

## Chilenismos de la naturaleza

por

**G. Helmut Schwabe**

(Recibido por la Redacción el 15-X-1950)

En Julio de 1943 hemos encontrado por primera vez en la ciudad china Tsingtau (Shantung) un estrato frondoso de una *Oscillatoria* (Schizophyceae, Hormogonales) que mostró una serie de cualidades valiosas (21) como indicador ecológico. Desde este tiempo hemos estudiado experimentalmente esta especie. Aunque nuestros trabajos fueron interrumpidos varias veces por fuerza mayor, se logró finalmente, hace casi un año, cultivar el material original de Tsingtau en el Instituto de Biología General de la Universidad de Concepción (Chile). Antes de alcanzar este fin había que superar una serie de obstáculos graves, que, por otra parte, nos facilitaron las primeras impresiones del balance de elementos menores en aguas y suelos de nuestra región. Partiendo de esto, nos convencimos, que extensas regiones de nuestro país ofrecen un aspecto muy especial en lo que se refiere a su balance mineral.

A base de estos resultados preliminares de laboratorio se pudo observar en realidad bastantes síntomas específicos y bien conocidos, de deficiencias minerales en plantas de cultivo agrícola, como también fenómenos biológicos regionales, probablemente causados por empobrecimientos simultáneos en varios elementos. Aunque hasta la fecha no se puede constatar más que una serie de peculiaridades ecológicas regionales, parece conveniente, dedicar más atención a estos "chilenismos de la naturaleza" que en su mayoría, probablemente están —por lo menos en forma indirecta— relacionados con el balance mineral. Merecen tal atención, como indicios inmediatos del carácter ecológico y biogeográfico del país, y además, por su importancia económica, preferentemente en la producción agrícola.

Antes de entrar en detalles, se agregará una breve descripción de la Oscillatoria TS, que condujo directamente al problema ecológico de los elementos menores en suelos y aguas.

### OSCILLATORIA TS

Lugar de hallazgo: Tsingtau, Colina de la Aduana ("Zollhügel"), en el distrito urbano (desenvolvimiento más exuberante); disperso entre otras algas en la región.

Estrato: cubriendo granito sano y por fisuras finas en él, provisionado por desagües de casas, que filtran a través de la roca; la cantidad de líquido no alcanza a formar un chorro, sino solamente a mojar continuamente la roca. Efectos capilares permiten extender el estrato membranoso y aprovechar la escasa cantidad del agua casi totalmente. El estrato frondoso es liso, muy blando, de color oliváceo negruzco. Observando el lugar en el curso de dos años (1943-1945) nunca desapareció el estrato totalmente, aunque en los meses más fríos del invierno permaneció únicamente un resto central. El estrato que cubrió en el mejor estado de desarrollo (Junio hasta Septiembre), una superficie de casi un metro cuadrado en su periferia es deslindado por una zona de *Ulothrix* sp. En el estrato mismo se encuentran, en primer lugar, numerosas diatomeas, euglenas, tecamebas, rotatorios y larvas de una psicodida. Cultivos primitivos en Tsingtau demostraron que la presencia de las larvas mencionadas, posiblemente también de rotatorios, favorece el crecimiento de tricomas nuevos (ciclo metabólico).

El estrato, como la suspensión viva de los tricomas de *Oscillatoria* TS, presenta una fluorescencia intensa de un color violeta-púrpuro a castaño, claramente diferente de la fluorescencia típica de la clorofila.

Tricomas de color pardo oliváceo a oliváceo-verde con variaciones casi iguales como *O. nigra*; diámetros  $5.5\mu$  a  $6.5\mu$  (a  $7\mu$ ) y no tan variable como por ejemplo en *O. terebriformis*. Los tricomas avanzan con una velocidad de 1 a  $1.5\mu$ /sec y con una velocidad máxima de  $2.0\mu$ /sec, tienen una rotación derecha (en el sentido de los índices del reloj). Como en la mayoría de las otras especies *Oscillatoria*, la estructura espiral correspondiente de los tricomas se puede constatar en material vivo por observación microscópica, siempre que sus diámetros sobrepasen 4 a  $5\mu$ . La espiral de expansión, que permite la observación macroscópica, naturalmente, está dirigida en sentido opuesto. Los extremos de los tricomas generalmente son reducidos, poco inclinados y terminan a veces en una caliptra redonda, hasta triangular, redondeada, con una membrana final engrosada. Las células son de una longitud de un medio hasta uno y un cuarto del diámetro, generalmente poco más anchas que largas (casi cuadradas). El endoplasma aparece pálido en comparación con el ectoplasma, que muestra una coloración mucho más intensa. Según nuestras experiencias, tales diferencias en la distribución intracelular del pigmento, pueden ser valiosas como indicador fisiológico y posiblemente también sistemático.

El medio de cultivo influye mucho en la formación del conjunto de los tricomas y en el estrato, como también en las características microscópicas. Tricomas de cultivos en agua pura de pozo, generalmente son relajado-helicoidales, relativamente pálidos, homogéneos en el color, y presentan los diámetros indicados. Las gránulas en las membranas transversales faltan o son escasas. En algunas soluciones, químicamente no definidas, se obtuvieron cambios morfológicos que refleja la siguiente tabla (Tabla 1). Es notable en qué grado varía el diámetro de los tricomas en los diferentes medios. Además, es evidente que la variabilidad experimentalmente provocada en cultivos de mejor desenvolvimiento, impide una determinación sistemática de esta *Oscillatoria*, pues el sistema en vigor no coincide de ninguna manera con su variabilidad. Es sólo un argumento más en contra de un orden artificial y forzoso.

Características	A	B	C	D
Número de mediciones:	160	184	115	389
Diámetro del tricoma, T. M.	7.8 $\mu$	6.0 $\mu$	5.9 $\mu$	5.6 $\mu$
Varía de	6.2-9.0 $\mu$	5.2-7.1 $\mu$	5.6-6.3 $\mu$	4.9-6.4 $\mu$
Membranas transversales:	bien marcadas, con gránulos	marcadas, con gránulos	en parte apretadas, con gránulos	sin gránulos
Ectoplasma:	intensamente pigmentado	intensamente pigmentado	intensamente pigmentado	ligeramente pigmentado
Diferencia de color entre ecto- y endopl.:	muy marcada	poca	poca	generalmente poca
Movimiento:	muy oscilante, parecido a <i>Oscill. splendida</i>	normal	normal	normal

TABLA Nº 1.—Influencia del medio de cultivo en las características morfológicas de *Oscillatoria* TS; Junio 1945:

- A: en agua rica en sustancias orgánicas, sobre un sapropel;
- B: en agua de pozo + 50% de una decocción filtrada del mismo sapropel;
- C: en agua de pozo sobre un sapropel más mineralizado;
- D: en agua de pozo ("*Iltisbrunnen*") + 0.5% orina humana.

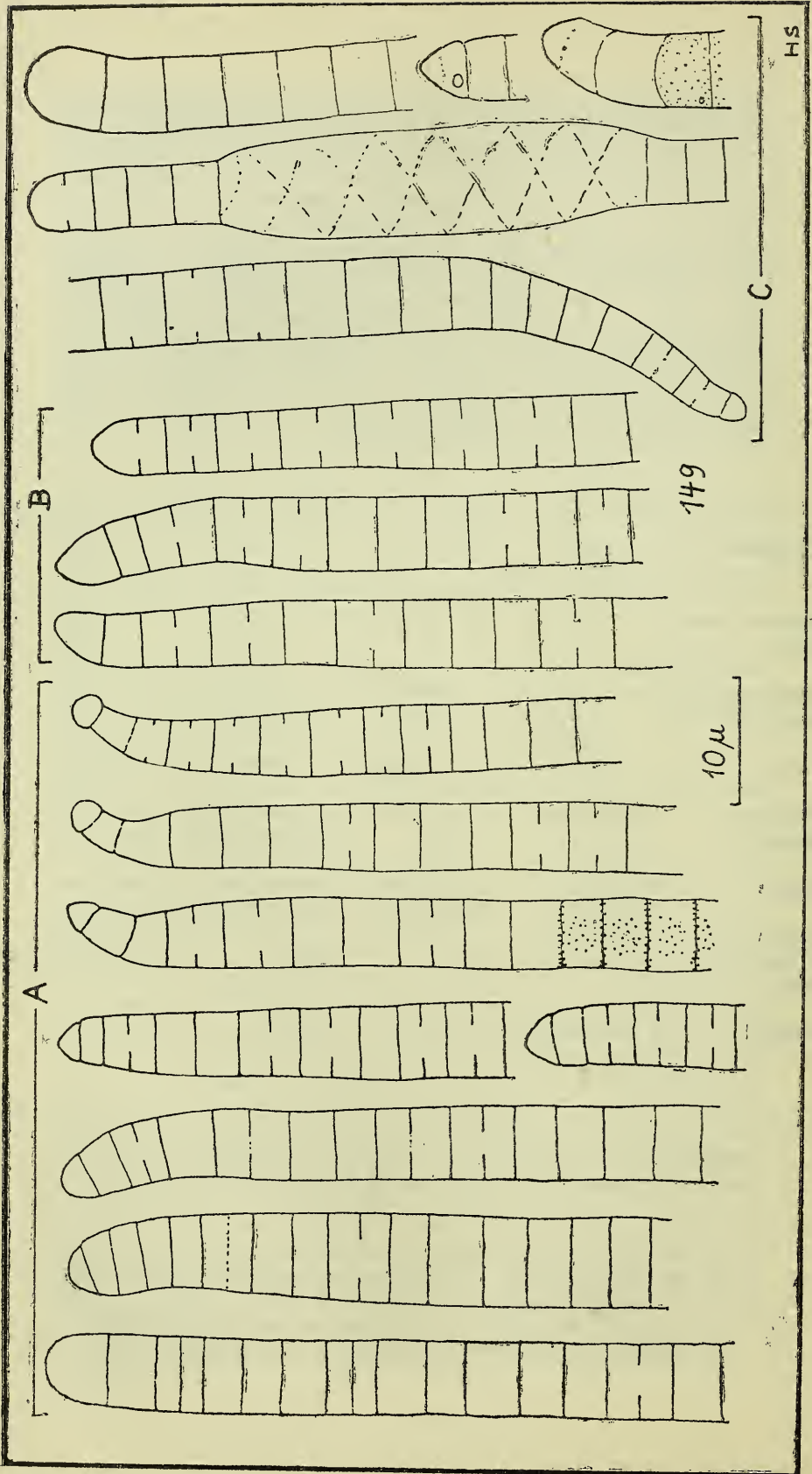


FIGURA 1.— *Oscillatoria TS*.  
 A: del lugar de hallazgo, Tsingtan, B y C: de diferentes cultivos.

El material en cultivo reacciona de manera sumamente sensible a influencias de una serie de elementos menores, sobre todo metálicos. Los iones de cobre y plata provocan una estimulación marcada de la asimilación ya en concentraciones menores que 10 a 1000 millones y afectan morfológicamente el conjunto de tricomas en concentraciones de 1 a 100 millones. La sensibilidad a manganeso, zinc y cromo es casi diez veces menor, pero zinc, yodo y cobalto influyen profundamente en el color de los tricomas y en la intensidad de éste.

A ciertas cualidades de la orina humana (alimentación, edad, sexo, factores personales de una naturaleza todavía no determinada, etc.), corresponden características morfológicas como longitud de los tricomas, formación de sus extremos, sobre todo de las células terminales y fisiológicas como la intensidad del movimiento y de la asimilación y el comportamiento del conjunto. Por ejemplo, en cultivos con 0.5% de orina humana influye el sexo del donador en la morfología de los tricomas de la manera siguiente:

---

Proporción numérica entre  
tricomas reducidas y no reducidas:

♂	♂	:	1.2 a 1.4
♀	♀	:	0.6 a 0.7

---

Aumentando la concentración de orina gradualmente de 0.2 a 2.0% disminuye de manera correspondiente la expansión del conjunto, y en menor escala también la intensidad de la asimilación. Finalmente la espiral de expansión es substituída por un conjunto  $\pm$  concentrado con mechones radiales, cortos e irregulares. A concentraciones bajas de orina el movimiento fototáctico es muy marcado. Agua destilada inhibe la asimilación y estimula el movimiento de expansión helicoidal en tal forma, que en el transcurso de pocas horas, el conjunto pierde totalmente su centro, formando un anillo ancho y relajado alrededor del centro original. En agua pura de pozo, la espiral de expansión crece lentamente y en general no muy regulada. Cantidades pequeñas de ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) originan las concentraciones típicas, que se pueden observar también en muchas especies termales, y que hemos descrito anteriormente (20, 21). Al mismo tiempo disminuye la asimilación y cambia el color de los tricomas y de su conjunto o estrato, hacia un matiz azulado.

En medios empobrecidos se producen paulatinamente otros cambios morfológicos muy profundos. Un cultivo acuoso no abastecido por 6 meses, en Noviembre de 1944 ofreció el siguiente cuadro: Estratos membranosos de una estructura irregular, radial, y de diámetros de 5 a 15 mm. en la superficie del agua. En la periferie, el estrato consiste en una sola capa de tricomas. En su mayoría los tricomas formaron vaginas incoloras, pero

tan resistentes que los tricomas se han dislocado por su crecimiento (Stauchungen) y resultan formas muy parecidas a las de Hapalosiphon. Secciones dislocadas aparentan tricomas primarios, células suprimidas y muertas en ellos, fingen heteroquistes. Las vaginas alcanzan un grosor de  $1.5 \mu$  y no dan reacciones de celulosa. Los tricomas secundarios falsos, aunque ofrecen todavía una estructura oscilatoriforme, varían mucho en su diámetro ( $4.5$  hasta  $9.4 \mu$ ) y alcanzan una longitud de más de  $300 \mu$ . Su coloración es aún bastante intensa y casi azul grisáceo hasta verde azulado.

Es evidente que el sistema vigente de las oscilatorias no corresponde de ninguna manera a tales características biológicas y tiene, al contrario, cualidades sin valor específico y netamente variables, según las condiciones ecológicas.

Fuera de esto se logró demostrar experimentalmente que existen cepas morfológicamente idénticas, pero fisiológicamente muy diferentes. Desde hace un año hemos cultivado morfológicamente la misma especie, proveniente de diferentes lugares, a saber:

a) De las cercanías de Sao Pablo, Brasil, del fondo de un "açude" (represa de regadío), suelo de color café, relativamente pobre en substancias orgánicas. Agradecemos en este lugar la amabilidad que tuvo la Dra. **I. de Auersperg** al conseguirnos las muestras correspondientes.

b) De una muestra de las cercanías de Río de Janeiro, Brasil. Expresamos nuestra gratitud hacia nuestro estimado colega Dr. **Lejeune de Oliveira** del Instituto Osvaldo Cruz a quien debemos una colección de muestras sumamente interesantes.

c) De musgos de Isla Soberanía, Antártida Chilena (gracias a una gentileza del Prof. **F. Behn K.** de nuestra Universidad que obtuvo personalmente este material en su última expedición).

d) De un desagüe en las cercanías de la Estación de Biología Marina en Montemar, Chile.

e) De acequias y murallas de casas en Concepción, Chile.

En algunos cultivos primitivos, provenientes de otros lugares, ya se observan tricomas dispersos del mismo tipo, pero la escasez del material hasta ahora obtenido, no permite todavía la investigación detallada. Todo este material será analizado en una forma más completa en trabajos futuros.

A pesar de que los hallazgos a) - e) muestran el mismo carácter morfológico, fisiológicamente presentan cualidades muy diferentes, y no hay entre ellos, dos fisiológicamente idénticos. Se entiende también por eso, que determinaciones sistemáticas a base de material fijado, son de muy poco valor biológico.

Además resulta claramente las especies de este grupo de Oscillatoria aparentemente no son cosmopolitas. Una publicación posterior tratará sobre los detalles al respecto y especialmente sobre nuestros ensayos de cultivo y sus resultados.

En relación al tema presente hay que agregar sólo algunas observaciones más generales. Los materiales a base de los cuales se desarrollaron los cultivos consisten en muestras secas de

polvo, de tierra, de musgos o algas de los lugares mencionados. Observando las precauciones adecuadas se conserva la vitalidad de tales oscilatorias en una forma sorprendente. Ya los primeros ensayos de cultivo realizados en 1946 en cooperación con mi muy estimado colega y amigo Prof. Dr. **T. Soma** en el Instituto Botánico de la Universidad Nacional China de Taiwan (Formosa) demostraron perfectamente esta potencia de revivencia en la especie original TS partiendo de una muestra de polvo coleccionado dos años antes en Tsingtau. Estas investigaciones fueron interrumpidos bruscamente por consecuencia de los acontecimientos generales en el Lejano Oriente y cesaron forzosamente por más de dos años. Sin embargo fué posible obtener de nuevo material original y reanudar tales trabajos.

El material original de Tsingtau, ahora en cultivo, es coleccionado por nuestro amigo Dr. **K. Ludwig** el 5 de Agosto de 1947 en forma de migajones de tierra arenosa cubiertos con una capa muy delgada del estrato. Protegido contra temperaturas elevadas y contra insolación directa la secó en papel de filtro. Incluído debidamente en una bolsa de celofana lo recibí por correo en el mismo mes. Recién en Julio de 1949 en Concepción, Chile nos encontramos en la posibilidad de examinar prácticamente la reviviscencia de la muestra con esperanza a un éxito.

Todos los ensayos en medios tanto de agar como de soluciones acuosas resultaron sólo en parte: En medios apropiados se manifestó claramente la reviviscencia ya conocida, pero los pocos tricomas una vez desarrollados cesaron siempre en su crecimiento y en su aumento quedando por muchas semanas aparentemente en buen estado. En tales ensayos los diferentes medios empleados se comportan de manera distinta. En general, en más de ochenta cultivos iniciales hechos en el material de Tsingtau y en concordancia con algunos cientos con muestras parecidas de otra proveniencia se observa lo siguiente:

1.—Cultivos acuosos en medios químicamente definidos (según **Benecke, Wettstein, Beyerinck** y otros) en distintas diluciones: exclusivamente negativos.

2.—Reemplazando el agua destilada por agua de lluvia: a veces se desarrollan muy pocos tricomas, pero son rápidamente suprimidos por Ulothrichales u otras algas. Prácticamente el mismo resultado se obtiene con aguas de pozos.

3.—Agua destilada con 0.5% de orina humana matutina: desarrollo inicial aparentemente mejor, pero suprimido por un desarrollo correspondiente de algas asociadas. Agua de lluvia o de pozo prácticamente no cambia los resultados.

4.—Medios como N<sup>o</sup> 1 con  $\pm 1\%$  de agar bacteriológico lavado debidamente: excepcionalmente muy pocos tricomas que dejan de crecer. Una concentración mayor de 1.5% de agar inhibe el desarrollo intensamente.

5.—Como N<sup>o</sup> 4, pero con agar técnico nacional (Watt y Cía., Santiago): desarrollo inicial visiblemente mejor pero sin evitar la cesación siguiente del crecimiento.

6.—Como N<sup>o</sup> 3, con  $\pm 1\%$  de agar: ofrece las condiciones más favorables de todos los medios examinados en el sentido

que se resenvuelven más tricomas y en un mayor número de cultivos. Sin embargo, los medios de este tipo no satisfacen en lo que se refiere a un aumento continuado de la Oscillatoria, pues cesa también en ellos a crecer y aumentarse. La calidad del agar y de su tratamiento previo influyen de manera bastante compleja. El empleo de agua de lluvia o, todavía más, de pozo mejora eficazmente las cualidades del cultivo sin permitir un aumento continuado.

Resultados similares se obtiene en ensayos paralelos con los otros tipos mencionados de oscilatoria fuera del material e (pág. 5) que crece más o menos bien, aunque lentamente. Las exigencias de este hallazgo de Concepción aparentemente son menores. Resumiendo las experiencias en cultivos primitivos basados en nuestras secadas experiencias que fueron coleccionadas durante más de siete años en la China continental, en Formosa y en la Provincia de Concepción, parecen notables los siguientes hechos:

1.—La orina humana como base de un medio acuoso estimula la revivencia justamente de Hormogonales más que todo otro medio controlado. Tanto el número de especies desarrolladas como su cantidad obtenida son superiores. Naturalmente, se observa también en medios de orina efectos selectivos de manera que favorecen ciertas especies y —probablemente— suprimen otras. Además se presentan pronunciadas diferencias fisiológicas entre las orinas según su proveniencia (pág. 3).

2.—En la China y en Formosa prevalecen en general cuantitativamente esquizofíceas en tales cultivos (21), siguen diatomeas y algas verdes y por último —no tomando en cuenta los bacterios— hongos en cantidades relativamente pequeñas. Mientras tanto, en la Provincia de Concepción y en sus regiones vecinas casi siempre son los hongos los que se desenvuelven mejor y muchas veces de tal manera que suprimen todo desarrollo autotrófico. Este fenómeno es tan frecuente y marcado que representa indudablemente un característico microbiológico fundamental de nuestras regiones. Las causas residen principalmente en factores químicos de las aguas y de los suelos regionales (pág. 9). Sin embargo, fuera de ellos podrían influir factores físicos, talvez del tipo de radiaciones meteorológicas recientemente descritas por **Bortels** (5).

3.—En cultivos a base de orina humana la potencia de revivir es normalmente mayor en oscilatorias y en algunas otras Hormogonales que en diatomeas. Sólo Hormogonales y algunas unicelulares verdes a menudo ganan la superioridad, si no son suprimidos por hongos competentes. En todo caso, la afinidad de muchas oscilatorias a la orina humana es muy marcada.

4.—Para las especies en investigación la orina humana en China y en Formosa presenta un medio de cultivo casi completo, mientras tanto dicha substancia, insuperable por medios químicamente definidos, falla en nuestra región frecuentemente. Otra vez tropezamos con factores ecológicos aparentemente de naturaleza química o bioquímica.



## FACTORES MINERALES

Con este breve resumen ya nos encontramos profundamente en el problema de los "chilenismos de la naturaleza": Suelos y aguas son la base de la producción orgánica y en ellos residen los factores que inhiben el crecimiento de la especie en discusión. Durante meses parecía imposible aumentar los tricomas de la *Oscillatoria* TS y de algunas otras Hormogonales en cultivos de revivencia. Tales estados de estagnación del crecimiento son perfectamente conocidos a los experimentadores en este campo. Sólo observaciones casuales nos condujeron finalmente a una posibilidad de superar las dificultades descritas. Investigaciones ecológicas enseñan que las Hormogonales y en primer orden las oscilatorias en el sur de Chile presentan una distribución natural muy característica, prefiriendo marcadamente ciertos espacios vitales y evitando otros casi en total. Enumeramos en seguida los lugares de mayor población de las Nostocales en orden decreciente, no tomando en cuenta lugares netamente marinos:

1.—Aguas termales y minerales, alcalinas y neutras, excluyendo las que contengan ácidos minerales libres. Casi todas las aguas de tal tipo y en todo el país son muy ricas en estos organismos. Aparentemente prevalecen en general formas del grupo *O. brevis* y terebriformis.

2.—Aguas salobres en la cercanía de la costa y en el interior (p. ej. Río Loa); muchas vertientes y riachuelos en la región central y, todavía más, en el Norte Chico.

3.—Ciertos desagües y sus bordes. La observación de la distribución en estas aguas coincide perfectamente con las hechas en otros países.

4.—Canteras y rocas magmáticas vivas, siempre que haya la suficiente cantidad de agua.

5.—Murallas de piedras y paredes de casas relativamente recientes que se encuentran a la sombra y tienen cierta humedad.

6.—Al pie de árboles solitarios o en el interior de bosques; en troncos recientes de árboles y en la savia de ellos.

7.—Canales de regadío. El Río Bío-Bío parece marcar un límite entre una zona norte de abundante flora y una zona sur más escasa en algas. En general se puede afirmar que la riqueza en oscilatorias aumenta hacia el norte.—Las diferencias entre las zonas sur y norte entorpecen mucho este esquema.

Por supuesto que el orden probablemente es semejante en otros países, pero la riqueza de la flora contrasta tanto con la de otros espacios vitales, que este hecho debe considerarse típico para Chile y sobre todo para las zonas al sur del Río Bío-Bío. Vale esta observación para los puntos 4 a 7 mucho más que para los restantes. Insistimos que las aguas superficiales y en especial los terrenos cultivados son extraordinariamente pobres en oscilatorias y en Hormogonales en general, comparando con otros países. Solamente por esta razón salta al ojo la riqueza relativa de los lugares mencionados.

Supongamos que la característica común de los espacios vitales preferidos es el abastecimiento más variado y más completo de minerales. Nos inclinamos a decir que el árbol desempeña el papel de motor en la circulación de los bioelementos, hipótesis que es apoyada por la rica flora al pie de ellos.

Tomando como base todas estas observaciones ecológicas llegamos a la conclusión de que ciertas deficiencias minerales son responsables de la inhibición del crecimiento en nuestros cultivos. Fundándonos en varias centenas de cultivos aislados de oscilatorias, hemos desarrollado una solución adicional a los medios de cultivo. Esta solución provisoria contiene los siguientes iones: fierro, manganeso, zinc, molibdeno, cobalto, cromo, iodo, plomo, wolframio, antimonio litio, bario, titanio y aluminio. Dichos iones se adicionan al medio de cultivo en cantidades que varían entre 10 y 400  $\gamma$ /l). Esta solución se basa sobre observaciones netamente empíricas en cultivos aislados. El resultado ha sido satisfactorio por cuanto ha salvado la inhibición arriba detallada, empleándose orina humana como base del medio. La solución es deficiente, si se utiliza medios sintéticos bien definidos. Estamos seguros que la composición debe sufrir cambios cualitativos y cuantitativos antes de adquirir su forma definitiva. Decociones de polvos de piedras magmáticas preparadas de maneras diferentes mejoran también los medios de cultivo, pero en general no son tan eficaces como la solución mencionada. Hasta hoy las observaciones sólo nos permiten afirmar que hay una serie de deficiencias minerales en vastas regiones del país, deficiencias que se evidencian en sentido biológico y ecológico. En primer término hay que estudiar la distribución de elementos contenidos en la solución adicional y además la de cobre y boro. Estos dos iones se han excluído a propósito por dañar los cultivos en discusión.

Si determinadas deficiencias significan tales cambios en la ecología de las Hormogonales, debe haber atipías considerables en otros terrenos de la biología. Sobre el respecto, especialmente en sus relaciones prácticas, versa un trabajo actualmente en imprenta (25). Esto nos permite limitarnos a una breve enumeración. Analizando el carácter ecológico del país debemos excluir para el propósito las influencias climáticas directas que significan por un lado la corriente Humboldt y por otro la cordillera como obstáculo termodinámico. Además hay que excluir todos los efectos que tiene la cordillera como límite biogeográfico (disjunción chilena-nuevaselandés). La gran mayoría de las peculiaridades biológicas de Chile, tan impresionantes y muchas veces descritas (3, 9), son determinadas por los factores climáticos y biohistóricos recién excluídos. Pero queda un gran número de "**chilenismos de la naturaleza**" que resisten a tal explicación. Creemos poder afirmar que por lo menos un alto porcentaje de ellos tiene sus causas en los empobrecimientos minerales. Sin perdernos en detalles enumeramos algunos hechos bien conocidos al respecto:

1.—Con la riqueza extraordinaria de la flora espermatófitas endémica contrasta en forma grosera la pobreza de la fauna

tanto en especies como en individuos, especialmente de los homiótermos. Este contraste alcanza su máximo en las selvas del sur.

2.—Los zoólogos acentúan la alta frecuencia de variaciones en las especies animales en Chile sin encontrar una causa satisfactoria del fenómeno (9).

3.—Animales domésticos importados se inclinan casi en su totalidad a una decadencia en el rendimiento de todos los aspectos (tanto dinámicos como genéticos).

Es muy probable que los primeros tres puntos están íntimamente relacionados con deficiencias en zinc, manganeso y cobre y otros que pudimos demostrar en nuestros objetos de investigación. Fuera de los efectos directos de tales deficiencias en el animal hay que considerar los indirectos, pues la producción de vitaminas en la planta y por lo tanto de la alimentación del animal depende absolutamente de su abastecimiento adecuado con manganeso, cobre y otros iones.

4.—Plantas de cultivo muestran fenómenos correspondientes de decadencia. Investigaciones recientes hechas en el Instituto Bacteriológico de Chile por **A. Henríquez U.** y otros (10) demuestran una composición química inferior en el trigo chileno. Los datos comunicados nos indican que se deben a las consecuencias de deficiencias minerales, preferentemente de manganeso adquirible (25).

5.—Algunas otras plantas importadas muestran un desarrollo exuberante. En el caso de la zarzamora (*Rubus ulmifolia* y otras) pudimos demostrar experimentalmente que la plaga causada por esta planta se debe primordialmente a la falta de inhibición reguladora por bien determinadas minerales muy pobres en nuestros suelos. Probablemente el crecimiento excesivo de algunas otras malezas reside también en estos factores.

6.—La distribución precolonial de la población humana es muy inhomogénea y tiene claramente su mayor densidad en la costa y en el área de crecimiento de la araucaria (*Araucaria imbricata*) y del avellano. La base alimenticia de los habitantes primitivos eran mariscos y productos marinos en general y el fruto de estos dos árboles, francamente ricos en minerales.

7.—Los suelos cultivados son notoriamente pobres en humus y exigen muchas veces cantidades excesivas de abonos para producir cosechas satisfactorias. Tanto los microorganismos que producen y conservan el humus como las plantas de cultivo necesitan un abastecimiento adecuado en minerales. En la agricultura, seguramente en muchos casos las impurezas de los abonos no representan un lastre inevitable si no, al contrario, los factores eficaces y valiosos en el abastecimiento mineral. Por experiencia conoce la agricultura en todo el mundo el valor de los elementos menores contenidos en el salitre de Chile. Pero en el sur del país aparentemente su cantidad no es suficiente para satisfacer las exigencias de los suelos.

8.—Es bien conocido el gran éxito terapéutico de las termas chilenas. En su mayoría son químicamente pobres considerando los análisis hechos hasta hoy. Todos los intentos para

deducir los efectos terapéuticos comprobados de los elementos analizados no resisten una crítica científica. Sin lugar a duda el valor médico está preferentemente en su contenido en elementos menores. Su existencia la hemos podido demostrar biológicamente por investigaciones en esquizoficeas termales. El valor terapéutico de tales elementos debe ser tanto mayor cuanto más pronunciadas son las deficiencias del balance mineral en el hombre (20, 21, 24, 25, 28).

9.—En el hombre de las generaciones actuales se observan una serie de atipias que se pueden en parte incluir en el capítulo "chilenismos". Recalcamos las investigaciones efectuadas por el Prof. Dr. **E. Herzog** de la Universidad de Concepción sobre la trombosis, la embolia y el amiloide y del Prof. Dr. **G. Giron** de la Universidad de Chile, quien hizo notar el tamaño infranormal del bazo (8). Además hay que recordar en la existencia del bocio en Chile (7) íntimamente relacionado con peculiaridades en el ciclo del yodo del país. Al fin son conocidos fenómenos todavía no bien esclarecidos. Vale mencionar las dificultades de aclimatación, una mayor necesidad de sueño, el elevado consumo de hidratos de carbono (pan, azúcar y vino). El balance mineral influye seguramente en forma marcada también en el hombre. Las causas inmediatas de "chilenismos" en el hombre probablemente no van a indicar hacia una deficiencia mineral, pero a través del ciclo agua-suelo-vegetal-animal-hombre se llega, mirando hacia atrás, a las causas primitivas de muchos fenómenos discutidos. Tenemos presente que las influencias directas e indirectas que tiene el balance mineral de aguas y suelos en el hombre son numerosas y muy variadas. De todos modos se hace imperioso orientar la atención de la medicina hacia los factores de insuficiencias minerales y hacia la importancia fisiológica de cada disarmonía en estos factores complejos. En los últimos años se han publicado en el extranjero trabajos que acentúan el papel decisivo que desempeñan en la fisiología y patología humana bioelementos comprobadamente escasos en nuestros suelos. El espacio vital en su totalidad, incluso el hombre y sus parásitos, están subordinados al balance mineral, tanto en sus efectos inhibidores como exaltadores.

Nos limitamos a esta enumeración, aunque sería posible agregar varios chilenismos más. Una vez fijada la atención sobre el problema del abastecimiento mineral del país es fácil evidenciar numerosos signos de deficiencia específica en la flora rural. En las plantaciones de citrus es frecuente la observación de clorosis debido a deficiencias en magnesio, zinc, hierro y posiblemente manganeso. Las naranjas muestran muchas veces claramente consecuencias de la falta de cobre que por otro lado se hace notar en cereales. Manzanales sufren a menudo de deficiencias de boro como indican los signos típicos. No es este el lugar para seguir enumerando síntomas típicos y bien conocidos de deficiencias en plantas. Las hay numerosas en las zonas central y sur del país. Frecuentemente no son tan marcadas como sería de esperar por nuestros resultados microbiológicos.

Por otro lado las observaciones hechas por **Henríquez** (10) en el trigo evidencian los profundos trastornos fisiológicos causados por deficiencias.

El conjunto de nuestras investigaciones de laboratorio y observaciones de los chilanismos de la naturaleza nos conduce a la siguiente hipótesis como base de la continuación de los trabajos. Lo característico del balance mineral del sur de Chile consiste principalmente en un empobrecimiento simultáneo en varios bioelementos. La distribución regional de los fenómenos tratados hace suponer que una de las causas principales de las pérdidas en minerales reside en el clima actual y pasado. En el sur los signos de deficiencias son más frecuentes y más marcadas que en la zona central. Coincide esto bien con la distribución de las precipitaciones. Tratamientos inadecuados de los suelos y pérdidas en minerales por las cosechas aceleran el proceso del empobrecimiento en terrenos cultivados. La disminución simultánea en varios bioelementos tiene por consecuencia que los síntomas inmediatos de deficiencias específicas no son tan marcados como desde un principio se podría esperar. No es tanto una disarmonía mineral la que se produce, sino un empobrecimiento general en elementos menores muy solubles o que pueden ser fijados fácilmente en el suelo. Por eso se observan sobre todo perturbaciones difusas de la vitalidad: disminución del rendimiento agrícola de los suelos, proliferación de ciertas malezas, enfermedades animales atípicas, restricción del rendimiento biológico, preferentemente en animales y plantas de cultivo, empobrecimiento extremo en algas del suelo combinado con una riqueza extraordinaria en hongos, etc.

Las consecuencias de tales empobrecimientos en el balance mineral deben extenderse prácticamente a través de toda la existencia y salud humana.

## RESUMEN

Una *Oscillatoria* sp., hallazgo de Tsingtau, China, presenta una serie de cualidades de indicador ecológico. Reacciona con extrema sensibilidad a una serie de elementos menores en muy altas diluciones y a diferentes factores de la orina humana que sirve como base del medio de cultivo. Dificultades en su cultivo experimentadas en Concepción y su vencimiento conducen finalmente a la comprensión de muy marcadas características del balance mineral en el país. Por medio de experimentos de cultivo resulta que aguas, suelos y la orina humana de aparentemente extensas regiones presentan empobrecimientos en una serie de bioelementos indispensables. Entre ellos se encuentran preferentemente magnesio, zinc, manganeso, cobalto y yodo. (Además se observan en plantas superiores signos de deficiencia en cobre y boro, elementos que quedan fuera de ellos que indica la especie en discusión). Al fin se enumera una serie de fenómenos regionales tanto en vegetales y animales como en el hombre, fenómenos que son probablemente relacionados con perturbaciones del balance mineral.

## SUMMARY

An *Oscillatoria* sp. found near Tsingtau/North China, presents various qualities of an ecological indicator. The species reacts sensitively on some minor elements in very high dilutions and on different factors of the human urine, which is used as a base of cultura medium. Difficulties in cultivation of this original material observed in Concepción/Chile and their overcoming leads to the conclusion, that the mineral balance of this region has some peculiar characteristics. In culture experiments we see, that waters, soils and humane urine present an effective lack of some indispensable bio-elements in vast regions of Chile. Among these elements are especially magnesium, zinc, manganese, cobalt and iodine. (Moreover superior plants of these regions sometimes show deficiency of two more elements, which the *Oscillatoria* under investigation does not indicate: copper and boron).

Plants, animals and human population present some regional peculiarities, which probably are related with alterations of our mineral balance. These observations lead to the hypothesis that the decrease in several bio-elements at the same time—apparently typical for the southern parts of Chile—causes disturbances of the vitality often without showing characteristic symptoms of a specific lack. These diffused alterations are for example: diminution of the agricultural productivity, propagation of certain weeds, an untypical course of animal diseases, an extreme poverty of algae in the soils.

## LITERATURA CONSULTADA

- 1.—ANONIMO.—Bibliography of the Literature on the Minor Elements. 4th ed., vol. I, comp. and publ. by Chil. Nitr. Educ. Bur., Inc., New York, 1948.
- 2.—ANONIMO.—El Yodo. La vida de las plantas. Corp. Venta de Salitre y Yodo de Chile, Santiago 1950.
- 3.—BERNINGER, O.—Wald und offenes Land in Südchile seit der spanischen Eroberung. Geogr. Abh. III/1, 1929.
- 4.—BOAS, FR.—Dynamische Botanik. 2 Aufl., München 1942.
- 5.—BORTELS, H.—Mikrobiologie und Witterungsablauf. Zbl. Bakt., Paras., Infekt. u. Hyg., I Orig., 155: 160-170, 1950.
- 6.—BRÜGGEN, J.—El origen de las aguas minerales de Chile. Rev. Chil. Hist. Geogr., 109: 1-40, 1947.
- 7.—FRIEDRICH, K.—Ökologie als Wissenschaft von der Natur oder biologische Raumforschung. Bios VII, Leipzig 1937.
- 8.—GIRON, G.—Los cuadros anatómicos clásicos y sus variaciones. Arch. Chil. Morf., VI, 47-51, 1942.
- 9.—HELLMICH, W.—Die biogeographischen Grundlagen Chiles. Fauna Chilensis, Pars secunda, Zool. Jahrb., 64, Syst. 165-226, 1933.

- 10.—HENRIQUEZ, A.—Composición química de trigos chilenos. 4. Congr. Sudam. Quím. I, 2, 240-244, Santiago 1948.
- 11.—HERZOG, E.—Trombosis y embolía en Chile. Rev. Sudam. Morf., I, 1, 1943.
- 11a.—HERZOG, E.—Das Problem des Amyloids in Chile. (XI. Beitr. z. geogr. Pathol. Chiles). Zbl. Allg. Path. u. Path. Anat., 84, 1948.
- 12.—HERZOG, TH, G. H. u. E. SCHWABE.—Zur Bryophytenflora Südchiles. Beih. Bot. Cbl., LX, B, 1-51, 1939.
- 13.—KRASSKE, G.—Zur Kieselalgenflora Südchiles. Arch. Hydrob., XXXV, 348-468, 1939.
- 14.—MARULL, J.—Estudio sobre deficiencia de manganeso en la Provincia de Santiago. Copia, Apartado.
- 15.—RIPPEL-BALDES, A.—Grundriss der Mikrobiologie. Berlin, 1947.
- 16.—SANTA CRUZ, A.—La flora extranjera y el clima de Chile. Atenea, 115, Concepción, 1935.
- 17.—SCHARRER, K.—Biochemie der Spurenelemente. 2. Aufl., Berlin 1944.
- 18.—SCHARRER, K.—Die Bedeutung der Spurenelemente für die Pflanzenernährung und Düngung. Landwirtsch. Forsch. I, 2/3, 1949.
- 19.—SCHWABE, G. H.—Sobre biotopos termales en el sur de Chile. Bol. Soc. Biol., X, 93-123, Concepción 1936.
- 20.—SCHWABE, G. H.—Umraumfremde Quellen. Mitt. Ges. Nat. Völkerk. Ostasiens, Suppl. Bd. XXI, Shanghai 1944.
- 21.—SCHWABE, G. H.—Blaualggen und Lebensraum, I, II. Acta Bot. Taiw., II. ser. I, 3-82, Taipei, Formosa 1947.
- 22.—SCHWABE, G. H.—Schizophyceen als ökologische Indikatoren und Testorganismen. Arch. Hydrob., XLII, 474-482, 1949.
- 23.—SCHWABE, G. H.—Hinweise zur Auswertung der Thermalaktivität Islands. Tim. Verkfr., 34, 1-7, Reykjavik, 1949.
- 24.—SCHWABE, G. H.—Karbonate des Bodens in Thermen. XI. Intern. Congr. Limnol., Gent, 1950.
- 25.—SCHWABE, G. H.—Circulación de bioelementos y su aspecto chileno. Concepción, Chile, 1950,
- 26.—STILES, W.—Trace elements in plants and animals. Cambridge, New York 1948.
- 27.—SUAZO, F. L.—Estudio sobre la frecuencia y formas anátomo-patológicas de bocio en Concepción. Bol. Soc. Biol., VII, 85-109, Concepción 1933.
- 28.—VERHANDLUNGEN der BALNEOLOGEN, etc.—D. Bäderverb. 2, Gütersloh, 1949.
- 29.—VOUK, V.—Grundriss zu einer Balneobiologie der Thermen. Basel, 1950.

