales figuran también influencias en el abastecimiento mineral. Además se supone que en el caso de la remolacha posiblemente el abono orgánico por intermedio del aumento de la fermentación edáfica podría actuar como donador de bióxido de carbono para la asimilación, pues en las condiciones regionales de temperatura e insolación el abastecimiento de este gas se encuentra a menudo en el mínimo.

En comparación con los resultados obtenidos con fosfatos y abonos orgánicos, los efectos de abonos de potasa y nitrógeno son generalmente y en toda región bastante reducidos. Pero al mismo tiempo se confirma en toda la región que los suelos trumao carecen a veces de elementos menores hasta la fecha no determinados, los cuales se pudo introducir eficazmente, abonando con ceniza de madera (o de rumas) o con yeso (Tabla 1). La ceniza de madera, cuyo valor fertilizante es bien

ENSAYO	a	b	c	d	e	f	g
1. 2.500 kg. guano rojo	102.000	612	292	320	1.10	16.5	44
ídem + ceniza	114.000	1475	715	760	1.06	17.3	124
aumento: %		141.0	144.9	137.5			
2. 4.000 kg. guano est.	80.000	1254	694	560	0.81		
ídem + ceniza ruma	74.000	1585	775	810	1.05		
aumento: %		26.4	11.7	44.7			
3. sin yeso, 12.3.51	71.000	156	84	72	0.86	16.6	14
con yeso, 12.3.51	76.000	481	245	236	0.96	20.7	50
aumento: %		208.3	191.7	227.8			
sin yeso, 16.4.51	71.000	151	82	69	0.84	15.4	13
con yeso, 16.4.51	75.000	562	334	228	0.68	20.4	68
aumento: %		272.2	307.3	230.4			
con yeso, 9.5.51	70.000	778	468	310	0.66	16.6	75

TABLA 1.—Influencias de ceniza de madera y de yeso en la productividad de la remolacha azucarera, según informe de la CORFO 1950/51 (E. Moller A.). Explicaciones: Las cantidades de guano rojo y guano de establo resp. indicadas en la primera columna se refieren a una superficie de una hectárea. Las otras columnas presentan los datos siguientes:

- a) Número de plantas por ha.
- b) Peso de plantas limpias en qq por ha (1 qq = 100 kgs).
- c) Peso de raíces limpias en qq por ha.
- d) Peso de hojas limpias en qq por ha.
- e) Cuociente c:d.
- f) Contenido en azúcar de la raíz en porcientos
- g) Rendimiento de azúcar por ha en qq.

conocido, contiene tantos elementos diferentes que no valdría la pena de discutir en detalle su posible función, sin tener a disposición los datos analíticos y resultados de ensayos comparativos. Sin embargo, nuestras experiencias en varios cientos de parcelas pequeñas, abonadas con sales puras y combinaciones en las provincias de Bío-Bío, Malleco y Cautín nos hacen suponer que el efecto fertilizante constatado en la remolacha se debe a un conjunto de varios elementos. Además, se estima que se trata preferentemente de los factores minerales, los que están expuestos en mayor escala al lavado (lluvias invernales) o a la fijación fisiológicamente irreversible en las capas superficiales del suelo y los que por lo tanto, están en mayor escala disponibles para los árboles y arbustos con su rizósfera más profunda. También el yeso comercial aplicado en la abonadura contiene tantas impurezas que los resultados hasta la fecha obtenidos no permiten conclusiones definitivas respecto a los elementos más eficaces. Es bien posible que el ion sulfato actúe como disolvente liberando elementos anteriormente fijados en el suelo. Parece muy indicado realizar las insinuaciones de **E. Moller (2)** de seguir en mayor escala experimentos de abonadura con yeso no sólo en el cultivo de la remolacha, sino que también en otros.

Para los primeros dos ensayos expuestos en la Tabla 1 se indica solamente que se trata de suelos trumao del sur sin dar detalles de su ubicación. El tercer ensayo se realizó en el fundo Rinconada de Crucero y es de valor especial, pues se trata de un cultivo perfectamente bien preparado y abonado con guano de establo y un exceso de fosfato. Los factores minerales todavía no determinados no sólo originan un aumento considerable del rendimiento (hasta 272,2%), sino que influyen también cualitativamente en la fisiología y morfología de la planta (proporción numérica entre el peso de la raíz y de las hojas).

A causa de sus grandes exigencias minerales es la remolacha azucarera la primera planta de cultivo en la cual se constató experimentalmente la necesidad de abonadura con boro. En vista del crecimiento extraordinario de esa planta en nuestra región, no sorprende que pudimos constatar ya hace más de un año y con bastante frecuencia, pudrición del corazón, consecuencia típica de la deficiencia de boro en muchos cultivos de la provincia de Bío-Bío y más al sur.

La afección y necrosis posterior del cono vegetativo.—En la betarraga azucarera, generalmente signo típico de deficiencia de boro, parece ser a veces un fenómeno de valor ecológico regional. Conforme a amplias discusiones en la literatura al respecto y considerando algunos resultados negativos de abonadura con boro en la remolacha azucarera afectada por pudrición típica de corazón, se supone que pueden participar también otros factores en la formación de este síndrome. Además llama la atención el hecho que justamente en las provincias de Bío-Bío y Malleco frecuentemente se observan fenómenos de necrosis en los conos vegetativos de varios árboles con crecimiento general muy bueno (*Pinus radiata*, *Cupressus*, *Euca-*

lyptus, árboles frutales). Posiblemente se deben estos procesos a la acción continuada de varios factores (exigencias estacionales de agua y de ciertos elementos minerales). Tanto la beta-rraga como los árboles mencionados presentan un buen desarrollo inicial y los árboles hacen resaltar las afecciones mencionadas después de varios años de crecimiento normal. Las observaciones al respecto se continúan.

Prolongación del período de vegetación.—Tanto en la remolacha azucarera, como en la zarzamora y en otras malezas resistentes, la productividad aumenta considerablemente debido a la prolongación del período de vegetación en relación con las condiciones en sus países de origen (Tabla 2). Se expre-

	n	b	c	d	e	f	g
Araucanía	12	994	568	420	0.74	15.9	90
Los Lagos	24	917	484	443	0.90	15.8	76
Sur total	150	660	364	296	0.81	15.85	57.5
Alemania	—	525	300	225	0.75	16.7	50

TABLA 2.—Diferencias regionales de la productividad de la remolacha azucarera, según datos del Informe de la CORFO 1950/51 (E. Moller A.).

Explicaciones: La región Araucanía comprende las provincias Arauco, Malleco y Cautín; la región Los Lagos incluye Valdivia, Osorno, Llanquihue y Chiloé; los números ref. Alemania corresponden al término medio de la práctica. Las columnas verticales presentan los datos siguientes: n) número de cultivos controlados en 1950/51.

b) a g) véase explicaciones en Tabla 1.

sa en estos fenómenos la capacidad específica de la planta de asimilar todavía en temperaturas relativamente bajas con tal intensidad, que la producción de materias orgánicas sobrepasa las pérdidas causadas por la respiración (Tabla 3). En es-

	0°	+10°	+20°	+30°	+40°
papa	0.9	4.2	9.5	4.6	negativa
tomate	3.3	6.0	8.4	3.9	„
remolacha azucarera	3.0	6.0	8.5	7.0	3.8
poroto	1.6	2.3	4.6	6.5	4.8

TABLA 3.—Intensidad de la asimilación en mg CO₂ por 50 cm² de la superficie de la hoja por hora en relación a la temperatura, según Lundegardh, l. c. pág. 121.

ta tabla resalta que la remolacha goza entre las plantas enumeradas de las mayores ventajas no sólo por su asimilación positiva en temperaturas bajas, sino también por su capacidad de mantener valores positivos de producción en temperaturas elevadas, en las cuales la respiración p. ej. del tomate y de la papa ya sobrepasa la asimilación. El ensayo N^o 3 expuesto en la tabla 1, fig. 1, confirma a base de las tres cosechas de Marzo,

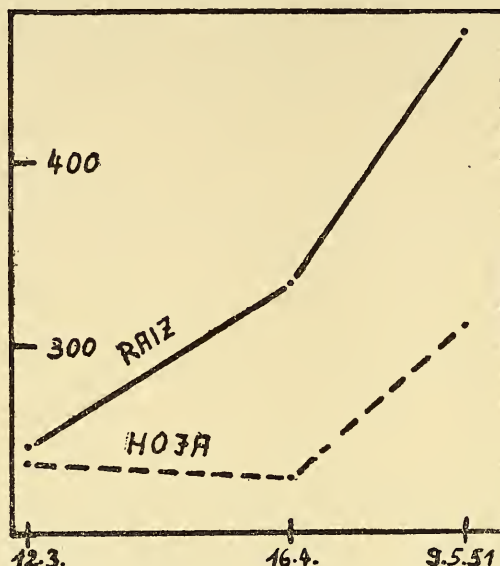


FIG. 1.—Ritmo de crecimiento de la remolacha azucarera expresado por peso de cosecha (100 kgs. por ha.) en tres fechas. Ensayo N^o 3 "con yeso" de la tabla 1.

de Abril y de Mayo que la remolacha y sobre todo su raíz sigue aumentando su peso y con esto, por consiguiente, el rendimiento por unidad de superficie, siempre que disponga del abastecimiento adecuado en materias alimenticias ("con yeso" y "sin yeso").

De manera parecida se comporta aparentemente la zarzamora. Se estima que se debe respetar en la selección y adaptación de plantas de cultivo de origen extranjero estas calidades fisiológicas y sobre todo el comportamiento del punto de compensación, o sea, los límites de la asimilación positiva en relación a la respiración. Estos límites característicos de la especie están fijados de manera bastante compleja e incluyendo varios máximos distintos de asimilación por tres factores: temperatura, radiación solar y reservas disponibles de bióxido de carbono.

Factores peculiares del clima.—Se intercala en este nexo fisiológico el carácter especial del clima regional. Debido a la

discordancia del clima de Chile (5, 6) las noches suelen ser relativamente frías, lo que significa una disminución correspondiente de la respiración durante el período sin asimilación y por lo tanto un aumento indirecto de la producción vegetal.

La peculiaridad mencionada del clima chileno trae consigo que los procesos del enfriamiento y del calentamiento de la planta y de su ambiente en el período de día y de noche dependen en mayor grado de fenómenos de radiación. Por eso se forman estructuras microclimáticas muy pronunciadas, dependientes de condiciones de radiación e influenciando de manera correspondiente la productividad biótica y la ecología local. Observaciones ocasionales hacen suponer que los paisajes cultivados de la región disponen p. ej. de muchos "lagos de aire frío", que se forman durante noches claras y se registran por nieblas y desplazamientos atmosféricos locales. Se subentiende que tales circunstancias influirán sensiblemente en la productividad local.

Factores del suelo.—Con esto se toca de nuevo el rol del suelo en la producción biótica regional. Para poder reconocer las influencias directas del clima en ella es indispensable conocer y respetar el rol de los factores edáficos en la misma.

Partiendo de investigaciones sobre deficiencias minerales en nuestros suelos cultivados se han realizado varias series de ensayos de abonadura durante los dos últimos años. Como era de esperar, los resultados obtenidos defieren profundamente de un lugar a otro, no obstante que carencias de algunos elementos (Mn, Cu, Mg, B) parecen más frecuentes y generales en la región. Para poder presentar a su debido tiempo un cuadro más sistemático al respecto, el Departamento de Ecología está recolectando un mayor material correspondiente.

Sin embargo, se puede constatar en el presente que en casos típicos de deficiencias minerales en el suelo, muy raras veces se obtiene un éxito completo por aplicación de un solo elemento, en cambio complejos naturales (escorias, cenizas, etc., pág. 172) o combinaciones (abonos combinados) provocan aumentos significativos y hasta muy marcados del rendimiento. Como ya se expuso en varias ocasiones, se supone que procesos de la extracción acuosa y de la precipitación mineral afectan generalmente varios elementos simultáneamente en una escala bastante superior a las pérdidas minerales causadas por cosechas.

El ensayo incompleto y expuesto en las tablas 4 y 5 y en la figura 2 ilustra en cierto grado la situación mencionada.

Este ensayo se realizó con la cooperación activa del señor administrador de la Hacienda San José de Bío-Bío, Sr. Dn. Enrique Westermeyer. El campo presenta poco declive hacia el norte. El suelo trumao oscuro se encuentra en el mejor estado de labranza y muy bien abonado. El precultivo consistió en remolacha azucarera. Los abonos aplicados en el ensayo son:

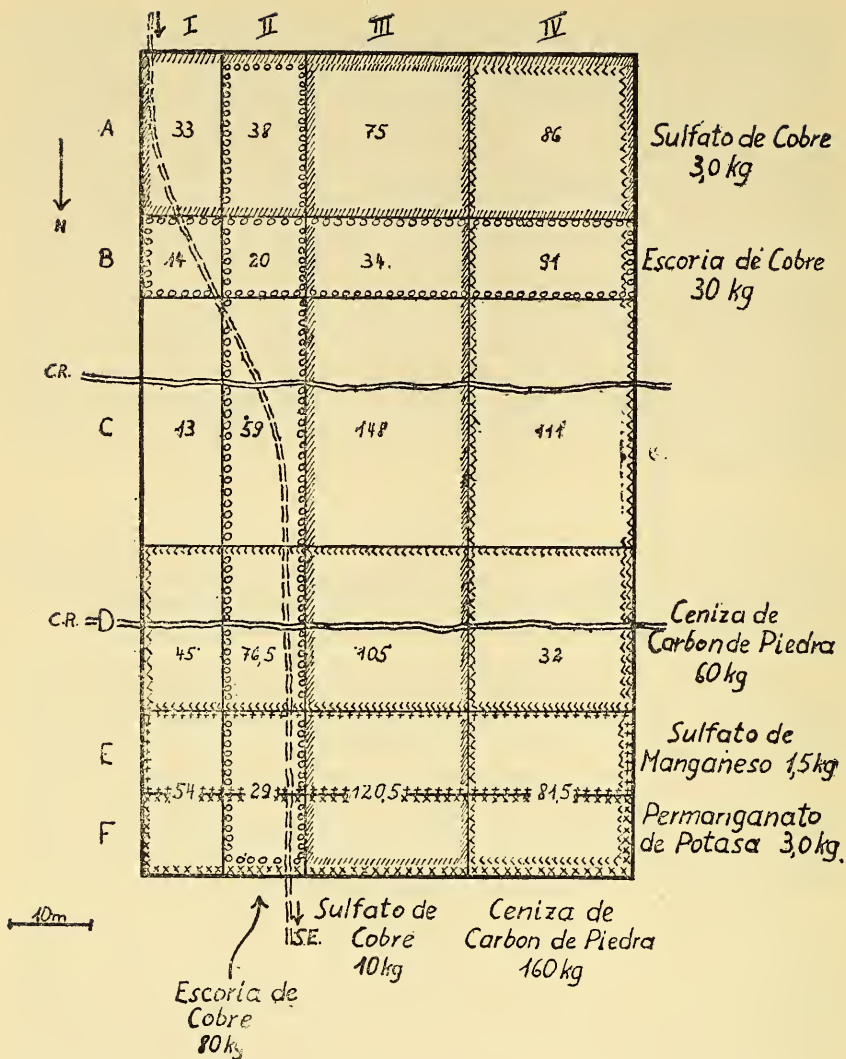


FIG. 2.—Esquema del ensayo San José de Bío-Bío en fajas cruzadas, 1951: C. R. = canales de riego; S. E. = surco de erosión; los números en las parcelas indican la cantidad total de grano de trigo cosechado en ellas. Detalles véase en el texto y tabla 4. (La figura expone sólo la mitad Este del ensayo).

1. Sulfato de cobre comercial molido.
2. Escoria de cobre proveniente de depósitos históricos en la playa de Lota con un contenido de cobre de 0,5% y de materia insoluble en agua regia de 65,2%. Tiene la consistencia de una arenilla con bastante fracciones más finas, de color gris oscuro o negro.

3. La ceniza de carbón de piedra la facilitó la refinería de azúcar en Penco y proviene de los yacimientos de Lirquén.
4. Sulfato de manganeso y permanganato de potasa son productos nacionales, técnicamente puros.

PARCELA	CuSO ₄	Esc. Cu	Ceniza	MnSO ₄ + KMnO ₄	Cosecha kg/ar
A I	250	—	—	—	16.5
A II	250	8.000	—	—	19.0
A III	750	—	—	—	18.75
A IV	250	—	8.000	—	21.5
B I	—	5.000	—	—	14.0
B II	—	13.000	—	—	20.0
B III	500	5.000	—	—	17.0
B IV	—	5.000	8.000	—	45.5
C I	—	—	—	—	4.3
C II	—	8.000	—	—	19.7
C III	500	—	—	—	24.7
C IV	—	—	8.000	—	18.5
D I	—	—	5.000	—	22.5
D II	—	8.000	5.000	—	38.25
D III	500	—	5.000	—	26.25
D IV	—	—	13.000	—	8.0
EF I	—	—	—	250 + 500	27.0
EF II	—	8.000	—	250 + 500	14.5
EF III	500	—	—	250 + 500	30.1
EF IV	—	—	8.000	250 + 500	20.4

TABLA 4.—*Ensayo San José de Bío-Bío en fajas cruzadas, 1951; lista de las parcelas con indicación de las cantidades de abonos aplicados (en gramos por 100 m²) y de las cantidades de trigo cosechadas (en kilogramos por 100 m²).*

	COMBINACIONES			INDIVIDUAL		
	m ²	kg/ar	Aumento	m ²	kg/ar	Aumento
Control	2.500	19.1	0.0%			
Sulfato de Cobre	1.600	24.0	+25.6%	1.200	21.3	+11.8%
Escoria de Cobre	1.000	26.8	+40.7%	500	18.6	— 2.5%
Ceniza de Carbón	1.600	27.5	+44.1%	1.200	15.7	—17.9%
(Manganeso)	1.000	23.1	+21.1%			

TABLA 5.—*Ensayo San José de Bío-Bío en fajas cruzadas, 1951 en trigo.*

Se aplicaron estos materiales al voleo inmediatamente antes de la siembra la cual se efectuó el 15 de Mayo con trigo Vilmorin 29.

No se han observado diferencias seguras de la germinación ni del desarrollo inicial.

Pocos días antes de la cosecha no se pudo notar en observación directa diferencias pronunciadas en el desarrollo. Por falta de implementos no se pudo cosechar el total de la superficie tratada, sino solamente su mitad este. Los pares de parcelas E y F se cosecharon en conjunto de tal modo que quedaron para la elaboración sólo 20 parcelas en vez de las 48 preparadas. Se estima que el surco de erosión, indicado en la figura 2 ha originado una depresión de más o menos 10%, los cuales no se descontaron de los resultados comunicados. El fomento por los dos canales de riego probablemente no sobrepasa los 5%, tampoco descontados de las cantidades indicadas, las cuales corresponden a los datos de la cosecha.

Suponiendo que el rendimiento de la parcela C I ha sufrido una depresión por razones desconocidas, se usa como base de referencia el término medio del rendimiento de toda la faja I más las parcelas C II, C III y C IV, o sea, toda la superficie no tratada con combinaciones. Son 477 kg. en 2,500 m² o 19,08 kg. en 100 m². No obstante de varios desperfectos del ensayo, los resultados obtenidos permiten en concordancia con otros ensayos algunas conclusiones. En especial se documenta claramente que las combinaciones fomentan en escala mucho mayor que los abonos aislados el rendimiento (Tabla 5). La combinación de la escoria de cobre con ceniza de carbón, la cual por sí sola tiende a provocar fuertes depresiones, alcanza efectos máximos de fomento. Los rendimientos de las parcelas D II y B IV, dotadas con estas combinaciones, sobrepasan altamente los demás. Igualmente se nota que el suelo carece de cobre, lo que indicaron en el año anterior ya las plantas juveniles de trigo y avena ("punta blanca") en potreros cercanos.

Por falta de repeticiones y controles correspondientes se rehusa de la discusión del posible efecto de manganeso.

Resumiendo las anotaciones expuestas se desprenden algunas indicaciones respecto el enfocamiento del problema de la producción biótica regional:

1. Por la sinergia peculiar de factores del clima, del suelo, del agua y de las intervenciones del hombre será indispensable investigar de manera más detallada las influencias de todos estos factores en el comportamiento de ciertas plantas características.
2. Entre ellas desempeñarán un rol preponderante varias malezas y, sobre todo, las especies de mayor rendimiento (Rubus, Echium, Beta, Pinus, Eucalyptus, etc.).
3. Debido a sus caracteres ecológicos particulares parece probable que el sur de Chile despertará en el futuro un creciente

interés científico como "laboratorio de la naturaleza" tanto más también en el extranjero, cuanto más urge el problema mundial de la producción biógena.

RESUMEN

Se analiza varios factores ecológicos, los cuales influyen marcadamente en la productividad vegetal de la región con referencia especial al cultivo de la remolacha azucarera, al crecimiento de algunas malezas y a un ensayo de abonadura con oligoelementos y desperdicios industriales en trigo.

ZUSAMMENFASSUNG

Anhand von Erfahrungen im Zuckerrübenanbau, Beobachtungen an gemeinen Unkraeutern und Ergebnissen eines Düngungsversuchs mit Spurenelementen und industriellen Abfaellen werden einige oekologische Faktoren eroertert, die die pflanzliche Erzeugung des südlichen Chile stark beeinflussen.

SUMMARY

Various ecologic facts are stated, which notably influence the vegetal productivity in South Chilean regions, with special reference to sugar-beetcultivation, growing of some weeds and experiments of manuring wheat with oligoelements and industrial residues.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—LUNDEGARDH, H.—Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. 3. Auflage, Jena 1949.
- 2.—MOLLER, E.—Informe sobre los resultados de las siembras de remolacha azucarera efectuadas por agricultores de la Zona Sur, 1950/51. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago 1951.
- 3.—OSORIO-TAFALL, B. F.—La planeación del aprovechamiento de los recursos naturales renovables para la industrialización de México. Sobreiro de la revista "Ingeniería Hidráulica en México". México 1950.
- 4.—SCHWABE, G. H.—Chilenismos de la naturaleza. Bol. Soc. Biol. 25. Concepción 1950.
- 5.—SCHWABE, G. H.—Caracteres particulares del ciclo del agua y la ecología de Chile. Bol. Soc. Biol. 26. Concepción 1951.
- 6.—SCHWABE, G. H.—Aspectos ecológicos de Chile. Atenea 104, 324. Concepción 1952.

