

El nuevo fertilizante orgánico mundial (*Ficogua- noide*) y la planta productora (*Microcoleus chthonoplastes* Thur.)

por

PEDRO GONZALEZ GUERRERO

CAUSA DEL DESCUBRIMIENTO DE ESTE ABONO

En mayo de 1933, preocupado por la distribución geográfica de ciertas especies ficológicas, realicé la primera expedición potamofítica que ha hecho España a Ultramar, manteniendo con ella la pira botánica hacia allende y trayendo a nuestros días la fecha (1860-70) en que se realizó por nuestra patria la última expedición a Tierra Firme.

Cuando pasé por vez primera en 1933 por la zona salinera de San Fernando (Cádiz) y vi los numerosos charcos, canales, etcétera, que aquí existen, se apoderó de mi ánimo la idea de visitarlos con detenimiento cuando volviese a España y estudiar las algas que viven en este virginal vergel ficológico.

Dos barcos, «Cabo de San Agustín» y «Montcadi», constituyen para mí dos fechas—5-V-1933 y 9-VII-1950—entre las cuales he realizado el descubrimiento del «ficoguanoide», como consecuencia de mi viaje ficológico al Continente americano.

MIS EXPEDICIONES Y EXCURSIONES FICOLOGICAS A ULTRAMAR Y A NUESTRA COSTA

Expedición a la República Argentina

Desde primeros de mayo hasta últimos de agosto en 1933, realicé una visita a las aguas de Córdoba (República Argentina), em-

barcando en el puerto de Cádiz en el vapor «Cabo de San Agustín», después de contemplar el busto de Mutis, colocado en el Parque del Genovés, de esta bella ciudad.

Excursiones a la costa atlántica

A fines de septiembre de 1941 visité la ría de Pontevedra y los alrededores de La Coruña.

En marzo-abril de 1944 exploré el área salina de San Fernando [Guadalete, Puerto de Santa María, desde El Portal, pasando por Puerto Real, San Fernando y Cádiz hasta Chiclana de la Frontera].

En septiembre-octubre de 1945 visité las salinas de San Carlos, en Bonanza, y resto de Sanlúcar de Barrameda, Chipiona, el área salina de San Fernando [incluyendo la costa, entre los ríos Guadalquivir y Guadalete (La Ballena, Rota, etc.)].

En diciembre de 1945 y en enero de 1946 hago igual itinerario que en la excursión anterior.

En junio-julio de 1949 estudié las salinas de la zona Ayamonte-Isla Cristina; el río Piedras (Cartaya-Faro del Rompido), Gibraltón, Peguerillas, río Odiel hasta Huelva, Rábida y «Punta Umbria»; Río Tinto, en las minas de este río, en Niebla, etc., y en la desembocadura del río Tinto en el Odiel, en la «Punta del Cebo».

También visité la zona salinera de San Fernando, entre los ríos Guadalete, Iro y Cádiz.

Excursión a la costa mediterránea

En junio-julio de 1950 he visitado las salinas de Roquetas y Cabo de Gata (Almería), Mar Menor y San Pedro de Pinatar (Murcia); Torrevieja, Santa Pola y Alicante, etc.; Albufera de Valencia y Turia, salinas de San Carlos de la Rápita, en la «Punta de la Baña» (Puerto de los Alfaques) en el delta del Ebro (l'arragona), etc.

POR QUE LE LLAMO «FICOGUANOIDE»

El «guano», abono nitrogenado producido por organismos, detritus o excrementos de los mismos, se ha originado en sitio desértico a través de milenios y en contacto directo con la atmósfe-

ra. Las Algas que han intervenido en su producción han sido acarreadas a tales lugares por diferentes medios de transporte: corrientes marinas, oleaje, etc., y pertenecen a los Géneros *Lamina*, *Fucus* (Feoficeas), *Chondrus*, *Callithamnium* (Rodoficeas) y otras de raigambre marina, todo ello unido a los cadáveres, etcétera, de animales.

Los Géneros que intervienen en la formación del ficoguanóide: *Microcoleus*, *Lyngbya*, etc., se desenvuelven fuera del oleaje y necesitan condiciones especiales para su desarrollo.

PLANTA FORMADORA DEL MISMO

La planta que forma este abono es *Microcoleus chthonoplastes* Thur. (láms. I, V, fig. 15, por ejemplo), y en ciertas ocasiones se le asocian otras especies que producen un abono de peor calidad.

BIOLOGIA DE «MICROCOLEUS CHTHONOPLASTES» THUR.

El Género *Microcoleus*, lám. I (del griego: Micros = Pequeño y Coleus = Vaina) es una Cianoficea Oscilatoriacea que se caracteriza porque sus individuos tienen una vaina gelatinosa hialina de espesor variable que protegen a uno o a varios hilos llamados «tricomas».

Este Género tiene gran polimorfismo en sus individuos y con facilidad se confunde con otros por el gran mimetismo que presenta con ellos en distintos momentos de su desarrollo.

El estado infantil, constituido por células aisladas en algunas ocasiones, nos lleva al *Chroococcus*, formado por individuos esféricos que cuando no se observan al lado de otros ejemplares más desarrollados es imposible distinguir a cuál Género pertenece la planta en cuestión.

En un estado mayor de su ontogenia (lám. I, fig. 2), si tales tricomas salieron de la vaina gelatinosa que los envuelve, se confunden con *Oscillatoria* y tampoco hay posibilidad de separarlos sistemáticamente.

Cuando se encuentra un tricoma en una vaina (lám. I, fig. 3), la confusión se hace con *Phormidium*, *Lyngbya*, etc., interpretándose como perteneciente a uno o a otro de estos Géneros, según la

«*ecuación personal*» del investigador, y sucede, según que la gelatina sea más o menos mucosa, que la persona que los observe incluya a unos filamentos en *Phormidium* y a otros en *Lyngbya*.

Si la vaina comprende a varios tricomas, entonces la confusión se realiza con *Schizothrix*, tanto en lo que atañe al número de éstos, cuanto en lo que se refiere a su aspecto ramificado.

Todavía quedan otros Géneros: *Hydrocoleus*, *Sirocoleus*, etcétera, con los cuales la confusión es mayor y cuesta gran trabajo el distinguirlos.

De las dos modalidades de reproducción que caracterizan a los vegetales, asexual y sexual, el Género que nos ocupa carece de la segunda, ya que hasta la fecha se desconocen sus células copulantes, quedándole exclusivamente la multiplicación asexual.

En esta forma ágama tampoco presenta la formación de esporas y he tenido ocasión de comprobarlo en los miles de ejemplares que he recolectado en distintos *habitats*, desde Ayamonte hasta Cataluña, pasando por Huelva, San Fernando, San Pedro de Pinatar, Torrevieja, etc.

La manera más frecuente que tiene de multiplicarse es por escisión, lo cual realiza de formas muy diversas.

Todos los organismos tienen una potencia limitada en la división celular, y cuando llegan a este agotamiento divisorio, en general mueren, si es que previamente no han cambiado cromatina, o han adquirido nueva cantidad de la misma, que, cual si fuese excitante, fuerza a las nuevas individualidades a que comiencen su multiplicación con más rapidez que en las últimas mitosis realizadas.

En *Microcoleus chthonoplastes* Thur., no hay gametos (lámina I), y sus células somáticas están sometidas, como todas las demás de la Creación, a sucumbir, en cuyo caso desaparecería la especie, si no se valiese de medios más o menos indirectos para asegurar su descendencia.

El filamento adulto, lozano y bien alimentado antes de que llegue la penuria nutritiva (lám. I, fig. 3), espesa un tabique, lo gelifica y se escinde por aquel sitio, quedando partido en dos, pero heteromorfos en sus zonas polares. Esta forma recién adquirida es fugaz [ya que no responde a la modalidad característica del tricoma adulto, que posee los dos extremos afilados (lám. I, fig. 2)],

porque tiene únicamente un extremo terminado en punta, mientras que el otro es redondeado (lám. I, fig. 8, por ejemplo). La parte redonda de este tricoma neófito se adelgaza hacia fuera y poco a poco adquiere la forma propia del individuo adulto (lámina I, fig. 4).

La polaridad es una función que no se ha estudiado con insistencia en los grupos inferiores de la vida, y menos en las Cianofíceas. En *Microcoleus chthonoplastes* Thur., se carece de ideas referentes a esta cuestión. A primera vista, da la impresión de que carece de polaridad, pero esta idea equivocada es consecuencia de considerar el nuevo tricoma en relación con el individuo completo, es decir, la vaina con los numerosos hilos que tiene en su interior. La vaina carece de esta función, y ello se debe a que es cosa muerta, segregada por uno o varios tricomas que de consuno realicen la misma operación.

Si consideramos un olivo, por ejemplo, la estaca colocada en tierra origina sus raíces en el polo radicular y las yemas en el lugar adecuado, en cualquier posición que lo pongamos, debido a los excitantes gravedad e iluminación, polaridad que muy bien pudiera llamarse *radial* por la dirección del eje terrestre, cuya posición adquieren, más o menos tiempo, los organismos, o parte de ellos, que están erguidos.

Microcoleus chthonoplastes Thur. (lám. I), es adnato, se desarrolla tangencialmente a la superficie de la tierra y tiene una cierta fotofobia, de aquí la necesidad de afilarse en sus dos extremos y, a veces, segregan un capuchón cefálico que, a modo de cofia, le proteja en su crecimiento. Este organismo isopolar tiene polaridad más oscilante que las Fanerógamas, y a la cual se la puede llamar «*polaridad tangencial*».

Estas divisiones del tricoma acaecen generalmente en la parte media del mismo y con el nacimiento del nuevo extremo corre parejas la potencia multiplicadora celular en este sitio, algo alejado en tal función.

La producción de nuevas células origina el alargamiento de los tricomas que se densenvuelven paralelos dentro de la vaina común, y como la rotura es frecuente, el número de hilos que constituyen este haz cada vez se hace mayor (lám. I, figs. 4, 5, 6, 7, etc.).

En los puntos de rotura de los filamentos bien constituídos, rara vez existen células muertas (necridios) (lám. I, fig. 3).

Tales células se producen en los individuos que ya tienen pocas sustancias nutritivas a su alcance o en los que son viejos. Para ello, una célula refuerza su membrana, la gelifica, se aísla de las contiguas, degenera y muere. Las dos partes del tricoma próximas al necridio comprimen a éste en las dos caras opuestas, dándole aspecto bicóncavo. Muchas veces hay varios necridios (células muertas) en el mismo punto (lám. I, fig. 3). La existencia de estos necridios más o menos distantes en un mismo tricoma ha inducido a considerar tal accidente como carácter específico en algunas *Oscillatoria*, produciendo error en la determinación sistemática.

Cuando se cultivan estos filamentos en medios asépticos especiales, la multiplicación celular es la normal, pero si se abandona algo la asepsia del cultivo, entonces se carga de sustancias tóxicas y a todos los filamentos los entra como una «*peste necridial*», quedando el tricoma escindido en muchos trozos que rodeándose de una membrana más resistente que la gelatinosa normal, sufren a modo de un enquistamiento esclerótico y esperan con su gran latencia a que llegue una época de mejores condiciones ecológicas para continuar su desarrollo fisiológico.

El crecimiento de estos organismos incipientes se debe a la gran proliferación celular de sus extremos, ya que por el centro esa multiplicación es menor y en todos los casos los tabiques nuevamente formados son más o menos paralelos, pero nunca normales entre sí, de aquí que sus filamentos sean siempre sencillos.

El filamento adulto (lám. I, fig. 2), de longitud variable, a veces de 1 mm., con los extremos afilados o no, empieza la secreción de su vaina mucosa, poco manifiesta al principio, y si tal filamento se rompe, con necridios o sin ellos y creciendo en direcciones opuestas por los lugares de escisión, aumenta el número de tricomas (lám. I, fig. 6) que tiene el ejemplar.

La vaina, tanto en sus extremos cuanto en su parte media, puede tener aspectos muy variables en hialinidad, grosor, etc., pero en todos ellos se presenta siempre desprovista de epifitos, a pesar de que es un buen medio de cultivo o asidero para especies amantes de la fijeza.

Cuando los ejemplares se presentan con aspecto ramificado (lámina I, fig. 10), pueden confundirse con *Schizothrix*, por ejemplo, pero tal ramificación es más aparente que real; es una rama falsa originada probablemente como una consecuencia de su gran adnación.

En este Género *Microcoleus* no se ha indicado todavía la división longitudinal de los individuos vaginiformes, pero he observado que abundan en la parte inferior del *substratum* con más frecuencia que en la zona elevada del mismo. Interpreto esa diferencia de pseudoramificación, porque la parte inferior más vieja está más en contacto con la necrobiosis que ahí se desarrolla y presentan esa modalidad divisional como medio defensivo para contrarrestar su destrucción.

La escisión (división transversal) de la vaina (lám. I, figs. 7-9) de *Microcoleus chthonoplastes* Thur., es rara, y exceptuando los casos en que los tricomas emergen en la rotura producida por ellos (lám. I, fig. 9), que tienen gran abundancia de necridios dispersos, la estrangulación de esta capa envolvente prácticamente no existe (lám. I, fig. 8).

FORMACION DE ESTE ABONO

Es muy difícil reducir a unos casos generales la heterogeneidad de procedimientos o estados particulares en la cual se encuentran las cosas objeto de nuestro estudio. Igual sucede con la forma múltiple y variada en que se presentan nuestras salinas y esteros de explotación. No es objeto de este trabajo un estudio detallado de cómo se extrae la sal del agua marina en nuestra costa, ni de la distribución que tienen las canteras de explotación de este mineral alcalino.

He visitado en distintas épocas del año, desde 1944 hasta hoy, las salinas y esteros de la costa andaluza atlántica (lám. XXVIII) y las mediterráneas en el verano de 1950. De su estudio comparado reduzco a dos formas principales la disposición de estos yacimientos de «ficoguanoides».

Estas dos formas son: A), la *meandrinosa* o *atlántica*, lám. II (con su variante de escala o peine), y B), la de *tablero de ajedrez* o *mediterránea* (lám. III).

A) *Forma de los esteros atlánticos* (meandrinosa)

Los esteros con aspecto de meandro se extienden desde Ayamonte hasta Chiclana de la Frontera (lám. XXVIII) pasando por Isla Cristina, Huelva, Sanlúcar de Barrameda, río Guadalete, río Iro, etc.

En el tipo atlántico, que también pudiera llamarse de *San Fernando*, por ser en este sitio el más abundante, el agua para la sedimentación de la sal se toma en los «caños» de un gran canal de derivación del Océano (lám. II, fig. 1), llamado río Arillo, en Cádiz, o del «canal de Sancti Petri» en el Este de San Fernando, o de otros lugares, y de los cuales salen canalillos (lám. II, figs. 2, 3, etc.), que conducen el agua a las «naves» de sedimentación (lámina II, fig. 9) o «*atableros salinos*», en los que se produce la sal. Rara vez se toma el agua sin este canal (lám. VII, fig. 1) en San Fernando o en Puerto Real (lám. VII, fig. 2).

Los grandes canales (lám. II, fig. 1) no son adecuados para la formación del «*ficoguanóide*»; el fondo de los mismos no reúne condiciones apropiadas para el desarrollo de la planta formadora de este abono (*Microcoleus chthonoplastes* Thur., por ejemplo), y mucho menos el fondo de los grandes ríos: Guadiana, Odiel, Tinto, Guadalquivir, Guadalete, San Pedro, Iro, etc.

En los esteros (lám. II, figs. 2, 3, etc.), la mayor quietud del agua, entre otras causas, permite el desarrollo de una gran vida ficológica, y de cuyo estudio hay muy poco hecho actualmente en el mundo.

La causa de este abandono hacia las algas salobres se debe al desdén con el cual ha sido mirada esta zona de la costa, que también pudiera llamarse «*zona ficológica de nadie*», pues al ficólogo talasícola le interesa el mar y al ficólogo continental le preocupa el agua dulce, y, como consecuencia de ello, la zona salobre se abandona.

En el meandro laberíntico que forman los canales de último orden, cuando el terreno lo permite se forman también grandes charcos (lám. II, fig. 4), muchas veces con tal cantidad de algas que tapan el agua y solamente se presenta a nuestra vista una alfombra verde más o menos intensa, según la estación del año.

La distribución superficial de las algas que viven flotando en

las aguas de las salinas y que forman el «*epipleon*» (*ovas flotantes*) de estas aguas salobres, producen una curva hipotética unilateral con el óptimo en la proximidad del mar, es decir, en el lugar que el agua es poco salada (lám. II, figs. 2, 3, 4) y disminuye la intensidad ficológica a medida que el agua se concentra o se acerca a las «naves» de sedimentación que carecen del «*epipleon*» (lám. II, figs. 5, 9).

El «*ficoguanoides*» se produce debajo del «*thetopleon*» (*pavimento ficológico*) de salinas y esteros, desde los canales secundarios lám. II, núm. 2), hasta las «*salas*» de los tableros de la sal (lám. II, figura 9), de amplitud y extensión variables, siendo su curva, simétrica birrameal, con el óptimo en los lugares próximos (lám. II, figuras 5, 6) a los tableros de sedimentación, formando el «*subsuelo del thetopleon*» de todos pero colocado debajo y en contacto de esta asociación (láms. III, VII).

Los billones de ejemplares de *Microcoleus chthonoplastes* Thur. (lám. XI, fig. 2), producidos en la zona estratificada y policromática (lám. IV, fig. 2), del suelo de esteros y salinas, constituyen un manto de espesor variable según el tiempo transcurrido, que crece por la parte superior en contacto con el agua salada, con la sal, con otras plantas, con *Artemia salina* (Crustáceos), etcétera, o con todos a la vez, producen su putrefacción y continúa el crecimiento hacia arriba destruyendo a las sustancias orgánicas que encuentre a su alrededor.

Los productos de la necrobiosis se almacenan en la parte inferior (lám. IV, fig. 3) de la zona «*ficoguanoidigena*», no escapando a la muerte los *Microcoleus* que se encuentren en esta zona de la destrucción orgánica, viéndose muchas veces individuos destruidos de este Género en trozos dispersos y negros, de color amarillo, amarillos y azules, negros amarillos y azules, etc., según la descomposición, en los sitios más o menos en contacto con lo que pudiéramos llamar «*zona de fermentación del ficoguanoides*» (lám. IV, figura 3), de color negro y tan mal oliente, que por su hedor excrementicio delata la existencia de tal producto.

Como ya sabemos, la planta «*ficoguanoidigena*» *Microcoleus chthonoplastes* Thur. (lám. I), consta de vaina e hilos celulares en su interior. Ambos elementos, por su debilidad, se destruyen casi al mismo tiempo, pero por su mayor delicadeza las células se des-

componen antes y se ven filamentos constituídos únicamente por sus vainas, de color variable o con escasos elementos citológicos en su interior.

Los tricomas de *Microcoleus* se aíslan unos de otros al principio de la necrobiosis, y las células integrantes de los mismos también se separan, salen a veces de la vaina o quedan en su interior separados en trozos muertos más o menos dispersos.

Tales células, sin su organización normal, se afectan de la citolisis y se destruyen paulatinamente en dirección centripeta, presentándose muchas de ellas aisladas, con aspecto polimorfo, debido a su corrosión mortal hasta que forman puntos negros más o menos reunidos en grumos, síntomas mortales definitivos de su putrefacción cadavérica (lám. IV).

La vaina suele resistir algo más en su muerte, viéndose muchas de ellas mezcladas entre el «*ficoguanóide*» sin células y como único representante vital en esta zona inhospitalaria (lám. IV).

La destrucción de la vaina se realiza de la manera siguiente: el color hialino gelatinoso de la misma se oscurece, y de su gran propiedad repulsiva para los epífitos y sustancias térreas que tiene cuando está viva, se debilita y se carga de tierra, repulsión quizás debida a que la zona abiótica en la cual se encuentra es inadecuada para la vida de los organismos equitantes (lám. IV).

Microcoleus contribuye con la abundancia de sal en el agua a eliminar a muchos seres que penetran en estos dominios.

La vaina escindida presenta mayor superficie para el ataque, tanto por los elementos físicos, químicos, biológicos, etc., cuanto por su inmediata descomposición en los productos finales del catabolismo, que sumándose a los originados *in situ* por otros restos que la precedieron (protoplasma) forman, finalmente, la gelatina negruzca que es el «*ficoguanóide*».

Es fácil observar el tránsito entre los elementos vivos y el abono con todos los estados físicos de la destrucción de la vaina: hialinas, amarillentas, parduscas, negras, etc. (lám. IV), en trozos grandes, medianos, pequeños, puntiformes, etc., en cuyo caso no puede distinguirse si tales puntos negros son de la vaina o del protoplasma, porque la *ficoguanoidización* ha terminado.

Microcoleus chthonoplastes Thur. (láms IV y V, por ej.), posee respiración facultativa aunque con dominio de la oxibiótica,

de aquí su mayor desarrollo en la zona «*ficoguanoidígena*» superior (lám. IV, fig. 7), probablemente en busca del oxígeno que haya disuelto en el agua.

Los ejemplares de *Microcoleus* que están en la parte inferior de esta zona (lám. IV, núm. 2) y en la parte superior de la de «fermentación del abono» (lám. IV, fig. 3), por las pésimas condiciones en que desenvuelve su oxibiocidad, concluyen por originar su muerte y producir el abono que nos ocupa.

La capa de agua (lám. IV, fig. 1) que hay encima de esta planta, es una barrera para la llegada del oxígeno, y ello, unido a los numerosos productos de catabolismo allí producidos: anhídrido carbónico, ácido sulfhídrico, amoníaco, etc., originan un *habitat* casi específico para los únicos habitantes de tales lugares, es decir, para las bacterias, pues no he encontrado micelios de clase alguna.

Tales bacterias anaerobias destruyen a *Microcoleus chthonoplastes* Thur., y son el brazo ejecutor en la producción del abono como producto prefinal en el ciclo de la materia de las Cianofíceas consideradas.

La célula de *Microcoleus* está constituida principalmente de fuera a dentro por pectina, celulosa y materias proteicas, más o menos mezcladas las dos primeras.

La saprobización de la celulosa en este ambiente anoxibiótico se debe a bacterias, probablemente *anoxibióticas obligadas* que segregan enzimas que, descomponiendo la celulosa, originan como productos finales: metano, hidrógeno, alcohol amílico, ácido butírico, etc., que a medida que se originan, se desprende energía, que utilizan estos microorganismos para su desarrollo en tales lugares.

La putrefacción de las proteínas se verifica por bacterias, también anaerobias, que descarboxilando o desaminando a las sustancias albuminoideas desprenden al propio tiempo que energía, anhídrido carbónico, amoníaco, indol, escatol, etc., que son los causantes del olor repulsivo que exhala el «*ficoguanóide*».

Este amoníaco producido constantemente en la descomposición de *Microcoleus chthonoplastes* Thur., va a la atmósfera y se pierden cantidades enormes de este compuesto de tanto interés agrícola.

Contribuye a aumentar la hediondez de este abono el thioaminoácido producido por la actuación de las sulfobacterias, abundantes en estos lugares, enviando tal cantidad de ácido sulfhídrico a la atmósfera que desde que se entra en la zona salinera de San Fernando, por Puerto de Santa María, por ejemplo, hasta que se sale de ella por el tómbolo gaditano o por el río Iro, en Chiclana de la Frontera, se nota el olor fuerte a hidrógeno sulfurado, de igual manera que si respiramos el ambiente atmosférico en las inmediaciones de las minas de Río Tinto (Huelva), o nos acercamos a la «fuente amarga» de Chiclana.

Existen manchones distribuidos por la superficie del abono con cierta irregularidad, de color rojo, y se debe al hierro que existe en algunos lugares de las salinas (lám. II).

También se mezclan con los productos anteriores otros elementos procedentes de la destrucción de *Microcolus* y de las sustancias inorgánicas que rodean a éste.

B) *Forma de las salinas mediterráneas* (tablero de ajedrez)

Todas las salinas costeras que hay en la costa mediterránea (lámina XXVIII) española, desde Roquetas (Almería) hasta las de San Carlos de la Rápita en la «Punta de la Baña» (Puerto de los Alfaques), pasando por Cabo de Gata, San Pedro de Pinatar (Murcia), Santa Pola (Alicante), etc., responden, en general, a este tipo. La enorme extensión de la laguna salina la «Mata» y la de Torre Vieja, en la ciudad de este nombre en la provincia de Alicante, también pueden incluirse en este tipo de yacimiento alcalino.

La salina, tipo «tablero de ajedrez» (lám. III), toma sus aguas merced a un canal de alimentación (fig. 2), que arranca del mar (cerca del Cabo de Gata, en las salinas de este nombre; en el Mar Menor, las de San Pedro de Pinatar (Murcia); en la bahía de Torre Vieja (Alicante), etc.), canal de tres a cuatro metros de ancho por una profundidad de uno a dos metros, más o menos, y este canal distribuye sus aguas a los embalses o «charcones» de las salinas correspondientes y disminuyen las algas a medida que nos acercamos a los sitios en los cuales se deposita la sal (lám. III).

Este tipo salino mediterráneo presenta, lo mismo que el atlántico, un *epibleon* o «techo ficológico», que, a modo de manta,

flota sobre estas aguas salobres, pero constituido por algunas especies diferentes de las del «*techo*» de las salinas atlánticas. Igual que en éstas, descienden, a veces, «*columnas ficológicas*» (*estilipleón*), que se unen con el «*pavimento ficológico*» de tales aguas salobres (lám. III, fig. 3).

Los canales de irrigación (lám. III, fig. 2) carecen de *Microcoleus chthonoplastes* Thur., o si se presentan raros ejemplares; no lo hacen en cantidad suficiente para producir el abono del cual hablamos.

El agua de mar de esos canales penetra por unos portillos de paso (láms. III y XXIII, fig. 2) a grandes albercas, generalmente rectangulares, merced a compuertas que permiten la entrada de mayor o menor cantidad de ella, llamándose a tales depósitos «*charcones*» (lám. XXIV, por ejemplo).

En los primeros charcones (lám. III, fig. 3), el agua de mar con poca salinidad permite el desarrollo de algas eurihalinas (*Cladophora*, *Cocconeis*, etc.), que por las condiciones especiales en que se encuentran: temperatura agradable, cierta quietud, etc., se multiplican con rapidez y forman el «*epipleon*» de este tipo salino.

De los primeros charcones pasa el agua a otros de superficie variable, llamados «*calentadores*», en los que concentrándose la sal se hace ya el agua insoportable para las especies ficológicas anteriores, poco a poco, el «*techo*» se debilita y concluye por desaparecer (lám. III, figs. 4 y 5).

De estos «*calentadores*» el agua pasa a los sitios de sedimentación, y en ellos se deposita la sal. En ocasiones, tanto en los canales de irrigación, cuanto en los calentadores, se produce sedimentación salina.

Al «*pavimento salino*» o fondo de estas salinas no le sucede como al «*techo*», sino que se mantiene uniforme por toda la zona acuática salinera, y así vemos al «*ficoguanoide*» con igual espesor, tanto en los charcones primeros cuanto en los definitivos (lámina III), demostrándose con ello mucha mayor eurihalinidad en *Microcoleus* que en las especies anteriores: *Cladophora*, *Cocconeis*, etc.

El «*ficoguanoide*» se forma en las salinas mediterráneas por igual procedimiento que en las atlánticas anteriormente indicadas.

SU DESARROLLO EN LAS DISTINTAS ESTACIONES DEL AÑO

En esta cuestión prescindo de la zona mediterránea, debido a que la he visitado a finales de junio y principios de julio, y me refiero exclusivamente a la zona andaluza atlántica, ya que he visto en primavera, verano, otoño e invierno, la zona salinera de San Fernando; en otoño e invierno, el núcleo de Sanlúcar de Barrameda, y en el verano, las salinas de Isla Cristina-Huelva.

Todo el año se produce el abono debido a que *Microcoleus chthonoplastes* Thur, es indiferente a la estación y a la salinidad, pero también tiene sus períodos de descanso y de mayor actividad vital.

Diciembre y enero son los meses en los cuales *Microcoleus* sufre un cierto retardo en su desarrollo ontogénico, debido principalmente a las condiciones térmicas, siendo ajeno a la dilución del agua de estos lugares, como consecuencia de la mayor pluviosidad en esta época.

En la primavera se exaltan todas las funciones vitales de los seres vivos y, por lo tanto, *Microcoleus* no escapa a esta condición universal, siendo el abono formado en esta época el más abundante, pero de peor calidad que el producido en el verano y, sobre todo, en el otoño.

En la primavera está muy desarrollado el «techo ficológico» (*epibleon*) y los «mechones ficológicos» en los lugares de las salinas que tengan débil concentración alcalina. Las especies vegetales que allí viven, al reproducirse con intensidad originan una gran «estopa ficológica» flotante que, al descomponerse *in situ*, desaparece la mayor parte del *Cladophoretum*, destruido por la enorme masa de epifitos, y todos ellos sin distinción, cuando los llega su turno, originan productos que, al sedimentarse, alteran la composición química del verdadero *ficoguanoide*. El espesor de éste, crece en esta época en relación con el producido en otra, por ejemplo, septiembre.

El mejor abono se forma en verano y otoño, porque las aguas de las salinas tienen mayor concentración, están más exentas de las especies que forman el «techo», hay menor abundancia de celulosa, dispone de mayor superficie *Microcoleus* que debilita muy

poco su desarrollo, formándose un «*ficoguanoides*», constituido casi exclusivamente por el protoplasma y membrana gelatinosa de *Microcoleus*. Esta planta, bastante eurihalina, tiene sus condiciones óptimas de salinidad en la zona próxima a la de los tableros de la condensación de la sal y, disminuye su presencia, tanto en los sitios próximos a la potabilidad cuanto en los que soportan la sal ya constituida, que pasa por un período de atenuación vital en el verano-otoño, por la enorme presión osmótica que tiene que contrarrestar para seguir realizando sus condiciones difusivas compatibles con la vida.

ESTUDIO DEL «EPIPLEON» O «TECHO FICOLOGICO» Y DEL «CREMASTOPLEON» (MECHONES COLGANTES DE ALGAS) QUE AYUDAN A «MICROCOLEUS» EN LA FORMACION DEL ABONO

Estudiaré tales «*techos*» y «*mechones*» en el Atlántico y en el Mediterráneo.

A) *Atlántico andaluz*

Las algas flotantes en las aguas formadoras de la sal en la zona que se extiende desde Ayamonte hasta Chiclana de la Frontera constituyen una asociación ficológica muy densa y de gran uniformidad por toda esta costa.

Los canales de irrigación (lám. II, fig. 2) y charcos excepcionales formados por condiciones especiales del terreno (lámina II, fig. 4), acumulan enormes masas de algas filamentosas (*Cladophora*, *Enteromorpha*, etc.), que constituyen el flotador náutico vegetal que se enseñoorea por estos *habitats* salinos.

En tales canales (lám. II, fig. 2), a veces se encuentra la superficie cubierta por completo de estas «*madejas vegetales*», como si fuese una manta extendida por la superficie. En otros casos, hay cierta discontinuidad en la distribución de tal «*techo*», probablemente debido a la corriente de agua, que produce en la superficie líneas aféricas de amplitud variable, según las condiciones del desnivel del terreno, cuyas líneas, o corrientes superficiales, desaparecen al existir cierta uniformidad en los altibajos del suelo sumergido.

Ya he dicho anteriormente que esta asociación ficológica flo-

fante, desaparece en las proximidades de las «naves» coaguladoras de la sal (lám. II, figs. 8 y 9).

El color superficial de estos «techos» delata cuál de las plantas domina en ellos. El color verdusco denota que se forma por *Cladophora fracta* Dillw., y el color verde intenso por *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link., por ejemplo.

a) «Techo» de *Cladophora fracta* Dillw. (epibleon)

El *habitat*, bastante uniforme en muchos meses por la costa atlántica andaluza, permite que la gran «maraña ficológica» flotante (láms. IV, VI, VIII, etc.) en las aguas de las salinas tenga cierta constancia, y prescindiendo de los escasos meses invernales—diciembre-enero—, que disminuye algo la vegetación hidrófila, puede indicarse que la presencia de este *Cladophoretum* es constante casi todo el año. El *optimum* de su desarrollo es en los meses de la primavera—abril-junio—, y, a partir de este mes, empieza ya el agostamiento de sus especies, que sufren un descenso invernal en enero, en cuya época se encuentran las formas infantiles de muchas de ellas.

Cladophora fracta Dillw., tiende a la supresión de sus formas reproductoras sexuales (gametos) o para-sexuales (zoosporas), ya que en las numerosas capturas que hice de ellas en las distintas épocas del año y en *habitats* variables: calizos, arcillosos, etc., nunca encontré individuos con tal modalidad reproductora. En cambio, siempre encuentro los ejemplares adoptando la forma vegetativa adulta y en condiciones adecuadas para la escisión. Quizás obligada por las circunstancias tienda a la supresión de la sexualidad, ya que, enemiga de soportar a los vástagos de su propia especie, los repele y tienden a fijarse en un *substratum* mineral, y aunque tolera la composición química del mismo, *prefiere* los que son de *naturaleza caliza*. Así se ven las presas de cemento de nuestros ríos: Aranjuez, Toledo, Guadalajara, etc., que están cubiertas por una alfombra verde de *Cladophora*, cuyos individuos tienen un potente sistema rizoidal que los permite su adherencia al suelo. En cambio, en las *Cladophora* que se desenvuelven en las salinas de nuestra costa no he visto un solo ejemplar con rizoides (láms. VI, VIII, etc.). Interpreto esta modalidad, adqui-

da por la causa siguiente: la zoospora, para desarrollarse, se fija en el suelo; a partir de aquí empieza su división celular y produce, como consecuencia, abundancia de ramas eudéndricas que, repitiendo la ramificación, forma pinceles de extensión y desarrollo variables que infestan el sitio considerado. En el terreno que ocupa la figura C de la lámina VI, por ejemplo, el fondo (señalado en negro en la figura A) carece de material pétreo, ya que sobre el mismo hay una capa de espesor variable de «*ficoguanoides*» de origen orgánico y con unas condiciones adversas para permitir la fijación y subsiguiente desarrollo de plantas petricolas, que unido a la putrefacción que produce rápidamente sobre cuantos vegetales caen en su contacto, determina la eliminación de tales gérmenes reproductores.

También se desenvuelve en ella una necrobiosis radicular muy parecida a la que se observa en *Sphagnum*, que se descompone y pudre por la parte inferior, pero conserva la vitalidad por la zona distal. Es frecuente en el mismo individuo de *Cladophora fracta* Dillw., ver que su zona inferior tiene todos los tránsitos delatadores de la muerte, como son: membrana carcomida y arrugada, protoplasma pardo-amarillento, amarillo o negro, etc., con la parte final adelgazada, arrugada, etc., signos evidentes de su destrucción orgánica, y para compensar a esta constante destrucción presenta gran polaridad yemal, produciendo numerosos brotes distales que contrarrestan la muerte que se le produce en la parte inferior (lám. VI, C).

En ningún ejemplar encontré sistema rizoidal intermedio, delatador de la rotura por aquel punto, para que los rizoides producidos por vía vivipara le sirviesen para la fijación, una vez desprendida de la planta madre a las plantitas portadoras de estos rizoides.

Cladophora es la planta dominante (lám. II, núms. 2, 4, lámina VIII, etc.) por toda la costa atlántica, y la mayor parte de los individuos que integran este *Cladophoretum* están constituidos por ella. De vez en cuando se ven zonas que tienen color verde muy intenso, muy chillón, signo inequívoco de que ha cedido el puesto a *Enteromorpha*.

Cladophora fracta Dillw., es el soporte a veces trófico (lámi-

na VIII, por ej.) de la mayor parte de las algas flotantes que constituyen el «*techq ficológico*» de esta asociación.

El epifitismo exagerado que soporta *Cladophora* ha influido de una manera indirecta en la distribución de algunas especies, haciéndolas aumentar su *habitat* halino. Por ejemplo, *Cocconeis placentula* Ehr. (lám. VI, D, núm. 4) y *Achnanthes gibberula* Grun (lám. VI, D, núm. 2), son Diatomeas de raigambre dulceacuicola, y, por seguir a *Cladophora* para fijarse a ella, se han adaptado a la salinidad y se desarrollan con lozanía sobre el soporte, existiendo en algunos casos tal cantidad de estos epifitos que destruyen a *Cladophora* (lám. VIII, fig. 1')

Algunos Géneros de costumbres infantiles petrícolas (*Ulothrix*, por ejemplo) se multiplican entre estas *Cladophora*, aunque no han adquirido todavía el hábito de adherirse a este *substratum* vegetal.

Los epifitos *Schizothrix Cavanillesii* Gonz. Guerr. (lám. VI) se adhieren con tal fuerza a *Cladophora* que forman en torno de ella, cual si fuesen serpientes enroscadas a su víctima, depresiones por donde pasa la curva envolvente, quedando en ocasiones empotradas a tal profundidad que llegan a molestar y a cortar a la rama de *Cladophora* sobre la cual se enrollaron, observándose este fenómeno lo mismo en las aguas saladas de Isla Cristina que por el resto de la zona salinera atlántica española.

Rosetones de epifitos constituídos por numerosos individuos de la misma especie (lám. VI, C, núm. 9) de *Calothrix scopulorum* (W. et M.) Ag., se adhieren por diferentes lugares al talo de *Cladophora*, produciendo en ella un aspecto muy extraño debido a tal asociación.

Las piriformes *Dermocarpa* (lám. VI, C, fig. 1) se ven con mucha frecuencia distribuidas al azar por las ramas del soporte que con las Diatomeas (*Cocconeis placentula* Ehr. (lám. VI, C, figura 12), con *Exuviaella Cavanillesiana* Gonz. Guerr. (lám. VI, C, fig. 11), con *Microcystis pulverca* (Wood) Forti (Cianoficeas), con *Asterocystis ramosa* (Thwait) Gobi (lám. VI, C, fig. 14), con *Phaeophila floridearum* Hauck (lám. VI, C, fig. 4) (Ulotrical) et cétera), producen tal costra de epifitos, semiparásitos, etc., sobre *Cladophora*, que concluyen por quitar la vida a esta planta (lám. na VIII, microfot. 1, por ejemplo).

Entre las *Cladophora* se observan filamentos sueltos de *Lyngbya aestuarii* Liembman. (lám. VI, C, fig. 10) y *Spirulina breviararticulata* (S. et G.) Geitl., var. *anguiformis* Gonz. Guerr. (lámina VI, C, fig. 6), etc., entretejiéndose todas de tal manera que forman una «selva virgen ficológica» flotante, tan intensa, que impide el tránsito por estos lugares.

Como Género epiplanctónico por excelencia, libre, que existe en todo el «techo ficológico» de las salinas de la costa andaluza atlántica, tenemos a *Gomphosphaeria aponina* Kutz., var. *multiplex* Nygaard (lám. VI, C, fig. 2), que se desliza entre esta maraña vegetal, aunque está representada por pocos individuos.

Todos estos epifitos anteriormente citados buscan refugio en *Cladophora*, flotante, huyendo probablemente de la zona mortífera inferior ocupada por «ficomanoide».

b) Techo de «*Enteromorpha*» (epipleon)

El sitio en el cual he visto mayor abundancia de *Enteromorpha* de toda la costa Ayamonte-Chiclana de la Frontera (lám. VI, figura B), ha sido en las salinas de San Carlos (lám. XVII, fig. 1), en Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), y, sobre todo, a finales de verano. En Ayamonte, Isla Cristina, Río Piedras (Cartaya), salinas de Huelva, Punta del Picacho, en Huelva, y zona salinera de San Fernando (Cádiz), si alguna vez se presenta el *Enteromorphaetum*, es de poca extensión y está más o menos mezclado con el *Cladophoretum*.

En Sanlúcar de Barrameda a veces se encuentra toda la superficie del canal de alimentación completamente cubierta por *Enteromorpha* y, en grandes extensiones, distribuidas por los enormes charcos salinos y constituyen madejas flotantes formadas por individuos que tienen más de un metro de longitud, y tan densas que es difícil cortar la enorme manta de algas que hemos sacado con la vara, llegando en ocasiones a romperse ésta por el peso de la masa ficológica que intentamos sacar, sin conseguirlo, a pesar del esfuerzo que hicimos para ello.

La esporulación y producción de gametos también se atenúa en *Enteromorpha* porque el suelo igualmente es inadecuado para el desenvolvimiento de las formas juveniles sin distinción de Gé-

nero, ahora que *Enteromorpha* está más capacitada para soportar este inconveniente, pues sus gérmenes se adhieren a los distintos soportes que encuentran flotantes (lám. VI, D, fig. 9), a veces sobre su propia madre, y ello hace que se encuentren las formas de ella en todo el año y por todos los lugares salinos de esta región andaluza. También posee mejor adaptación que *Cladophora* para la flotación, debido a que tiene forma de tubo, ramificado o no, los cuales se llenan de aire y, como intestinos vacíos, flotan en los charcos, el viento los mueve llevándolos de un sitio para otro, tanto que formen individuos aislados o que estén reunidos, formando grandes masas ficológicas. Me produjo asombro la vez primera que investigué las salinas de Sanlúcar de Barrameda el dejar señalado para el día siguiente una gran masa flotante de *Enteromorpha*, y al llegar a realizar las observaciones en el nuevo día, encontré que había desaparecido de allí la masa flotante de tales algas, por habérsela llevado el aire a muchos metros de distancia y haberla hecho adquirir forma diametralmente opuesta a la que tenía en el instante de mi primera observación.

Estas *Enteromorpha* tienen menos resistencia a la sequedad que las *Cladophora*, pues se observa con frecuencia en las zonas marginales del agua, manchones amarillentos de estas algas (lám. VI, figura A, 6), signos delatadores de la descomposición de sus individuos que no recobran la vitalidad aunque el agua, por cualquier circunstancia, vuelva a cubrirlas. En los sitios sometidos a la alternancia de las mareas se ven estas mantas secas y amarillas, en las que dominan las *Enteromorpha*, y presenta, en cambio, pocas *Cladophora*, que resisten más a la sequedad que las primeras.

Las *Enteromorpha* soportan aguas más sucias que las *Cladophora*, y, sobre todo, la materia excrementicia humana. He visto en los desagües del alcantarillado de San Fernando (Cádiz) que las *Cladophora* no se encontraban en aquel sitio tan abundante en materia orgánica y, en cambio, tanto en el suelo húmedo enfangado y maloliente, cuanto en el interior del gran canal de desagüe de este lugar, estar formando mechones sueltos, desflecados y abundantes de color verde la citada *Enteromorpha*.

El polo antagónico a *Cladophora* en la admisión de epifitos es *Enteromorpha* (lám. VI, B; lám. IX, núm. 1), etc., que rara vez tiene alguno de los epifitos indicados en *Cladophora*: *Achnan-*

tes, *Exuviaella*, *Dermocarpa*, *Calothrix*, etc. (lám. VII, B, número 4), presentándose generalmente con la superficie limpia y desprovista de elementos de adherencia, vegetales o animales (lámina IX, microf. núm. 1), que contrasta con el aspecto poco vistoso de *Cladophora* (lám. VIII, microfot. 1).

Cuando *Enteromorpha* logra aposentarse en un sitio se establece también allí su satélite *Ulva lactuca* (Ulotrical) (lám. VI, D, núm. 6), que forma muchas veces hojas a modo de lechugas (de ahí su nombre vulgar de «lechugas de mar»), teniendo momentos en el *Enteromorphetum* que sustituye en abundancia a la misma *Enteromorpha*.

Ulva de costumbres geófilas, aflora pocas veces a la superficie del «techo ficológico», y su estado normal de presentarse es debajo del *Enteromorphetum*, más o menos mezclada con la planta formadora de esta asociación.

No se agotan con lo que antecede las especies de estos lugares, pues hay también lapas de agua formadas por distintos Géneros: *Trachelomonas*, *Oscillatoria*, etc.

Oscillatoria margaritifera forma una lapa de muchos metros cuadrados de superficie, avanza o retrocede en una dirección u otra, según la marcha del viento, se desfleca, forma claros en la superficie del agua, etc., y siempre se encuentra en los lugares desprovistos de otras asociaciones ficológicas.

Los dos Géneros dominantes en la costa atlántica andaluza en las salinas, *Cladophora* y *Enteromorpha*, tienen alguna diferencia en la manera de presentarse. El *Cladophoretum* se constituye por una especie: *Cladophora fracta* Dillw., mientras que el *Enteromorphetum* lo forman varias especies de *Enteromorpha* (*intestinalis*, *clathrata*, *ramulosa*, etc.).

Los dos «techos ficológicos» de *Cladophora* y *Enteromorpha* anteriormente indicados y que constituyen la trama ficológica de las salinas, se mezclan más o menos (lám. VI, D), se cruzan sus especies y forman asociaciones mixtas, dominando siempre en ellas *Cladophora*, siendo la distribución vertical cuando hay tal reunión la siguiente: *Cladophora*, *Enteromorpha*, *Ulva*, que es la más resistente a la acción corrosiva del abono.

Como apéndice al «techo ficológico» de las salinas de la costa atlántica andaluza se encuentran los mechones de algas colgantes

(*cremastopleon*) en las aguas salobres, que vienen a ser como una prolongación de los *Cladophoretum* o *Enteromorphetum* indicados (lám. VI, A, núm. 7).

Abundan, como es natural, en el centro de los canales de irrigación de las salinas, y descienden más o menos hasta el abono, pero se descomponen aquí.

Estas columnas de algas tienen las mismas especies ficológicas del «techo» y contribuyen a aumentar el espesor de la sustancia negruzca que hay debajo.

Tanto en el «techo» cuanto en estas columnatas de algas se desenvuelve una vida más o menos intensa, entre cuyos seres abundan los gastrópodos, larvas de diferentes insectos: Dípteros, Coleópteros, etc.

B) «Techo ficológico» de la costa mediterránea

Las algas flotantes que constituyen el «techo» en los «charcones» que reciben el agua del mar sin que haya sufrido condensación en nuestra costa mediterránea, responde, en términos generales, a la indicada en la costa atlántica, en lo que se refiere al *Cladophoretum* (lám. III, fig. 3, por ejemplo). Sin embargo, conviene indicar dos novedades en el «techo ficológico» de las salinas mediterráneas: la mayor abundancia de *Porphyrosyphon Notarisii* Kutz. (lám. V, fig. 13), y la presencia de *Microcystis litoralis* (Hansg.) Forti (lám. V, fig. 1; lám. XII, fig. 2).

La existencia de *Pophyrosyphon* en el techo es un accidente casual, debido a que algunos individuos del fondo han remontado a la superficie y allí se desenvuelven con más o menos fuerza.

La existencia de *Microcystis litoralis* (Hansg.) Forti, es más constante, presenta caracteres macroscópicos delatadores de su presencia en los «charcones» por el color rojizo débilmente amarillento que imprime al techo formado por *Cladophora* y se hace más rojizo en los sitios con menor cantidad de esta Sifonocladial.

A *Microcystis* le es indiferente la concentración salina, presenta gran eurihalinidad, y lo mismo se encuentra en el charcón de entrada del agua de mar, que en los charcones de la sedimentación salina, en los cuales ya no hay algas de superficie (lám. III, números 3 y 7).

Microcystis puede considerarse «*indicador*» para la madurez de la sal en el charcón, pues cuando la sal está ya hecha, encima de ella hay una capa más o menos rojiza, violeta, que la cubre en bastante extensión.

También encuentro otra modalidad en el «*techo ficológico*» (*epipleon*) de esta costa, y es la falta de *Enteromorphetum*. Quizás sea debido el no encontrar *Enteromorpha* en las salinas de la costa mediterránea a que solamente las he visitado en el principio del verano. Debido a esta ausencia, hay una sola asociación en el *techo ficológico* de estas salinas, el *Cladophoretum* (lám. VI, número 3). A esta masa flotante de algas y a sus «*mechones ficológicos*» colgantes (*cremastopleon*) son aplicables cuantas ideas se han indicado para las salinas del Atlántico.

EL «THETOPLEON» (PAVIMENTO FICOLOGICO) DE LAS SALINAS

Igual que en el caso anterior, consideraré el A), Atlántico, y el B), Mediterráneo.

A) «*Pavimento ficológico*» en el *suelo de las salinas del Atlántico andaluz*

Tengo en cuenta solamente dos casos: 1.º, el de San Fernando (Cádiz), y 2.º, el del río Piedras [Cartaya (Huelva)].

En el primero incluyo la zona Ayamonte-Isla Cristina, salinas de Cardeña en Huelva, margen izquierda de la desembocadura del Tinto, salinas del Guadalquivir (Bonanza, Sanlúcar de Barrameda), salinas de los ríos Guadalete y San Pedro (Puerto de Santa María y Puerto Real), salinas de los ríos Arillo, Santi Petri, Iro, etcétera, en San Fernando, Cádiz y Chiclana de la Frontera.

El *pavimento ficológico* de las salinas de San Fernando (láminas IV y VII, fig. 1; lám. XI, fig. 2, etc.) delata claramente esta asociación.

Tal *pavimento* es uniforme por toda la zona atlántica; rara especie de otros *Microcoleus* se mezcla con la que domina en el fondo de los canales, naves, etc., y concluyen por ceder el sitio a *Microcoleus chthonoplastes* Thur. (lám. IV).

Como especie acompañante de *Microcoleus* se encuentra *Chroo-*

coccus giganteus W. West. (lám. IV, fig. 8), que cuando se aleja de la zona de fermentación del «ficoguanóide» vive lozano, pero si está en el fondo, en seguida es atacado por la necrobiosis y desaparece, pudriéndose como los demás seres que allí lleguen.

Hay momentos en que *Microcoleus chthonoplastes* Thur (lámina IV, fig. 7, y lám. XI, microf. núm. 2) forma una sinecia casi pura, pues la mayor parte de los individuos de la asociación pertenecen a este Género.

Los Géneros *Spirulina*, *Holopedia*, *Schizothrix*, etc., se presentan algunas veces acompañando al Género indicado.

Debido a que está solo *Microcoleus* (lám. XI, fig. 2), desenvuelve sus individuos a placer, adquiriendo a veces tal desarrollo sus ejemplares que se confunden con otros Géneros (*Schizothrix*, por ejemplo). Por su respiración facultativa huye de la putrefacción, pues la mala cama, o asiento, producida por él en su parte inferior al descomponerse por allí, le obliga a que también sufra este inconveniente y tienda a elevarse de tal zona, viéndose que algunos filamentos están podridos por su parte inferior y se desarrollan lozanos en la parte alejada (lám. IV, fig. 7). Tales filamentos son negros en la zona profunda, en contacto con el «ficoguanóide», amarillos en las proximidades del mismo (tienen ya los síntomas de la cadaverización), y verde-azulados, o de color azul en la zona distal, que es precisamente la zona de proliferación de esta especie en tales condiciones.

2.º Pavimento ficológico del río Piedras (Cartaya)

El de Cartaya merece mención aparte, y no he creído necesario hacer dibujo de él, porque hago el del tipo mediterráneo, y es igual que éste.

El río Piedras, aguas arriba del puente de la carretera que va a Isla Cristina, presenta en sus márgenes canales divagantes, como corresponde al tramo final de la desembocadura de los ríos y, en estos canales, deja charcos más o menos extensos, con el fondo de color vinoso.

Observada al microscopio esta trama vegetal se encuentra formada por *Lyngbya aestuarii* Liebm., *Porphyrosyphon Notarisii* Kutz., y el clásico *Chroococcus giganteus* W. West.; este últi-

mo, como siempre, en pequeña cantidad. La mayor parte de esta asociación es de *Lyngbya*, que constituye la capa externa de la misma. Debajo de esta zona superficial se encuentra *Microcoleus* muy bien desarrollado, rara vez hay *Lyngbya*, y si está, se halla muerta, de color negro, o con un amarillo tan negruzco que prácticamente hay que suponer que se ha cadaverizado. Debajo de todo, se encuentra el «*ficoguanoides*» ya formado. En este sitio hay una estratificación de arriba hacia abajo en tres zonas: 1.ª, amarilla azulada (*Lyngbya*); 2.ª, azul (*Microcoleus*), y 3.ª, o sea la inferior, negra («*ficoguanoides*»).

El río Piedras es muy calizo por esta zona, y las especies *Lyngbya* y *Porphyrosiphon*, son calcífilos; en cambio, *Microcoleus* tolera la cal, pero prefiere el terreno arcilloso de las salinas San Fernandinas.

B) «Pavimento ficológico» en el suelo de las salinas del Mediterráneo español

Desde Roquetas (Almería) hasta las salinas de la Punta de la Baña, en el Puerto de los Alfaques (Tarragona), hay gran uniformidad en la constitución ficológica. El fondo de los charcones, tanto que sea en los inmediatos al agua de mar, cuanto en los próximos a las albercas de sedimentación salina, existe un aterciopelado color vinoso que está constituido por el desarrollo de *Lyngbya aestuarii* Liebm. (lám. V, fig. 14, y lám. XIII, microfotografía núm. 1).

La zona «*ficoguanoidigena*» por excelencia (lám. V, ug. B), tiene en la capa superior una costra algo coriácea, de aspecto vinoso, que con frecuencia presenta manojos de pelos más o menos desflecados y entrelazados que forman un fieltro algo flojo. El microscopio delata en él una asociación muy uniforme, constituida por filamentos numerosos densamente agrupados (lám. V, figura 14, y lám. XIII, microf. núm. 1), con los individuos muy limpios en general, o presentando alguna vez raros epifitos sobre la superficie de su membrana, algo gelatinosa, pero sin endoepifitos que las taladren. Las vainas de los ejemplares que están en contacto de *Microcoleus* (zona inferior), con frecuencia están va-

cías y muchas veces negruzcas o amarillentas, sin protoplasma, como síntoma evidente de su descomposición.

La zona subyacente (lám. V, fig. 15) se forma por *Microcoleus chthonoplastes* Thur., con gran vitalidad, y se dan muchos casos en los cuales los filamentos de esta planta se yerguen y sobresalen de entre los filamentos de *Lyngbya*, colocados en la parte superior o, por lo ménos, alternando con los ejemplares de ésta.

Tanto el substrato cuanto la parte elevada de esta asociación tiene los asiduos inquilinos de ella, es decir, *Chroococcus giganteus* W. West. (lám. V, fig. 16), que, según el sitio de su colocación, tienen color azulado, amarillento o negruzco indicadores de su estado vital. Algunos individuos participan de los dos últimos caracteres.

Es frecuente ver en algunos sitios de las salinas de Santa Pola (Alicante), cuando el agua deja al descubierto la zona marginal del charcón, que *Lyngbya* tiende a su retracción y forma costras del tamaño de la mitad de medio decímetro cuadrado de superficie aproximadamente, que por su color negruzco contrastan con el blanquecino del fondo del terreno, produciendo como si fuese una «*pelagra ficológica*».

Como asociación accidental en estas salinas está el *Spirulinetum*, que por la gran cantidad de gelatina que tiene, forman asociaciones mucosas, verde-azuladas, muy resbaladizas y con un olor más repugnante que el emitido por el «*ficoguanoides*».

Otra prueba más que denota la mayor resistencia de *Microcoleus* que las otras especies acompañantes para estos lugares, incluso que *Lyngbya aestuarii* Liebm., se demuestra porque en los sitios asoleados del «*pavimento ficológico*» que está formado por los condueños *Microcoleus* y *Lyngbya*, disminuye, e incluso desaparece la segunda en los lugares que tienen un enorme techo de *Cladophora*, y queda como único superviviente el primero.

En todas las salinas españolas, atlánticas o mediterráneas, en los sitios marginales de los charcones, canales de irrigación, etc., se confunden «*techo*» y «*pavimento ficológicos*», mezclándose las asociaciones respectivas y dejándonos perplejos cuál vencerá de ellas, cuando observamos la mezcla recién hecha. Si ésta se hizo hace tiempo, se ve claramente que el *Cladophoretum* ha desaparecido, devorado por el *Microcoleusetum* (del fondo), y se ven

ejemplares de *Cladophora* a medio descomponer, alternando con individuos sanos del formador del abono (*Microcoleus*).

ESTRATIFICACION VERTICAL DEL «FICOGUANOIDE»

Considero dos tipos: 1.º, el de San Fernando, y 2.º, el de San Pedro de Pinatar (Murcia)-Santa Pola (Alicante), que, con Torrevieja y el de Alicante, pertenecen al mismo grupo.

1.º *El «ficoguanoide» atlántica o San Fernandina*

El mejor abono en todos los casos es el que se forma en los sitios en que no hay «*techo ficológico*», es decir, el constituido exclusivamente por *Microcoleus chthonoplastes* Thur., es más puro y tiene mayor cantidad de materia orgánica (procedente de la descomposición de las proteínas del protoplasma) que el que procede de los lugares que tienen «*techo*», debido a que éste tiene abundancia de *Cladophora*, *Enteromorpha*, *Exuviaella*, Diatomeas, et cétera, que por sus costras celulares, con abundancia de celulosa, sílice o materias de otra naturaleza, impurifican al primero.

El de San Fernando (lám. IV, figs. 2-5), nos enseña claramente sus estratos. La capa superior (núm. 1) es el agua de las salinas de espesor variable, desde un milímetro hasta un metro o más.

La zona núm. 2 es la capa germinal de *Microcoleus* o «*ficoguanoidígena*», la parte viva de éste que crece por la parte superior y se descompone por abajo. Son varias las capas que la constituyen, de colores variables, y todas ellas de espesor débil. La capa superior suele ser verde-azulada, y es la que tiene los ejemplares de *Microcoleus* de mayor vitalidad (lám. IV, fig. 7, por ejemplo; lám. XI, fig. 2).

La capa inmediata subyacente tiene color azul oscuro y su espesor es próximamente igual que el que tiene la capa de arriba (lámina IV, fig. 2); debajo de él hay otra zona de color azul negro, en la cual muchos ejemplares de *Microcoleus* están casi muertos, pero conservando algunos trozos con células de cierta vitalidad que concluyen por morir en la capa algo amarillento-parduzca que tienen debajo, de la cual pasan insensiblemente a la zona negra del «*ficoguanoide*» (lám. IV, figs. 3 y 6).

Esta zona negra núm. 3, y de olor nauseabundo, domina sobre las otras, tiene espesor variable según el tiempo que lleve formándose, habiendo sitios que pasa de dos decímetros de espesor.

Si el canal evapora el agua salina que le cubre, deja a veces una costra salina sobre el abono, de dos o tres centímetros de cristales de sal común. El espesor de este abono aumenta desde la orilla del canal o charco hasta el centro de éstos (lám. VI, A; lámina VII), y se delata por las pisadas de las personas o animales que intentaron atravesar por allí al lado opuesto. Las huellas de la orilla tienen poca profundidad, hacia el interior son más profundas, llegando en ocasiones a un decímetro o más, y se observa alrededor de éstas el titubeo que tuvieron aquellos seres, en seguir adelante o retroceder dando un rodeo para salvar el obstáculo. Si por fin atravesaron el canal, se ve el crecimiento del hueco de la pisada desde el borde al centro del charco y la disminución de tal hondonada a medida que se iban acercando a la orilla opuesta. El color negro de la pisada contrasta con el blanco de la sal que cubre al fertilizante.

Debajo de este espesor variable de «*ficoguanoide*» hay una zona blanquecina (lám. IV, fig. 4) de color ceniza, que no iguala, ni con mucho, al gran espesor de la capa anterior y que está constituida principalmente por tierra fina más o menos arcillosa, con gránulos diminutos del abono y con aspecto muy parecido a la ceniza cuando está empapada de agua.

Por último, se encuentra en el núm. 5 de la lám. IV, la zona de contacto con la tierra arenosa del fondo, constituida por gránulos de pequeño diámetro más o menos variables, a veces, de color ladrillo, y débiles residuos de los grumos del «*ficoguanoide*».

El tránsito de unas capas a otras, desde la núm. 2 hasta la número 5 de la lám. IV, no se realiza de una manera brusca, sino que siempre hay zonas de unión más o menos mixtas, con caracteres dominantes de una u otra.

Si consideramos el conjunto del estero: «*atecho*», «*mechón*», agua, «*pavimento*», etc., vemos los siguientes pisos integrantes:

- 1.º *Cladophoretum*, *Enteromorphetum* o asociación de ambas (*epibleon*, y *cremastopleon*).
- 2.º *Ulvetum*.
- 3.º *Capa hídrica*.

4.º *Zona estratificada «ficoguanoidígena»* o del *Microcoleusetum* (*thetopleon*) o pavimento.

5.º *Zona de fermentación* o «*ficoguanoidífera*» (región saprobia).

7.º *Capa cenicienta*; y

8.º *Región mixta de arena y de «ficoguanoidé»*.

El «*pavimento ficológico*» tiene poco espesor en la costa atlántica.

Las zonas que sobresalen por su tamaño son la del *Cladophoretum* (*epibleon*) y la de *fermentación* (región saprobia), pues ésta, a veces, pasa de medio metro de espesor.

Si estos pisos los consideramos en los lugares exentos de «*techo*», hay que prescindir de los dos primeros, y si los suponemos en un *tablero de sedimentación salina*, que tampoco tiene «*techo*», hay que eliminar igualmente a los dos primeros indicados en el caso de mayor complejidad, pero hay que añadir el piso de la sal.

2.º *El «ficoguanoidé» de San Pedro del Pinatar-Santa Pola.*

La estratificación vertical del abono responde a los rasgos generales indicados para las salinas de San Fernando (Cádiz), cuya única diferencia es la falta o escasez de *Enteromorpha* y la presencia de *Lynghya*.

Si consideramos «*techo*», «*mechones*», etc., de arriba hacia abajo, tenemos los pisos siguientes (lám. V):

1.º *Cladophoretum* (*epibleon* y *cremastopleon*).

2.º *Capa hídrica*.

3.º *Lynghyetum* (*thetopleon superior*).

4.º *Zona estratificada «ficoguanoidígena»* o del *Microcoleusetum* (*thetopleon inferior*).

5.º *Zona de fermentación* o «*ficoguanoidífera*» (región saprobia).

6.º *Capa cenicienta*; y

7.º *Región mixta de arena y de abono*.

Si las regiones anteriores las consideramos en un «*calentador*», entonces desaparece el *Cladophoretum*, y si nos fijamos en un «*charcón*» que tenga la sal cristalizada, entonces desaparece el *Lynghyetum* también y con frecuencia se desarrolla sobre la capa

salina una lapa de agua, que mejor estaría llamarla en este caso concreto «*lama de agua*», formada por *Microcystis litoralis* (Hansg.) Forti (lám. V, fig. 1).

ESTUDIO MICROSCOPICO DE ESTE FERTILIZANTE

Una vez que se ha formado el abono en cualquier estero de nuestra costa, podemos realizar su estudio microscópico. Es conveniente para esto, coger el material del centro y orilla del estero que carezca de «techo ficológico» y del centro y orilla de otros esteros que tengan «techo» («epibleon»). El «*ficoguanoide*» cogido, se fija en líquidos conservadores (formol al 4 por 100) que dañan lo menos posible a este abono, permiten su transporte a nuestro laboratorio y resiste hasta que terminamos nuestras observaciones acerca del mismo.

Como de costumbre, considero 1.º, el atlántico, y 2.º, el mediterráneo.

1.º «*Ficoguanoide*» atlántico o de San Fernando (Cádiz).

Elijo el de San Fernando, además de la gratitud a este pueblo por haber descubierto en sus esteros el abono, porque los restantes de la zona Ayamonte-Chiclana de la Frontera (exceptuando los de Cartaya, que se parecen a los de Santa Pola) tienen igual constitución que el Sanfernandino.

Si estudiamos el fertilizante de cualquier sitio del «*área ficoguanoídigena*» de San Fernando (polígono formado por el río Guadalete, el tómbolo gaditano y el río Iro) que se forme en lugar desprovisto de «*techo ficológico*», vemos que la zona superior de contacto con el agua forma una maraña de pelos (lám. IV, núm. 7, y lámina XI, microf. 2), constituida por los millares de individuos de *Microcoleus chthonoplastes* Thur, que se pudren por la parte inferior (lám. IV, fig. 7), y producen una masa amorfa, negruzca, sin diferenciación de clase alguna. debido a su uniformidad en la putrefacción.

El microscopio nos revela en este producto su estructura (lámina IV, fig. 7), formada por sustancia orgánica exclusivamente que proviene de la descomposición de *Microcoleus chthonoplastes* Thur., con los escasos ejemplares de otros Géneros de Ciano-

fíceas que se hayan atrevido a disputar el sitio a la especie indicada.

El «*ficoguanoide*» se presenta a nuestra vista completamente negro (lám. IV y lám. X), con sustancias minerales: sal, arena, etcétera, formando grumos de mayor o menor extensión, sin células vivas, exceptuando algunas veces los raros ejemplares del mismo *Microcoleus*, pero ya con caracteres de putrefacción. Esta sustancia negra es muy adherente al porta-objetos, y para deshacer la preparación microscópica, hay necesidad de utilizar la aguja o una cuchilla para quitar la materia carbonosa y gelatinosa que se adhiere a estos vidrios. Es conveniente poner poca sustancia para ver algo y diluir bastante, pues si no tenemos en cuenta esta precaución, no se ve nada, todo es un campo negro que impide el paso de la luz.

Si la preparación la hacemos de la zona cenicienta (lám. IV, número 4), resulta entonces (lám. IX, microf. 2) que los grumos son de menor tamaño, de color más grisáceo que en el caso anterior y ya se encuentran mezclados con sustancias térreas arcillosas fácilmente deleznable y que, lo mismo que el material anterior, puede emplearse como fertilizante.

Cuando el material procede de la zona mixta (lám. IV, fig. 5), se ven cristales de cuarzo (lám. XI, microf. núm. 1), acompañados de otras sustancias minerales y grumos del abono de amplitud variable que disminuyen hacia abajo hasta que desaparecen, y nos encontramos solamente con materia mineral más o menos arcillosa, silícea, etc.

Este «*ficoguanoide*» gaditano procede de una asociación ficológica, estática, necrófila y saprógena, de colores variables que lleguen hasta el negro, color indicador de que el fertilizante se ha producido.

2.º «*Ficoguanoide*» mediterráneo.

Incluyo en este sitio el de Cartaya (Huelva), aunque esté en el Atlántico y se forme en lugares que no tienen salinas en explotación.

El de San Pedro de Pinatar (Murcia) y el de Santa Pola (Alicante), es muy parecido al de San Fernando, pero de peor calidad. La capa «*ficoguanoide*» (lám. V, figs. B y 14), tiene

Lyngbya encima de *Microcoleus*, formada por numerosos pelos deshilachados o entrelazados de la primera que forman una trama muy densa en la parte inferior (lám. XIII, fig. 1). Esta parte de *Lyngbya* se une más o menos con *Microcoleus* y, entre ambas especies, contribuyen a la formación del abono mediterráneo.

La abundancia de cal en estas aguas hace que se depositen cristales más o menos deformados de caliza (lám. XI, microf. 1), que se mezclan con la materia «*ficoguanoidígena*», haciendo a ésta menos adherente al *substratum*, y es la causa de que se puedan limpiar con más facilidad los portaobjetos en los que se ha estudiado el asunto. También el olor nauseabundo de este producto es más tolerable que el del atlántico. Los grumos de este abono son de gran tamaño y hay que diluirlos bastante para que se observe su estructura monótona y negra, que contrasta con el color opalino que se produce en los cristales de caliza, al dejar pasar débilmente la luz a través de su materia trasluciente.

El material de las salinas de Cabo de Gata (Almería) (lám. XII, microfot. núm 1) es muy silíceo, no produce el olor nauseabundo de los anteriores y tiene muchísimos cristales de cuarzo: prismas, con pinacoides, prismas con pirámides hexagonales, maclas, etc., que filtran la luz a su paso y originan un campo microscópico, más o menos parecido a los destellos de luz producidos por el sol al atravesar los ventanales de una Catedral.

El «*ficoguanoides*» de la Punta de la Baña en los Alfaques (Tarragona), presenta aspecto intermedio entre el de Santa Pola y el de Cabo de Gata, pero más aproximado al de Santa Pola (lámina XIII, microf. 2).

CLÁSIFICACION DEL «FICOGUANOIDE»

Considero la zona peninsular que he explorado (lám. XXIX).

La calidad de este fertilizante depende entre otras condiciones de menor cuantía, de la naturaleza geológica del terreno que sirve de *substratum* al *pavimento ficológico* de las salinas.

La zona atlántica costera de la desembocadura de los ríos Guadiana, Odiel, Guadalquivir, Guadalete, San Pedro, Iro., es de naturaleza muy arcillosa, muy coloide, y es muy apetecida por *Microcoleus chthonoplastes* Thur. Se dice que esta planta es indife-

rente silíceo, calizo, arcilloso, etc., pero tal interpretación es errónea. En las numerosas capturas que hice de la planta en España he visto su preferencia, abundancia y lozanía en los lugares arcillosos, es decir, en la zona de San Fernando, por ejemplo, y en toda la costa Atlántica (exceptuando Cartaya), y como consecuencia su «*ficoguanoides*» es de calidad extraordinaria, al que no iguala el producido en el Mediterráneo.

A simple vista se deduce la buena calidad del producto de este área salina. La marcha sobre los terrenos arcillosos, más o menos mezclados con el abono, es muy difícil, penosa y resbaladiza, por la fácil adherencia del arcilla a los zapatos, pues a medida que se marcha sobre este suelo, la bola de barro negruzco y mal oliente que se nos une a las botas, se hace cada vez mayor, a veces pesa tanto, que es imposible casi levantar el pie del suelo para marchar y hay que quitarse el barro constantemente para poder avanzar algo más, produciéndonos infinidad de caídas y ensuciamiento de nuestros vestidos y epitelios. Esta suciedad negruzca, a veces muy persistente y de difícil separación, llega a teñir con intensidad la porcelana blanca del cazo que utilizo para la captura de las algas.

Tal adherencia a los pies lo saben por experiencia los cazadores en estos lugares, que para perseguir a sus presas se quitan los zapatos y andan descalzos por el cieno, cual si fuesen de pesca. La vez primera que visité estos lugares me produjo una impresión rara el desarrollo hipertélico de las pesuñas de los cerdos de estos lugares en las salinas de San Carlos (Sanlúcar de Barrameda), enclavadas en plena marisma, produciendo a estos animales «*pesuñas esquías*», no registradas en los libros de Biología, muy largas y puntiagudas, que ayudan la marcha a estos animales por estos lugares tan resbaladizos y los retarda el avance en terrenos secos y duros.

La franja salina: San Pedro del Pinatar (Murcia), Torrevieja, Santa Pola y Alicante en esta última provincia, es de naturaleza caliza, modificando algo el *substratum* mineral y produciendo cierta debilitación en el desarrollo de *Microcoleus*. El «*ficoguanoides*» producido en esta franja es de primera calidad, pero no iguala al producido en el Atlántico.

La marcha por estos sitios es más llevadera, y aunque se em-

barran mucho los zapatos, se desprende el barro con más facilidad y no se sufren tantas caídas.

El de Roquetas (Almería) y el de la Punta de la Baña en el Puerto de los Alfaques (Tarragona), tiene mayor cantidad de cal y arena que los anteriores, ocupando un lugar secundario en relación con los de Santa Pola, por ejemplo. En estos sitios se marcha mejor que en la zona de Murcia-Alicante.

Por último, el perteneciente a las salinas de Cabo de Gata (Almería) (lám. XII, fig. 1), tiene mucha cantidad de sílice, con abundancia de grandes cristales de cuarzo, lo cual sirve de amortiguador a la adherencia del abono, disminuye la cantidad de su materia coloidal y la marcha es fácil por estos sitios, porque la adherencia es muy debilitada en relación con los casos anteriores, y nos da la impresión al marchar sobre estos sitios de que vamos por la orilla arenosa de un río: Zújar, Guadiana, Tajo, Manzanares, Henares, Eresma, etc.

Al disminuir la cantidad de abono, el olor característico de esta sustancia orgánica se atenúa, a veces desaparece, permitiendo que se pueda realizar su estudio sin tener que soportar los desagradables olores producidos por los «*ficoguanoides*» restantes, que son precisamente los de mejor calidad.

LIMITES DE ESTE ABONO

Tengo en cuenta los límites físicos, químicos y biológicos.

Físicos

Tres condiciones principales influyen sobre la vida de *Microcoleus*: el calor, el oleaje y la inclinación del terreno.

Las aguas frías repelen a esta planta, impidiendo su desarrollo e incluso eliminándola por completo. Tolerancia mayor frialdad que la sal, pues se encuentra en lugares en que ésta no puede producirse, por el procedimiento corriente de la evaporación acuática.

El empuje violento del agua, es el mayor enemigo físico que tiene el «*ficoguanóide*». En los sitios azotados por el oleaje no se presenta *Microcoleus*.

En los lugares batidos con violencia por el agua, boyas, por ejemplo, no se encuentra *Microcoleus* y, en cambio, viven especies que tienen muy desarrollado su sistema rizoidal (*Enteromorpha*, *Bangia*, etc.), como sucede en las boyas que hay en la ría del Guadalquivir, desde Chipiona, en pleno Atlántico, hasta casi cerca de Coria del Río (Sevilla).

En el mar abierto, Rota (Cádiz), en el tómbolo de Cádiz, Cabo de Gata (Almería), playa de Valencia, Punta de la Baña en los Alfaques (Tarragona), etc., tampoco se desenvuelve *Microcoleus*, a pesar de tener el terreno muy llano en todos estos lugares marinos.

Los acantilados costeros reúnen un doble inconveniente para la vida de *Microcoleus*: Rota, en las inmediaciones de Almería, hacia Roquetas; en Torrevieja, etc., el azote constante del mar no permite la sedimentación de esta especie vegetal, amante de las tres condiciones principales que exige la sal para su precipitación: espacio, tiempo y reposo.

El fondo de la desembocadura de los ríos y los márgenes constantemente bañados que tienen el ritmo de las mareas: río Piedras, en el faro del Rompido; en el Guadiana, en el Guadalquivir, etcétera, con el suelo arenoso y algo movedizo, no es buena condición para el asentamiento de la especie que nos ocupa.

Los penilagos con boca más o menos abierta, bahía de Cádiz, Mar Menor (Murcia), Albufera de Valencia, bahía de Torrevieja, bahía de los Alfaques (Tarragona), etc., tampoco admiten a esta planta.

Químicos

La composición química del agua es un elemento de mucha importancia en la producción del «*ficoguanóide*». Las aguas dulces, estípticas, orgánicas, sulfurosas, etc., le eliminan; en cambio, la sobresaturación de sal, no le suprime la vida activa, aunque la producción de tal abono sufre un cierto retroceso.

No encontré *Microcoleus* en aguas potables. En el meandro de «la herradura», en El Portal (Cádiz), del río Guadalete hay esta planta; en cambio, en Jerez de la Frontera, que el agua es dulce, no hay ejemplar alguno, a pesar de la poca distancia que existe

entre ambos lugares y unidos directamente por el mismo río. En cambio, existe en lugares que tienen mayor concentración salina, «naves», «salas», «charcones», etc., según los nombres vulgares que reciben tales depósitos (lám. XV) Huelva (lám. XVI), en Sanlúcar de Barrameda (láms. XVIII-XXII), en San Fernando (Cádiz) (lám. XXIV), San Pedro del Pinatar (Murcia), etc., viéndose con frecuencia zonas del canal o canales de alimentación de las salinas del área de San Fernando y de estos otros lugares que tienen la sal al descubierto y debajo de ella se desenvuelve con bastante lozanía el *Microcoleus* indicado.

Las aguas muy cargadas de sustancias orgánicas (eusaprobias), impiden su vida; son muy pocos los ejemplares que se encuentran en estos *habitats*: «canal de la rivera» en Ayamonte (Huelva), en los desagües del alcantarillado en San Fernando (Cádiz), y se reemplazan por las saprofilas *Enteromorpha*, *Ulva*, etc., y otras especies depuradoras de estas aguas sucias.

Las aguas con cantidad excesiva de sustancias férricas o cúpricas, tampoco admiten su existencia; por ejemplo, en San Juan del Puerto (Huelva), que por su proximidad al agua salada pudiera muy bien tener esta especie, carece de ella debido al hierro y cobre que el río Tinto vierte al Odiel en este lugar, y mucho menos se presenta en las inmediaciones de Niebla (Huelva), situada unos kilómetros más arriba.

De San Juan del Puerto para abajo, es decir, hacia el Odiel, empieza a desarrollarse paulatinamente *Microcoleus*, adquiere algún desarrollo cerca de la Rábida o margen izquierda del río Tinto en su unión con el Odiel y se extingue en Punta Umbría, pero esto ya es debido al oleaje marino.

Las aguas sulfhídricas del río Tinto y las de la «fuente amarga», en Chiclana de la Frontera (Cádiz), tampoco admiten este vegetal, lo cual parece un contrasentido, pues se desenvuelve en las salinas en los lugares que hay gran desprendimiento de este gas como consecuencia de su putrefacción catabólica.

Biológicos

Microcoleus chthonoplastes Thur., vive entre dos aguas: saladas y dulces, siendo la planta más hiperhalina que conozco. Los

vegetales talasícolas pueden incluso adentrarse en los dominios de *Microcoleus*, como son, por ejemplo: *Padina*, *Fucus*, *Caulerpa*, etc., y las potamófilas *Spirulina*, *Oscillatoria*, etc., realizar lo mismo, pero en cambio *Microcoleus* no se extiende a los dominios característicos de estas especies: al de *Padina*, etc., porque lo impide el oleaje, y al de las potamofilas *Oscillatoria*, porque no soporta el agua dulce.

Las plantas del dominio oceánico constituyen a veces asociaciones indiferentes con *Microcoleus*, mientras escapan a la acción destructora de la zona «*ficoguanoides*», pues cuando llegan aquí son devoradas y contribuyen, también, a añadir su parte alicuota accidental a esta materia fertilizante.

Las especies antagónicas de *Microcoleus* están en las Conjugadas (*Spirogyra*, *Zygnema*, *Closterium*, *Cosmarium*, etc.), y en las Oedogoniáceas (*Oedogonium*, *Bulbochaete*, etc.), de agua dulce, que no intentan avanzar hacia los dominios de *Microcoleus*, porque se mueren en agua salada.

Los Hongos, Muscineas, Pteridofitas y Fanerógamas en general, no son plantas asociables con *Microcoleus*, pues si alguna cae en su zona de acción o «*pavimento ficológico*» del fondo de los charcos de las salinas, son devoradas por el mismo, aumentando el abono, pero en todos los casos rebajan la materia gelatinosa que constituye el primero. El arroz, aunque en algunos sitios su agua de riego tenga cierta salinidad, las labores al remover la tierra que exige su cultivo, eliminan a *Microcoleus*: Albufera de Valencia, delta del Ebro, en La Cava (Tortosa), por ejemplo (láminas XXVI y XXVII).

FANEROGAMA INDICADORA

También el *Microcoleus* tiene sus fitofilas. Son muy pocas las plantas que admite en su compañía, y ello siempre que se coloquen fuera del «*pavimento ficológico*».

Arthrocnemon macrostachyum Mor. (Salsolaceas), delata la existencia del abono. La abundancia de este *Arthrocnemon* (láminas XVII y XVIII, por ejemplo), indican que existe *Microcoleus* y, por lo tanto, «*ficoguanoides*».

Cuanto más tupido sea el matorral de esta Salsolacea, tantas me-

jores condiciones de formación del abono hay en el sitio considerado: Ayamonte, Isla Cristina, Cartaya, Sanlúcar, San Fernando, Roquetas, San Pedro del Pinatar, etc., son ejemplos comprobantes de ello.

DISTRIBUCION MUNDIAL DEL «FICOGUANOIDE»

Son algo imprecisos los límites geográficos de este abono como consecuencia de producirse por *Microcoleus*.

La zona norte de Europa, en general, carece de él, debido a sus condiciones térmicas; pero, en cambio, existe en Europa occidental y por la cuenca del Mediterráneo, en las proximidades de la costa, abundando en mayor extensión en el Mediterráneo meridional.

En Asia se encuentra desde el Japón hacia abajo, tanto en la costa asiática meridional, cuanto en las islas marginales.

En Africa está distribuido por toda la costa, y en América se halla desde la parte Norte de California, y desde Boston hasta la zona próxima al trópico de Capricornio. Australia queda incluida en toda su extensión en el área geográfica de *Microcoleus chthonoplastes* Thur.

En general, podemos indicar que la abundancia de este abono, se acrecienta desde unos cuarenta y tantos grados de latitud Norte y Sur hacia el Ecuador, manifestándose con mayor intensidad en los terrenos muy calurosos, sometidos a gran evaporación y que tengan agua salada en el suelo; de aquí que la costa africana sea un lugar ideal para esta planta. Vive mejor en los lugares arcillosos y lucha por adaptarse a los terrenos silíceos de las desembocaduras de los ríos tropicales.

LAS VIRGINALES CANTERAS ESPAÑOLAS DEL ABONO

La inclinación del terreno es un obstáculo grave para la vida de *Microcoleus* y, por lo tanto, para la formación del «ficoguanoide». Nuestra costa cantábrica y oeste gallega, presenta numerosos acantilados; los ríos que vierten sus aguas en esta costa no producen ensanchamientos de importancia en la desembocadura. Esto, unido a la mayor cantidad de agua que cae en el año, en

comparación con el resto de la península, y a la mayor nubosidad que domina en mucho tiempo del año por tal región, impide que por aquí existan lugares para extraer la sal común.

Las condiciones de producción de sal, son paralelas a la producción del fertilizante, y cada uno de estos productos puede extraerse con independencia del otro, aunque tienen *habitats* muy parecidos o casi iguales.

Las salinas que existen en las islas Baleares he supuesto que siguen en su marcha el camino de las peninsulares y que en consecuencia, responden a los mismos caracteres que las del resto de este mar, en la Península. En mi visita a La Coruña, no he encontrado *Microcoleus*. Por las razones anteriores no he visitado estos lugares con intensidad.

Indico las canteras del producto según los distritos mineros de España.

Distrito minero de Huelva

He visitado la zona Ayamonte-Isla Cristina (lám. XIV). El terreno arcilloso de estos lugares, produce un abono de la mejor calidad; tiene este abono un espesor de seis a ocho centímetros en la orilla de los charcos. Con *Microcoleus chthonoplastes* Thur., conviven especies que no están descritas en la actualidad. Este «*ficoguanóide*» es mal oliente y tiene las características generales del indicado para San Fernando (Cádiz).

Existe una gran superficie plana, muy arcillosa y apta para que se intensifique la producción artificial del fertilizante. La abundancia de los canales de irrigación, y la existencia de grandes charcos, albergan sumergida una capa de abono, más o menos uniforme y de espesor variable, que, de igual manera que sucede en el área de San Fernando, aumenta este espesor desde el borde hacia el centro del charco.

También he visitado el río Piedras en Cartaya, tanto en los alrededores de este pueblo cuanto en su desembocadura en el Océano Atlántico (Faro del Rompido), río que tiene la asociación de *Lyngbya* encima de la del *Microcoleus*, y corresponde, por tanto, a las características del que vive en la zona mediterránea. En el trayecto del río Piedras, desde Cartaya hasta el faro del Rompi-

do, vive muy bien *Microcoleus*, y es un lugar en el cual se puede aumentar la producción de este fertilizante.

Aguas arriba del puente en la carretera de Cartaya a Isla Cristina hay terreno arcilloso muy apropiado para *Microcoleus*, pues se presenta muy lozano en estos parajes.

En la zona de Peguerillas hasta Hueva (10 ó 12 kilómetros de recorrido), el río Odiel marcha en terreno plano, y antes de entrar en Huelva se encuentran las salinas de Cardeña (lám. XV), con el manto característico negruzco del «*ficoguanoides*».

El espesor de su manto en estas salinas es bastante uniforme, ya que pasa en muchos sitios marginales de un decímetro de espesor. En algunos lugares (lám. XV, fig. 1), aflora a la superficie y se ve a simple vista (incluso en la fotografía) el color negruzco que presenta hacia el exterior, que contrasta con el color blanco de la sal.

Tanto en el estuario del Odiel en Huelva, cuanto en el trayecto desde su unión con el Tinto frente a la Punta de la Rábida y a la del «Cebo», en cuyo extremo se levanta la estatua a Colón, hasta «Punta Umbria», en la parte arenosa de estas dunas, no se desenvuelve *Microcoleus*.

En el coto de Oñana, que bordea el Guadalquivir, se presenta muy desenvuelta esta capa de abono, debido a su terreno arcilloso dominante.

Distrito minero de Sevilla

Consideraré la ría bética, la marisma y la provincia de Cádiz.

La parte navegable del río Bético, por excelencia, la he recorrido precisamente buscando en sus bayas *Microcolpus*, el cual no encontré sobre las mismas, ya estuviesen colocadas en pleno Océano, como en las que estaban frente a Lebrija, y, mucho menos, en la proximidad de Coria del Río (Sevilla), en que el agua es casi potable, pues, a falta de otra mejor, ya puede beberse.

La marisma sevillana, muy plana, sometida con frecuencia a las inundaciones del terreno, como consecuencia de las lluvias, a veces nos cortan el paso por el encharcamiento, y nos presentan a *Artrocnemom macrostachys*, el delatador de *Microcoleus* en este terreno.

Esta zona es la más peligrosa para la marcha, pues las caídas son constantes, los atollamientos muy frecuentes, y la prudencia nos dice que marchemos con cautela y que seamos más modestos en nuestras aspiraciones de recorrer esos lugares en todas direcciones.

En terrenos que conservan todavía la humedad de la inundación, pero ya secos, basta remover un poco la tierra para que se nos presente la capa negruzca con los *Microcoleus* vivientes, y cuya capa tiene en muchos lugares más de dos o tres centímetros de espesor, por zonas que la mayor parte del año no tienen agua superficial, y esta alfombra de abono, al secarse, retrae su masa y produce las señales características de este suelo orgánico tan especial.

Provincia de Cádiz

Es la provincia «*ficoguanoidígena*» por excelencia. En Sanlúcar de Barrameda (lám. XVI) están las salinas de San Carlos, de gran importancia. Toda la tierra llana que hay desde el faro de Bonanza hasta la marisma gaditana (inclusive), presenta un terreno plano que muchas veces desaparece su topografía por las crecidas del Guadalquivir, las cuales, al descender, originan grandes charcos muy adecuados en los que vive *Microcoleus*, algunos de ellos con agua más o menos dulce, en los que disminuye *Microcoleus*, y con tal cantidad de ranas, que se presentan con insolencia a nuestra vista, dejándose coger con facilidad, signos delatadores de que en estos lugares no las comen.

La capa de abono en algunos lugares de esta comarca (lámina XVII), incultos y abandonados, tiene más de un decímetro de espesor y aumenta en los canales de irrigación, viéndose muy bien en esta fotografía la masa flotante del *Enteromorphetum*, la cual tiene color verde muy intenso.

Las «*naves*» (lám. XVI, fig. 1), tienen más de un decímetro de espesor de este producto.

La zona costera Chipiona-Rota no es muy adecuada para *Microcoleus*, sus riachuelos son temporales y, exceptuando algún sitio próximo al apeadero de La Ballena, en los cuales hay abun-

dancia de *Chamerops*, y en general, no se presenta bien para la explotación de este abono.

En las inmediaciones de Rota, sembradas de viñedo con terreno muy arenoso, tampoco se presta bien para *Microcoleus*.

El riachuelo salado que hay a unos tres kilómetros antes de llegar al Puerto de Santa María, ya presenta *Microcoleus*, y los lugares llanos se presentan con el clásico *Arctrocnemom*, indicando que el sitio es propicio para establecer nuevas canteras de este fertilizante.

Por fin llegamos al Guadalete, río conocido de todos los españoles y que tanta influencia ha tenido en nuestra Historia. En Puerto de Santa María empieza ya el área «*ficoguanoidígena*» de San Fernando. Sus límites son los siguientes: el río Guadalete, desde el apeadero de El Portal, al Norte; el límite del *Arctrocnemom*, desde aquí hasta Chiclana de la Frontera (Cádiz), al Este; el río Iro, al Sur; el Océano y el tómbolo gaditano, al Oeste (límites aproximados), etc., pasando por los ríos San Pedro, el «canal de Santi Petri», el río Arillo, etc., que cogen en el interior de tal área todos los esteros, charcos, tableros de sedimentación de la sal, etc., que ocupan en total una superficie de unos doscientos kilómetros cuadrados aproximadamente, de lo cual nos da una idea aproximada la fotografía aérea, gentilmente cedida por nuestro Glorioso Ejército Nacional (lám. XXI, fig. 2).

El abono en este área es el mejor, el más abundante y el que tiene mayor espesor en su capa «*ficoguanoidífera*», del cual proceden las primeras experiencias agrícolas que realicé con este compuesto orgánico. En muchos esteros secos queda al descubierto la capa salina superficial de tres a cuatro centímetros de espesor, albergando debajo de ella un subsuelo de «*ficoguanoide*» que, a veces, pasa de dos centímetros en la proximidad de la orilla, siendo mucho mayor en el centro, según delatan las pisadas de los que vanamente intentaron atravesar este cenagal.

El abono abandonado se va secando superficialmente y se producen grietas reticuladas en él, debido a la retracción de su producto, según se desprende de la lám. XIX, fig. 2.

El espolón de tierra que va desde el tómbolo hasta Cádiz y en la zona de contacto con la bahía o directamente con el mar, no tiene *Microcoleus*, pero en la escasa lengua de tierra que hay por

este lugar presenta en su interior, de vez en cuando, manchones de este abono de peor calidad que el comprendido en el área salina propiamente dicha, debido a que ya presenta mayor cantidad de Fanerogamas de distintas especies que las que existen en el *Artrocnetum* del área anterior.

La gran cantidad de pirámides salinas que se observan por doquier (lám. XIX), por ejemplo, nos dice claramente la gran riqueza de abono que constantemente perdemos en esta primera zona salinera de nuestro país, cuyo número de toneladas de «fíco-guanoide» bruto existente en esta zona es de difícil cálculo.

Distrito minero de Almería

Dos núcleos salineros sobresalen aquí: el cabo de Gata (lámina XXIII, fig. 2) y Roquetas (lám. XXIII, fig. 1).

El núcleo salino de Roquetas forma una explanada con la planta *Artrocnetum*, extendida en la mayor parte de ella (unos 10 ó 12 kilómetros cuadrados), que nos indica el sitio para aumentar la cantera de abono. Tiene composición mixta, es decir, muy parecido por su calidad al que se engendra en la Punta de la Baña en los Alfaques.

El de Cabo de Gata, no iguala a ninguno de los «fíco-guanoídes» españoles, ya que la abundancia de cristales de cuarzo, merma su bondad fertilizante y le hace que sea el de calidad más débil de nuestra península. La zona explotable de la sal en este sitio ocupa próximamente unos cuatro kilómetros cuadrados, desde el principio de los «charcones» en la carretera que nos conduce a estos lugares, yendo desde Almería, hasta el último charcón que ya está más próximo al Cabo de Gata, produciendo gran cantidad de sal.

Distrito minero de Murcia

Las importantes salinas de San Pedro de Pinatar (lám. XXIV) toman sus aguas de alimentación del Mar Menor y originan infinidad de charcones de gran superficie que permiten la extracción de muchas toneladas de sal.

El abono producido aquí es de buena calidad y no se puede

indicar el espesor que tenga en el centro del charcón por la imposibilidad de llegar a él, pero en las orillas, que pude medir esta capa en muchos sitios, pasaba de un decímetro de espesor, lo que hace suponer que en el centro alcance cifras mucho más elevadas. Es frecuente ver las asociaciones ficológicas que constituyen el «techo» de este lugar, de color verde pardusco y, sobre las mismas, en ocasiones hay una lapa de agua de color rojo vinoso producido por *Microcystis litoralis*, color que se puede tomar como «indicador» para deducir el punto eutéctico en que la sal haya cristalizado en su mayor parte. Esta cantera de San Pedro de Pinatar se puede calcular en unos veinte kilómetros cuadrados de superficie.

El *Artrocnum macrostachys* se enseorea también por todos estos lugares, presentándose a nuestra vista mucho antes de que hayamos hecho contacto con la capa de abono y, en muchas ocasiones, llega hasta la orilla del «charcón», «calentador» o zona halina del agua, formando grandes asociaciones.

Distrito minero de Valencia

Provincia de Alicante

Siguiendo la línea de costa, Mar Menor-Santa Pola, encontramos la gran zona productora de sal que es Torrevieja, con sus dos enormes lagunas: la del mismo nombre y la de la Mata, de bastante menor tamaño que la primera.

Estas lagunas, que muy bien pudieran llamarse albuferas, por su extensión, influye sobre ellas la precipitación atmosférica anual con mucha mayor intensidad que sobre las demás salinas de España, pero a *Microcoleus* le es indiferente la gran cantidad de agua dulce que se deposita, como consecuencia del agua de lluvia en su cuenca, ya que se desarrolla por igual en un año lluvioso o seco.

La enorme bahía formada en Santa Pola en los terrenos llanos que circunda, forman un sitio ideal para la producción de este abono. La marcha sobre este lugar es penosa, el terreno es bastante adherente y los resbalones y atollamientos son muy frecuentes.

El fertilizante producido aquí es de primera calidad, y su cantidad en toneladas es exorbitante. El espesor de la *capa «ficoguanoidífera»* es muy grande, pues en algunos sitios es mayor de dos decímetros, muy gelatinosa y mal oliente, signos delatadores de su bondad nutritiva (lám. XXV).

Las modestas salinas de Alicante de la «Salinera Alicantina» tienen también su abono, constituido de la misma forma que en las de Santa Pola, y contribuyen en la producción de esta riqueza, en potencia, para nuestra economía nacional.

Todas estas salinas las incluyo formando una franja de «*ficoguanoides*» que va desde San Pedro de Pinatar (Murcia) hasta las salinas de Alicante, pasando por Torreveja y Santa Pola, que forman la zona que sigue en importancia a la gran «*área ficoguanoidífera*» de San Fernando (Cádiz).

Provincia de Valencia

La desembocadura del Turia, comprimida entre playas veraniegas, edificios, puertos, etc., en Valencia no es apta para el desarrollo del abono. La gran Albufera valenciana (lám. XXVI), sometida a la explotación arrocera, elimina a *Microcoleus*, y no se encuentra en ella este vegetal bienhechor de la agricultura.

Provincia de Castellón de la Plana

La falta de salinas y carencia de ríos de cierta importancia y el aprovechamiento agrícola casi integral de su costa, desalojan a *Microcoleus* o, por lo menos, le reducen a límites muy pequeños.

Distrito minero de Barcelona

Provincia de Tarragona

Posee el núcleo salino de San Carlos de la Rápita, en la Punta de la Baña, en el golfo de los Alfaques.

El abono formado aquí como consecuencia de terreno mixto (arcilla, caliza y sílice) se parece al de Roquetas (Almería), y el espesor de su capa pasa de un decímetro en muchos sitios de las

orillas de los «charcones» y «calentadores», y también en los que tienen la sal formada. Estos últimos presentan en bastante extensión un color rojo-vinoso más o menos violeta producido por *Microcystis litoralis*, delatador de la madurez de la sal.

En general, el gran delta del Ebro Tortosa-Punta de la Baña-Punta del Fangal, con los dos canales de irrigación, [lám. XXVII, figura 1) canal izquierdo que riega el enorme arrozal de este sitio (lám. XXVII, fig. 2)], eliminan a *Microcoleus* de los sitios cultivados de arroz.

Provincia de Barcelona

Las costas de Garraf y Brava, por sus enormes acantilados, no presentan buenas condiciones para el desarrollo del «*ficoguanóide*». Sin embargo, el llano de la desembocadura del Prat de Llobregat, en una extensión aproximada de un kilómetro cuadrado, es muy a propósito para establecer canteras de este abono.

CARACTERES FÍSICOS DEL «FICOGUANOIDE»

Este abono recién cogido de su yacimiento tiene color negro intenso, el cual conserva mientras no se le somete a operaciones de purificación. Si está desprovisto de las impurezas que le acompañan, inadecuadas para utilizarle como abono, toma aspecto grisáceo y se reduce a una ceniza muy fina, más o menos polvorienta, que por la sequedad también puede formar terrones.

Es más pesado que el agua; en seguida cae al fondo si se nos desprende de las manos el que cogimos para estudiar sus propiedades en el lugar de la captura y, el color negro se difunde por el agua, cual si fuese la tinta de un calamar, al poco tiempo desaparece. Tiñe mucho las manos, ropa blanca, porcelana, etc., y continúa la mancha negra mucho tiempo.

Tiene olor a excremento humano bastante intenso, debido a los numerosos gases que exhala procedentes de la descomposición de las proteínas que contiene el protoplasma de *Microcoleus chthonoplastes* Thur., y de las que tienen los otros seres vivos que con él coadyuvan a su formación.

Es muy gelatinoso, y con facilidad se puede cortar en trozos

de la forma que se quiera. En el sitio en el cual lo descubrí en San Fernando (Cádiz), cogí un bloque paralelepípedo de un decímetro de espesor por dos decímetros de altura que daba la impresión de ser un bloque de coque utilizado para la combustión de una locomotora.

Arde algo y deja un residuo más o menos ceniciento, desprendiendo un olor intenso a cuerno quemado, delatador del nitrógeno.

Posee un peso específico de 1,631, y $\text{pH} = 8-10$; es muy coiloide, adsorbe el agua en gran cantidad como consecuencia de su imbibición por este líquido. Al secarse forma grietas en la superficie. Es muy resistente al formol (4 por 100), el que quise conservar no conseguí que perdiese su mal olor, y destapado el frasco que le contenía al cabo de tres años, conservaba todavía con intensidad su hediondez.

COMPOSICION QUIMICA

El análisis que indico lo ha hecho mi querido maestro don Román Casares López, Catedrático de Análisis químico en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Madrid.

«FICOGUANOIDE» DE SAN FERNANDO (CÁDIZ) (1)

	%
Materia orgánica	22,01
Carbono	5,87
Nitrógeno total	0,029
Idem amoniacal	0,020
Idem nítrico	0,009
Azufre	1,93
Hierro	1,17

La muestra contiene, además, calcio y alúmina.

(1) El procedente de San Fernando que ha servido para hacer este análisis, transcurrieron quince meses después de que lo cogí y con el cual hice las manipulaciones del horno al rojo sombra y me sirvió también para las experiencias agrícolas indicadas en las páginas siguientes. No se indica la gran cantidad de sal que contiene.

«FICOGUANOIDE» DE SAN PEDRO DE PINATAR (MURCIA)

	%
Materia orgánica	21,60
Carbono	5,76
Nitrógeno total	0,04
Idem amoniacal	0,029
Idem nítrico	0,011
Azufre	1,34
Hierro	2,87

La muestra contiene, además, calcio y alúmina.

TONELADAS DE «FICOGUANOIDE» BRUTO QUE EXISTEN EN ESPAÑA

El que haya visto nuestras salinas, habrá pensado la gran riqueza nacional que suponen.

La sal es una sustancia mineral; el abono que nos ocupa es una producción orgánica, paralela a la primera, pero independiente de ella. Toda costa es apta en potencia para el desarrollo de *Microcoleus*, siempre que no haga mucho frío; de aquí que las grandes latitudes sean un inconveniente para este fertilizante.

La cantidad de sal que se produce en nuestras salinas es muy variable de unos años a otros, según la pluviosidad que durante la cristalización del cloruro exista, habiéndose perdido la cosecha, en ciertas salinas, por la abundancia de agua dulce en momento tan crítico. Este inconveniente, a *Microcoleus* le es indiferente.

En 1948 se extrajeron en España 696.600 toneladas de sal común en nuestra costa, y en el año 1949 se cogieron 546.886.

El indicar el número de toneladas de «ficoguanoide» que hay actualmente en nuestra costa, lleva en sí, causa de error. Observemos la fotografía aérea (lám. XXII, fig. 2), que representa una parte de las salinas de San Fernando. En tal fotografía se observan con claridad los numerosos y largos canales de los esteros, y de las «naves» que sólo se aprecian por quien conoce estos lugares, pero resaltan los primeros en forma de surcos, meandros u otra disposición más o menos caprichosa.

Este abono se produce en todos los esteros y charcones, naves, etc., de las salinas y, en cambio, la sal se extrae únicamente

de los tableros de sedimentación, habiendo una gran desproporción entre la sal y el fertilizante que nos interesa.

El espesor del mismo es muy variable de unos sitios a otros, a veces pasa de dos decímetros.

El espesor de la sal rara vez llega a un decímetro, los tableros de sedimentación son muy reducidos en relación con la superficie ocupada totalmente por la salina, y en ellos se han cogido los miles de toneladas indicadas anteriormente. En los mismos tableros salinos debajo de la sal hay abono.

Deduzca quien quiera a la vista de los datos que anteceden las toneladas de «*ficoguanóide*» bruto y virgen que hay actualmente en España.

LA EXPLOTACION DE ESTE ABONO ES COMPATIBLE CON LA EXPLOTACION
DE LA SAL Y DE LA PESCA

Una vez extraída la sal y pesca de los tableros y esteros en San Fernando, en San Pedro de Pinatar, etc., puede muy bien recogerse el abono en los anteriores yacimientos. El agua más o menos removida y de color oscuro tarda poco tiempo en sedimentarse y desaparecer el color negrusco. Hasta que se vuelva a extraer la pesca (*Mugil*) y la sal, hace falta que transcurra bastante tiempo; todas las aguas están de sobra sedimentadas y aclaradas, e incluso el *Microcoleus* ha generado nuevas cantidades de este abono.

Los charcones de alimentación, los canales abandonados, etc., depositan constantemente abono por las capas inferiores de *Microcoleus*, abono que no se extrae en la actualidad, con gran perjuicio para nuestra economía agrícola.

La mejor época para extraerle es el verano o a principios de otoño, debido a que las salinas dejan al descubierto el «*ficoguanóide*», que puede cogerse directamente del suelo con palas y echarlo en seguida en cubos cerrados u otros depósitos para llevarlos a las fábricas que se establezcan *ad hoc* para impedir la pérdida constante que se hace del nitrógeno y estabilizar a éste, para después utilizarlo en Agricultura.

EMPLEO DEL «FICÓGUANOIDE» COMO ABONO

He abonado con este abono bruto distintas especies vegetales: *Cactus*, *Colleus*, garbanzos, lentejas, trigo, cebada, etc., y en todos los casos la planta a las tres o cuatro horas de ello, dobla poco a poco su tallo, se encurva y concluye por apoyar en el suelo la copa yemal y continúa la marchitez hasta su total destrucción.

Este fenómeno sucede por igual en todas las plantas con las que realicé el experimento, siendo mucho más sensibles al mismo las crasas, lo cual demuestra que no sirve para utilizarlo en bruto.

Dando cortes histológicos a estas plantas abonadas en estas condiciones y, observados al microscopio, se ven las células con principio de plasmolisis, el protoplasma se retrae y deja una zona vacía entre la membrana plásmica del mismo y la, de secreción, vacío que crece hasta que reduce al *minimum* el volumen ocupado por el plasma, en cuyo caso la planta ha muerto. *De ello se deduce que este abono tiene que sufrir ciertas y sencillas manipulaciones para quitarle la excesiva cantidad de sal que alberga en su constitución.*

En vista de lo que antecede sometí el fertilizante a toscos procedimientos químicos para disolver la sal, y conseguí *una sustancia de gran valor agrícola por la influencia que ejerce sobre el desarrollo vegetal, activando su nutrición y produciendo sobre las plantas un gran crecimiento.*

El «*ficoguanóide*» que he empleado como abono purificado procede de los esteros de San Fernando (Cádiz), en cuyo sitio cogí un bloque paralelepípedo de un decímetro cuadrado de ancho por dos decímetros de largo, a los tres meses le introduje en el horno de un fogón de hierro al rojo sombra, pero sin contacto directo con el metal, con objeto de que se evaporase el agua, y a las diez o doce horas de sufrir este calor lo saqué de allí. A los tres o cuatro meses, a partir de este momento, lo eché varias veces en agua y, con el producto cenagoso que se produjo, cuando ya comprendí que se había eliminado la cantidad excesiva de sal, realicé con aquella sustancia las experiencias siguientes: en octubre de 1949 coloqué tierra de jardín en tres macetas distintas, en una

echo «*ficoguanoides*», en otra pongo mantillo del que se utiliza de ordinario en nuestros jardines madrileños, y en la otra maceta dejo la tierra de jardín solamente.

En las tres macetas siembro ocho granos de trigo rubio en cada una, trigo procedente de la cosecha de Navalvillar de Pela (Badajoz), de 1949 (lám. XXIX, figs. 1-2).

En la maceta que tiene «*ficoguanoides*» nacen cuatro semillas a los cinco días de la siembra (lám. XXXI, diagrama A), de línea continua, y a los dos días después nacieron los seis granos restantes. A los quince días de la siembra hice la fotografía núm. 1 de la lámina XXIX, en la cual se ven solamente seis pies, porque dos están colocados detrás.

En la maceta que tiene mantillo nacen dos granos a los seis días de la siembra (lám. XXXI, diagrama C, de rayas), y a los dieciséis días existen solamente siete granos germinados.

En la maceta que tiene tierra de jardín sin abono de clase alguna, nacen dos semillas a los ocho días de la siembra, y tiene solamente seis semillas germinadas, de las ocho que sembré, a los dieciséis días después de haberlas sembrado (lám. XXIX, fotografía núm. 2; y diagrama B de líneas y puntos rojos de la lámina XXXI).

En todos los diagramas anteriores, el círculo indica el día en el cual afloraron los primeros tallitos.

Se ve con claridad en esta experiencia el gran impulso que imprime al desarrollo del trigo nuestro abono, sobresaliendo su poder fertilizante (a pesar de las malas condiciones en que obtuve el producto) sobre el mantillo de uso corriente en Madrid, y queda muy por encima de lo que sucede en la vegetación cuando ésta no se abona con alguna sustancia alimenticia.

En noviembre de 1950 coloqué en dos macetas separadas, arena muy gruesa del río Manzanares, cogida ex-profeso para esta experiencia, muy bien lavada, sin materia orgánica, teniendo los granos de arena un diámetro que oscila entre dos y seis milímetros. A una maceta le agregué «*ficoguanoides*» igual que el de la experiencia anterior y siembro en ella cinco semillas de garbanzos de la cosecha de 1950 de Esparragosa de Lares (Badajoz). A la otra maceta le añadí superfosfato del que usan en esta villa para el trigo.

En la maceta del abono orgánico nacen dos garbanzos a los tres días (lám. XXXII, diagrama A), y a los seis días de la siembra han germinado los cinco garbanzos.

En la maceta con superfosfato, a los cuatro días han germinado tres garbanzos (de los cinco que sembré), y a los seis días de la siembra germinaron todos (lám. XXXII, diagrama B).

Comparando los diagramas de los garbanzos, se ve que el «*ficoguanóide*» tiene también mayor potencia fertilizante que el superfosfato.

Los círculos de los diagramas dicen el día que afloran a la superficie los tallitos.

En septiembre de 1950 coloqué en dos macetas arena semejante a la de la experiencia anterior. A la maceta señalada con el número 1 de la lámina XXX, le añadí «*ficoguanóide*», y a la señalada con el núm. 2, le pongo superfosfato. Siembro en cada maceta seis lentejas del comercio.

En la maceta núm. 1, a los tres días de la siembra nace una semilla (lám. XXXIII, diagrama A), y a los ocho días de la siembra han nacido todas las semillas y hago a los doce días de la siembra la fotografía de la lámina XXX.

En la maceta número 2 nacen tres lentejas a los seis días de la siembra (lám. XXXIII, diagrama B), y a los doce días han salido cuatro lentejas.

También en este caso prevalece el abono orgánico sobre el superfosfato. Los círculos indican el día que salen los tallitos a la superficie.

El «*ficoguanóide*» utilizado en las experiencias anteriores ha perdido mucha riqueza de su poder fertilizante debido a las malas condiciones en que fué obtenido y, a pesar de ello, presenta ventajas positivas para emplearlo como abono en los cereales y en las leguminosas (1).

IMPORTANCIA DE ESTE ABONO EN LA ECONOMIA MUNDIAL

La Humanidad ha consumido la gran reserva de abono orgánico que en su día fué el guano de las Islas Chinchas y ha tenido

(1) Continúo las experiencias del *ficoguanóide* sobre gramíneas y leguminosas en el campo.

necesidad de buscar fertilizantes que sustituyan al primero, haciéndolo por vía sintética, los cuales no pueden competir con los abonos que la Naturaleza proporciona.

El «*ficoguanoides*» es el heredero actual del extinguido guano, y también, como él, es producido por organismos, vegetales en este caso: *Microcoleus chthonoplastes* Thur., cuya actuación en Agricultura se encuentra en estado potencial.

La importancia del mismo en la economía española creo que no hay necesidad de encarecerla; de todos es conocida la gran escasez de fertilizantes.

COMPENDIUM

Cum ista opera aperit et describit et indicat se formationem et mundialem distributionem novi organici alimenti ad plantas quod denominō «*ficoguanoides*». Etiam indicat se quantitatem quam habet in Hispania et agricola experimenta quae facta sunt cum illo in gramineis et leguminosis.

ICONOGRAFIA

LÁMINA I

Biología de *Microcoleus chthonoplastes* Thur.—1: filamento aislado de *Microcoleus*, con varios tricomas en el interior de la vaina y salida de alguno de ellos.—2: un tricoma aislado con los extremos afilados y principio de la secreción de la vaina gelatinosa.—3: un filamento con dos *necridios*, causa de la escisión del tricoma.—4: un filamento con el tricoma escindido pero sin *necridios* en el lugar de la rotura de aquél.—5: alargamiento de estos nuevos tricomas.—6: individuo bien desarrollado de *Microcoleus*.—7: rotura del filamento y de los tricomas con varios *necridios* en el lugar de la rotura.—8: otro ejemplar con la vaina casi rota.—9: salida en manojos de los tricomas una vez que la vaina se ha roto ($\times 280$ diámetros).

LÁMINA II

Esquema de una salina del Atlántico andaluz [San Fernando (Cádiz)].—1: canal principal (Sancti Petri, por ejemplo) que toma el agua directamente del mar.—2 y 8: canales secundarios que reparten el agua a las naves o «salas» (9) de los tableros salinos (algunas de color rojizo por el hidrato férrico).—10: pirámide de sal.

Esquema de un estero (criadero de Mugil (lisás)).—3-5: esteros en meandro con techo (*Cladophoretum*) o sin él.—4: un charco con *Cladophoretum*.—6-7: estero en forma de escala con «techo» (*epibleon*) o sin él.—A: canales de color rojo debido al Crustáceo (*Artemia salina*) o al hierro.

LÁMINA III

Esquema de una salina de nuestro Mediterráneo (San Pedro de Pinatar-Santa Pola).—1: Mediterráneo.—2: canal principal del agua salina.—3: «charcón» primero con las enormes «mantas» o «techos ficológicos» formados por el *Cladophoretum* (*epibleon*).—4-7: «acalentadores», desprovistos de «techo ficológico» en los que se precipita la sal.—7: lama de agua formada por *Microcystis litoralis* (Hansg.) Forti (Cianoficea), indicadora de la sal madura.—8: pirámide de sal.—Línea A-B: corte esquemático a lo largo del «tablero salino de ajedrez».—3: «techo ficológico» y «mechones ficológicos colgantes» (*cremastopleon*), formadas por el *Cladophoretum*.—3, 4 y 7: el «pavimento ficológico» (*thetopleon*) de color negro del «ficoguanoide», constituido por *Microcoleus chthonoplastes* Thur. y la sal formada en el núm. 7, sobre el abono. (Los pelos representan el *Lynghyetum*.)

LÁMINA IV

Estratificación del «ficoguanoide» en un canal sin «techo ficológico» (*epibleon*) en el «área ficoguanoidea» de San Fernando (Cádiz).—1: agua salobre.—2: zona estratificada «ficoguanoídigena» formada por *Microcoleus chthonoplastes* Thur., que decrece la vitalidad de esta especie de arriba hacia abajo.—3: capa de fermentación del abono o «ficoguanoídifera» (región *saprobia*).—4: capa cenicienta; y 5: región mixta del fertilizante y de la arena (*peloides*).

6-7: estudio microscópico de un «pavimento ficológico» o «*thetopleon*».—7: *Microcoleus chthonoplastes* Thur., con la parte inferior amarillenta o negra («ficoguanoide») según su descomposición en la zona *saprobia* (6); y 8: *Chroococcus giganteus* West., con un ejemplar descompuesto en la zona de la *nerobiosis* ($\times 80$ diámetros).

LÁMINA V

Estratificación del «ficoguanoide» en la franja salina: San Pedro de Pinatar-Santa Pola, en un «calentador» sin techo ficológico (*epibleon*).—A: agua salobre.—B: zona estratificada «ficoguanoídigena» formada por *Microcoleus* en la parte inferior y por *Lyngbya* (zona de pelos en el dibujo) en la superior.—C: capa de fermentación del abono o «ficoguanoídifera» (región *saprobia*).—D: capa cenicienta; y E: región mixta de arena y de abono (*peloides*).

Estudio de un «techo ficológico» (*epibleon*).—0: *Spirulina breviarticulata* Gardn.—1: *Microcystis litoralis* (Hansg) Fort.—2: *Asterocytis ramosa* (Thwait.) Gob.—3: *Cladophora fracta* Dillw.—4: *Exuviaella Cavanillesiana* Gonz. Guerr.—5: *Dermocarpa hemisphaerica* S. et G. in Gardner.—6: *Gomphosphaeria apoina* Kutz., var. *multiplax* Nygaard.—7: *Achnanthes gibberula* Grun.—8: *Schizothrix cavanillesii* Gonz. Guerr.—9: *Radiofilum irregulare* (Wille) Brunnth.—10: *Stauroneis anceps* Ehr.—11: *Coccoeis placentula* (Ehr.).—12: *Phaeofila floridearum*; y 13: *Porphyrosiphon Notarisii* Kutz. ($\times 280$ diámetros).

Estudio de un «pavimento ficológico» (*thetopleon*).—14: *Lyngbya aestuarii* Liebm.—15: *Microcoleus chthonoplastes* Thur., que forma el «pavimento inferior» o región «ficoguanoídigena».—16: *Chroococcus giganteus* W. West; y 17: región «ficoguanoídifera» o *saprobia* (subsuelo ficológico). ($\times 280$ diámetros).

LÁMINA VI

A: Esquema de dos canales de los esteros, con algas, en la zona salinera de San Fernando (Cádiz).—A: 1 y 2: capa de agua con el «ficoguanoide» subyacente (en negro).—3: *Enteromorphetum* (*epibleon*).—4: *Cladophoretum* (*epibleon*).—5: *Cladophoretum* con ejemplares muertos (color amarillo).—6: caballón que separa dos canales.—7: «mechones colgantes de algas» (*cremastopleon*); y 8: zona de contacto del *epibleon* y del *thetopleon*.

B: *Enteromorphetum (epibleon)*.—1: *Dermocarpa hemisphaerica* E. et G. in Gardner.—2: *Exuviaella cavanillesiana* Gonz. Guerr.—3: *Achnanthes gibberula* Grun.—4: *Calothrix scopulorum* (W. et M.) Ag.; y 5: *Enteromorpha clathrata* (Roth) J. Agardh. (Estas especies constituyen el «techo ficológico» del *Enteromorphetum*.)

C: *Cladophoretum (epibleon)*.—1: *Dermocarpa hemisphaerica* S. et G. in Gardner.—2: *Gosphosphaeria aponina* Kutz., var. *multiplex* Nygaard.—3: *Achnanthes gibberula* Grun.—4: *Phaeofila floridearum* Hauck.—5: *Schizothrix cavanillesii* Gonz. Guerr.—6: *Spirulina breviararticulata* Gardn.—7 y 8: *Cladophora fracta* Dillw.—9: *Calothrix scopulorum* (W. et M.) Ag.—10: *Lyngbya aestuarii* Liebm.—11: *Exuviaella cavanillesiana* Gonz. Guerr.—12: *Cocconeis placentula* (Ehr.).—13: *Microcystis pulvereae* (Wood) Forti.—14: *Asterocytis ramosa* (Thwait.) Gob. (Estas especies constituyen el «techo ficológico» del *Cladophoretum*.)

D: Mezcla de *Cladophoretum* y *Enteromorphetum*.—1: *Dermocarpa hemisphaerica* S. et G. in Gardner.—2: *Achnanthes gibberula* Grun.—3: *Calothrix scopulorum* (W. et M.) Ag.—4: *Cocconeis placentula* (Ehr.).—5: *Lyngbya aestuarii* Liebm.—6: *Ulva Lactuca*.—7: *Phaeofila floridearum* Hauck.—8: *Schizothrix Cavanillesii* Gonz. Guerr.—9: *Enteromorpha clathrata* (Roth.) Ag.—10: *Exuviaella Cavanillesii* Gonz. Guerr.—11 y 12: *Cladophora fracta* Dillw.—13: *Asterocytis ramosa* (Thwait.) Gob. (Estas especies constituyen el «techo ficológico» en la asociación mixta de *Cladophora* y *Enteromorpha*.) (× 280 diámetros.)

LÁMINA VII

Fig. 1: Bloque continental-oceánico en un estero de San Fernando que se nutre sin canal de alimentación.—1: Océano.—2: «Pavimento ficológico» de abono (color negro).—3: canales de agua salobre.—4: caballones con *Artrocneumon macrostachis* (Salsolaceas).—5: Pirámide de sal.—6: *Agave americana* (pita).

Fig. 2: Bloque continental-oceánico en un estero de Puerto Real en la bahía de Cádiz con alimentación directa del mar.—1: Bahía de Cádiz.—2: Caballones con *Artrocneumon macrostachis* (Salsolaceas).—3: *Opuntia* (tunas).—4: *Retama*.—5: *Chamerops* (palmito).—6: *Juncus*.—7: *Pinus*.—8: *Urginea* (cebolla albarrana).—9: fondo silíceo-arcilloso; y 10: «pavimento ficológico» con el «ficoguanoide» de color negro.

LÁMINA VIII

Fig. 1: *Cladophora fracta* Dillw., cubierta de epifitos en el «techo ficológico». Isla Cristina (Huelva), 26-VI-1949. × 70 diámetros. Microfotografía.

Fig. 2: *Cladophora fracta* Dillw., con algunos epifitos en el «techo ficológico» de las salinas de «Cardeña» Huelva. 2-VII-1949. Microfotografía × 70 diámetros.

LÁMINA IX

Fig. 1: Microfotografía del «techo ficológico» de las salinas de Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), *Enteromorpha clathrata*. 4-X-1945. × 65 diámetros.

Fig. 2: Microfotografía del «techo ficológico» de las salinas de San Fernando (Cádiz), *Cladophora fracta* con numerosos epifitos. 3-X-1945. × 65 diámetros.

LÁMINA X

Fig. 1: Microfotografía del «ficomorfoide» de San Fernando (Cádiz). 2-X-45. × 65 diámetros.

Fig. 2: Microfotografía de la capa de ceniza del abono de San Fernando. 6-X-1945. × 65 diámetros.

LÁMINA XI

Fig. 1: Microfotografía de la capa mixta de arena y abono (peloide) de San Fernando. 1-X-1945. × 65 diámetros.

Fig. 2: Microfotografía de *Microcoleus chthonoplastes* Thur., del «pavimento ficológico» de San Fernando (Cádiz). 3-X-1945. × 65 diámetros.

LÁMINA XII

Fig. 1: Microfotografía del fertilizante de las salinas de Cabo de Gata (Almería). 26-VI-1950. × 65 diámetros. Con gran cantidad de cuarzo.

Fig. 2: Microfotografía del «techo ficológico» de las salinas de San Pedro de Pinatar (Murcia). 3-VII-1950. × 65 diámetros. *Cladophora fracta* soporta a *Mycrocystis litoralis*, que forma esta última una lapa de agua (manchas oscuras en la fotografía).

LÁMINA XIII

Fig. 1: Microfotografía del «pavimento ficológico» en las salinas de Santa Pola (Alicante). *Lynxbya aestuarii*, desprovista de epifitos. 7-VII-1950. × 65 diámetros.

Fig. 2: Microfotografía de la capa cenicienta del ficomorfoide en San Carlos de la Rápita (Tarragona). 9-VII-1950. × 65 diámetros.

LÁMINA XIV.

Dos canteras de abono en las salinas de Isla Cristina, rodeadas por los *Juncos*. 27-VI-1950.

LÁMINA XV'

Dos aspectos de las salinas de «Cardeña», Huelva, en las que afloran a la superficie las costras del fertilizante de color negro. 28-VI-1950.

LÁMINA XVI

Fig. 1: Tablero de sedimentación salina en «San Carlos», Sanlúcar de Barrameda (Cádiz). 28-IX-1945.

Fig. 2: *Arctrocnemum macrostachys* (Salsolacea), indicadora de la gran cantidad de abono que se forma en esta zona marismiega. Sanlúcar de Barrameda (Cádiz). 28-XII-1945.

LÁMINA XVII

Fig. 1: *Enteromorphetum (epibleon)* en un canal salino de Sanlúcar de Barrameda (Cádiz). 28-IX-1945.

Fig. 2: *Arctrocnemum macrostachys* y su asociado *Microcoleus chthonoplastes* en la marisma gaditana. 29-XII-1944.

LÁMINA XVIII

Dos zonas salineras en Puerto Real con *Arctrocnemum* y *Microcoleus*. 12-IV-1945.

LÁMINA XIX

Dos depósitos de «ficoguanoides» en las salinas de San Fernando. 15-IV-1945. Al fondo, en la segunda fotografía, una gran pirámide de sal.

LÁMINA XX

Fig. 1: «Tablero de sedimentación» o «naves» de la sal; y fig. 2: agua más o menos salobre para precipitar la sal. San Fernando. 16-IV-1944.

LÁMINA XXI

Fig. 1: Canal de irrigación en la baja marea, que junta el *Cladophoretum*, del «techo ficológico» con el «pavimento ficológico» del *Microcoleussetum* en San Fernando. 28-XII-1945.

Fig. 2: Tablero de sedimentación salina en San Fernando. 29-XII-1946.

LÁMINA XXII

Fig. 1: Canal de irrigación en San Fernando. 20-IV-1945.

Fig. 2: Fotografía aérea de una zona de San Fernando.

LÁMINA XXIII

Fig. 1: Salinas de Roquetas (Almería) con *Microcoleus* y *Artrocnemum*. 27-VI-1950.

Fig. 2: Calentadores de las salinas de Cabo de Gata (Almería). 27-VI-50.

LÁMINA XXIV

Fig. 1: *Cladophoretum (epibleon)* o techo ficológico en las salinas de San Pedro de Pinatar (Murcia). 1-VII-1950.

Fig. 2: Aspecto de un calentador con abundancia de abono. San Pedro de Pinatar (Murcia). 1-VII-1950.

LÁMINA XXV

Dos aspectos de los charcones o «calentadores» en las salinas de Santa Pola (Alicante), con más de dos decímetros de espesor en el fertilizante. 2-VII-1950.

LÁMINA XXVI

Dos sitios de la Albufera (Valencia), sembrados de arroz que hacen el suelo inhabitable para el «*ficoguanoide*». 26-VI-1946.

LÁMINA XXVII

1: Canal izquierdo de riego, y 2: Arrozal en el delta del Ebro, La Cava [Tortosa (Tarragona)], que impiden el desarrollo de *Microcoleus chthonoplastes* Thur. 9-VII-1950.

LÁMINA XXVIII

Lugares en los cuales están las virginales canteras del abono en las salinas atlánticas y mediterráneas españolas.

El «fertilizante» se encuentra en mayor cantidad en la zona salinera de San Fernando, le sigue la franja de San Pedro de Pinatar-Santa Pola y, a continuación, los restantes núcleos de esta sustancia.

LÁMINA XXIX

Fig. 1: Desarrollo vegetativo de ocho granos de trigo a los quince días de su siembra en terreno de jardín abonado con «*ficoguanoide*». (Dos pies están ocultos por los otros tallos.) X-1949. Germinaron todos.

Fig. 2: Idem íd. en terreno sin fertilizante. Germinaron seis granos. X-1949.

LÁMINA XXX

En la maceta núm. 1, echo el abono y seis semillas de lentejas del comercio, y en la núm. 2 pongo otras seis semillas de lentejas pero sin abono; en la última germinan solamente cuatro semillas. La arena procede del río Manzanares, está bien lavada y desprovista de materia orgánica. IX-1950. (Desarrollo en doce días.)

LÁMINA XXXI

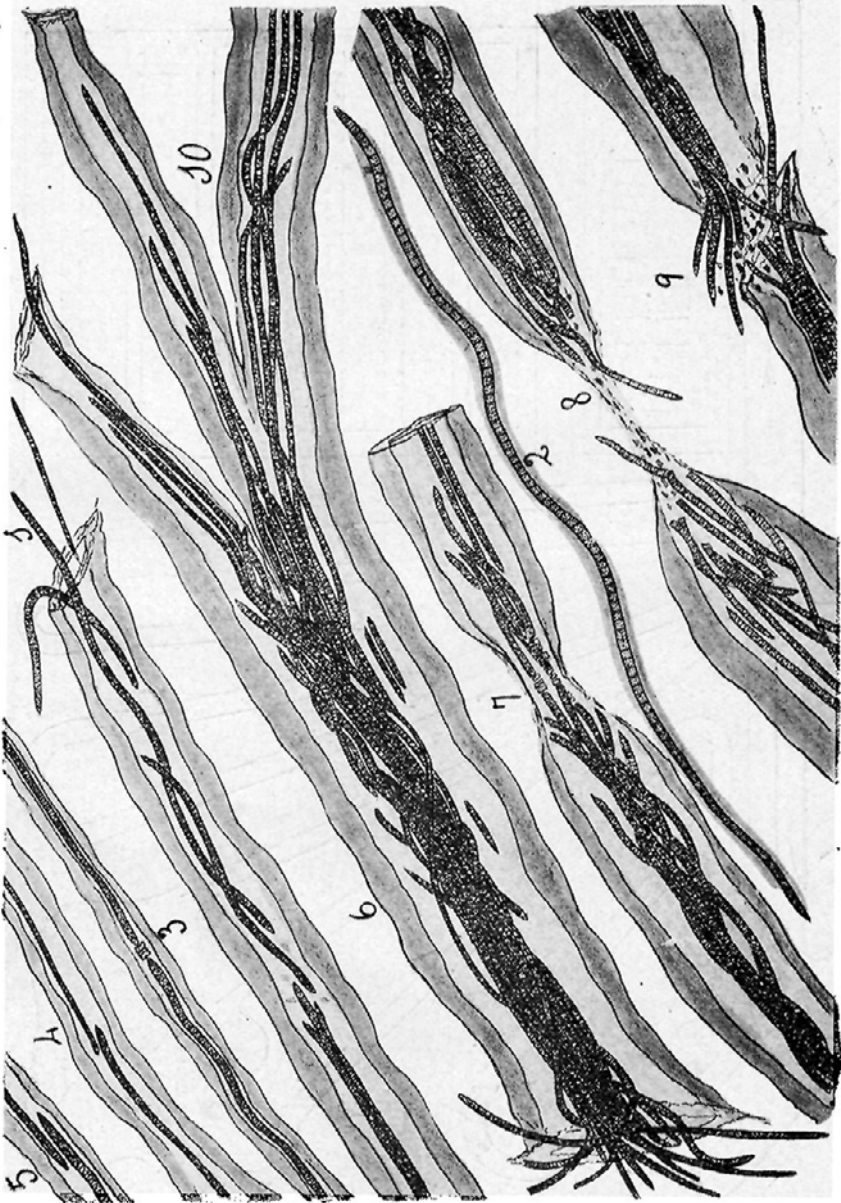
Diagrama del desarrollo de la vegetación de ocho granos de trigo rubio en cada maceta durante quince días. En A: la maceta está abonada con «ficoguanoides»; en C: con mantillo, y en C: no tiene uno ni otro. (El círculo indica el día en el cual afloraron los primeros tallitos.) X-1949.

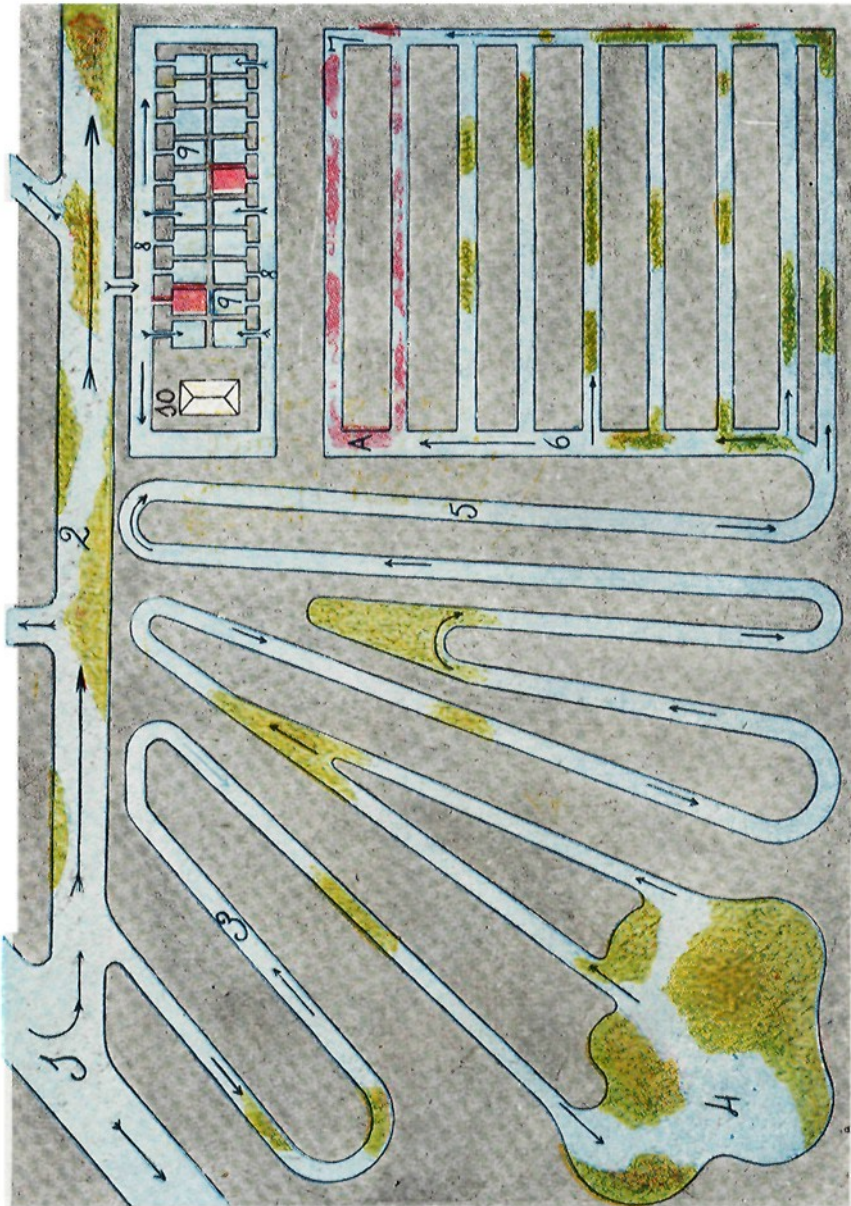
LÁMINA XXXII

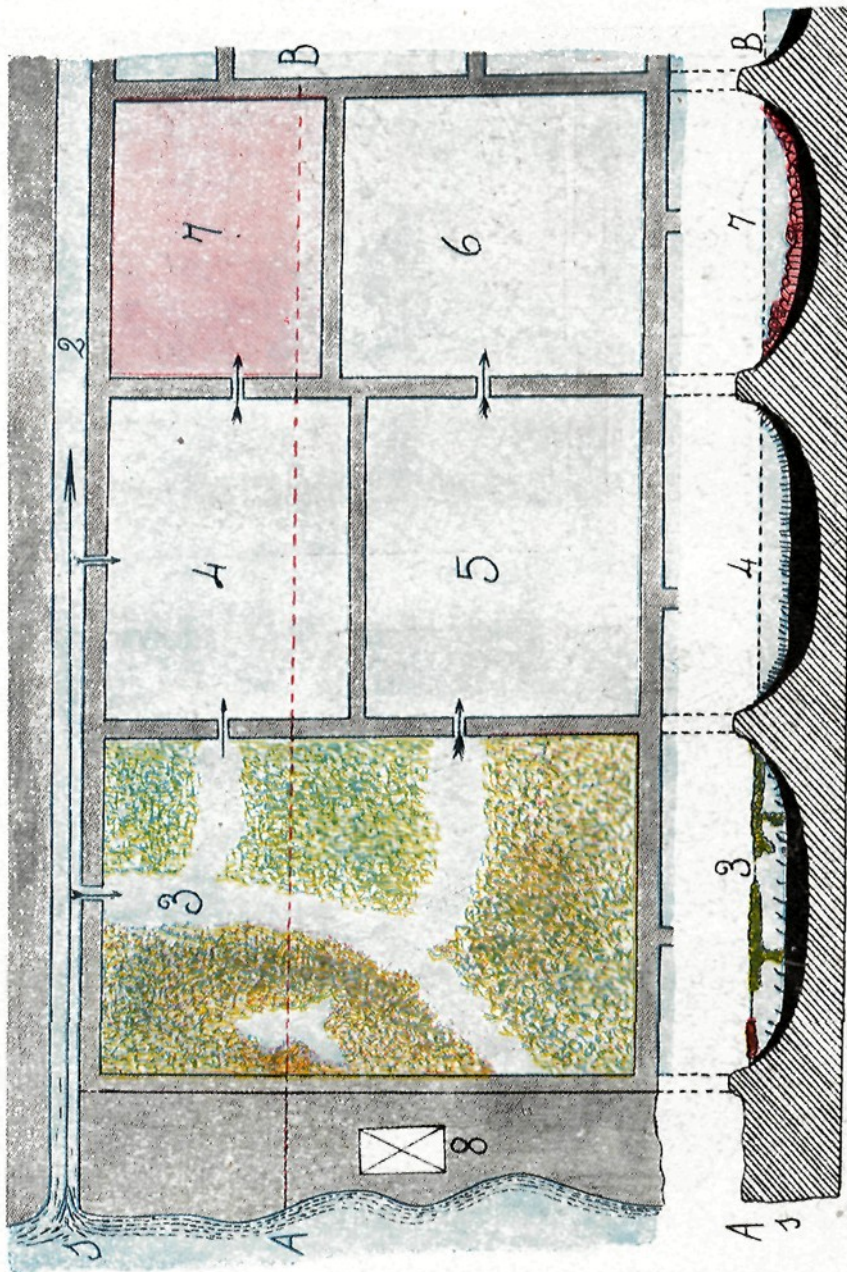
Diagrama de la vegetación de cinco semillas de garbanzos a los nueve días de su siembra en cada maceta. En la maceta A, con «ficoguanoides»; en la B, con superfosfato. (El círculo indica el día en el cual afloran los primeros tallitos.) XI-1950.

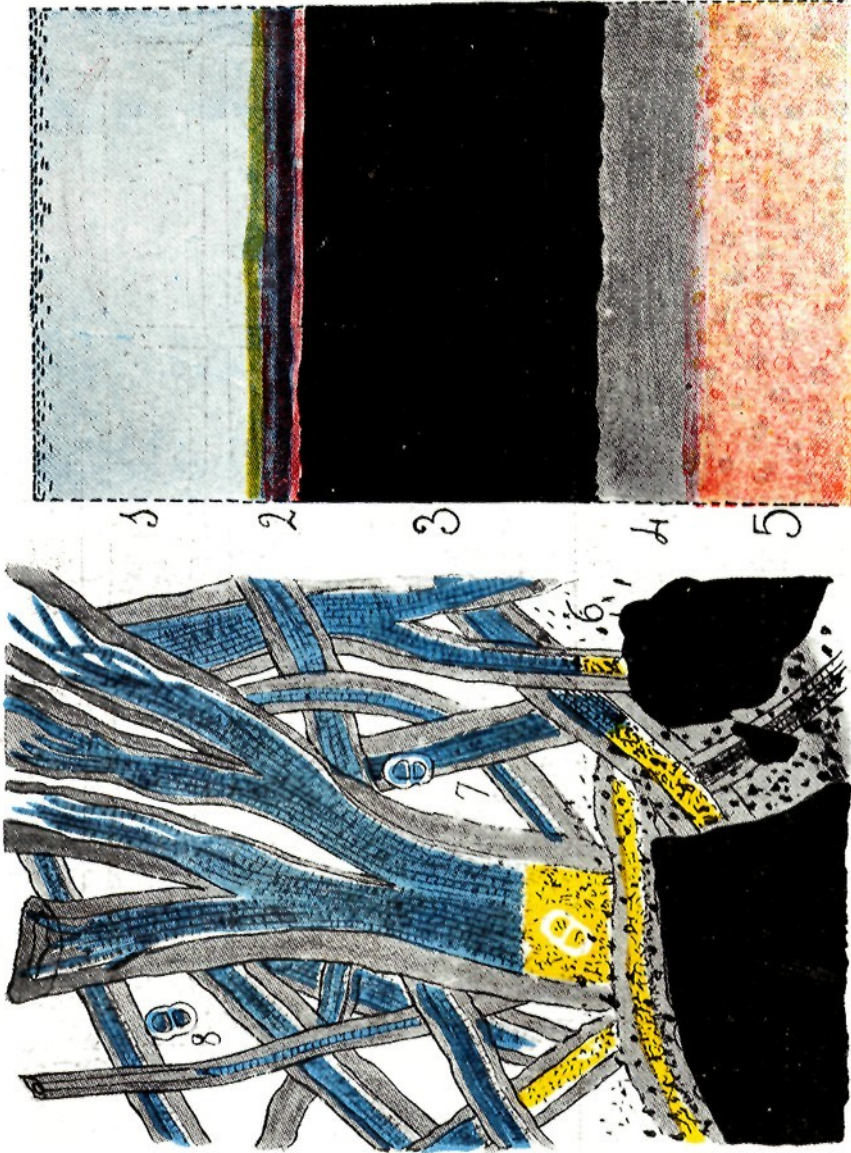
LÁMINA XXXIII

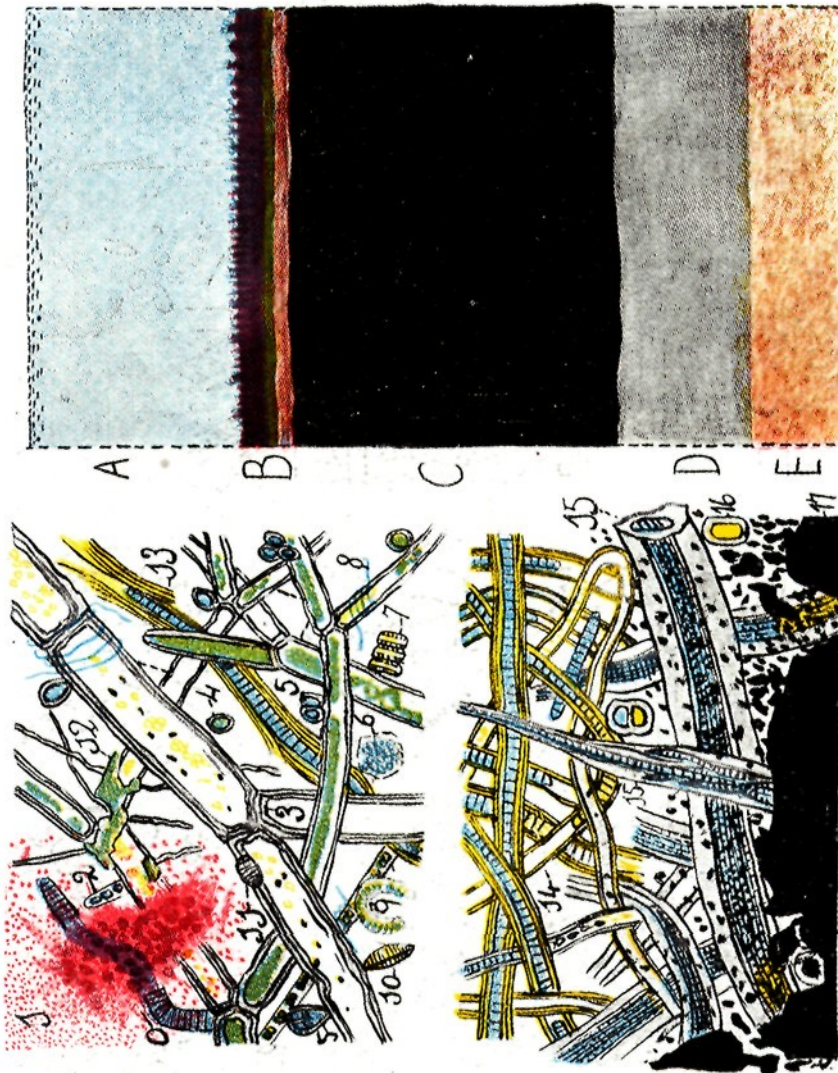
Diagrama del desarrollo de seis lentejas del comercio en cada maceta durante doce días. En A: abono con «ficoguanoides», y en B: con superfosfato. IX-1950. (El círculo indica el día en que afloran los primeros tallitos.)

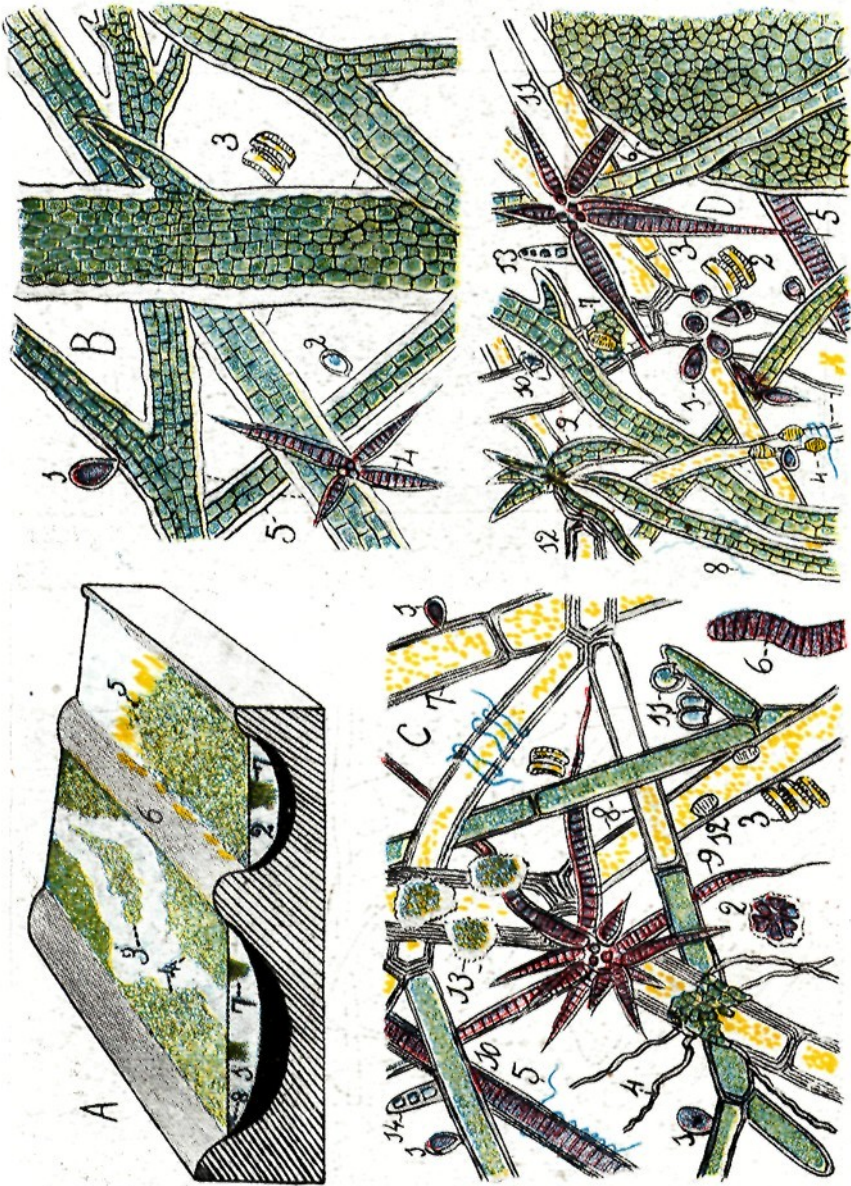












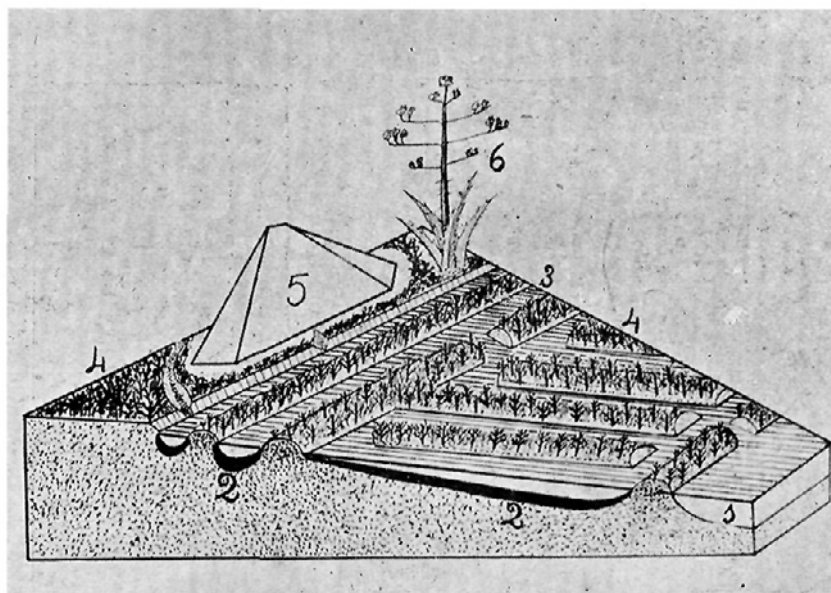


Fig. 1.

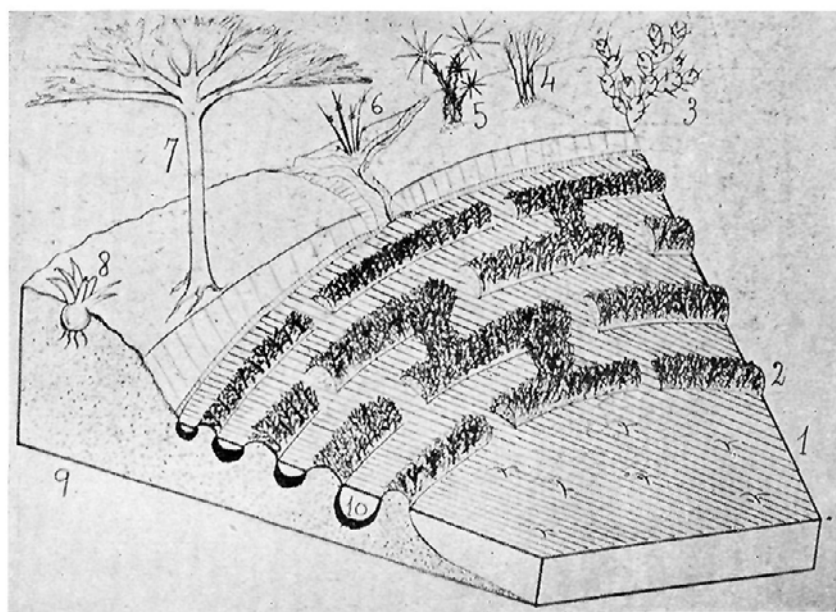


Fig. 2.

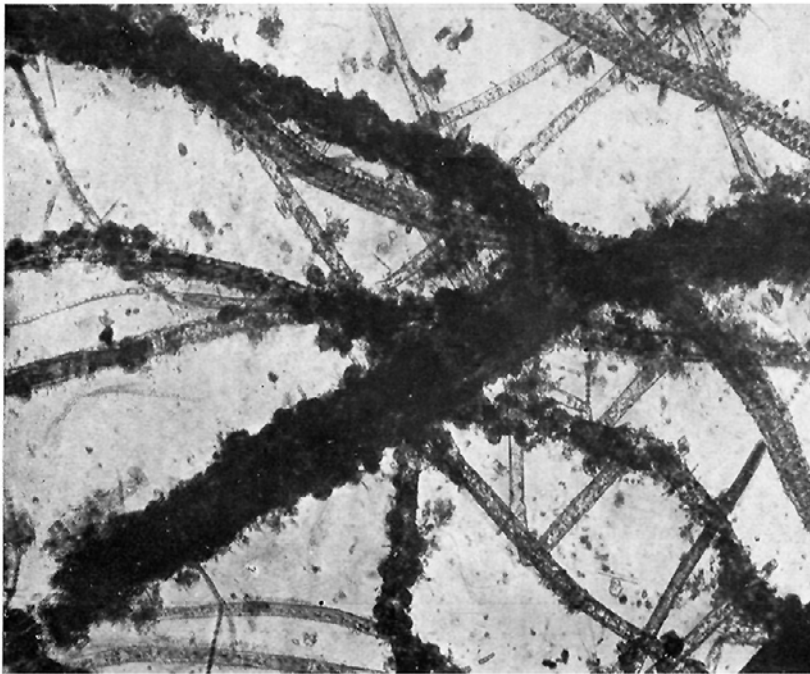
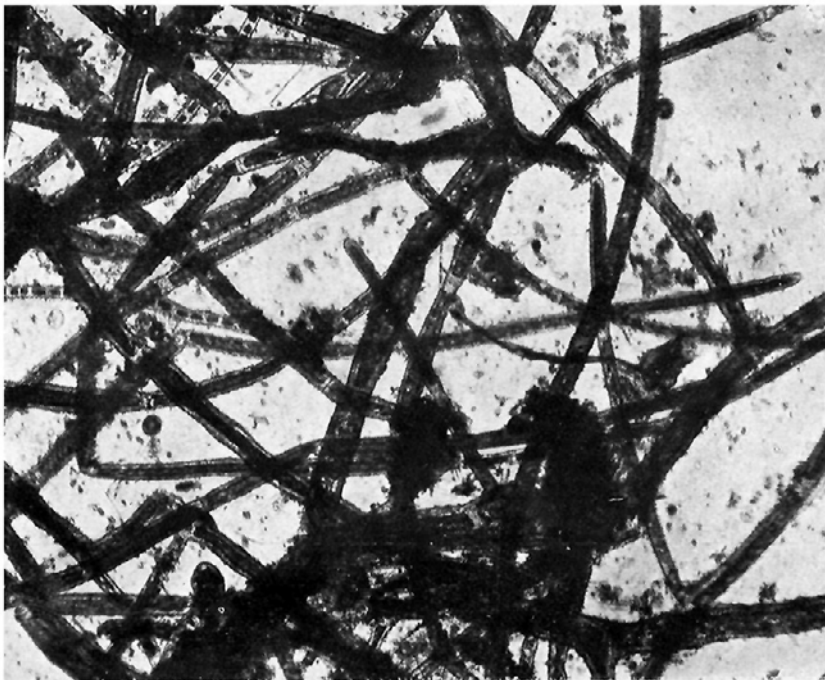


Fig. 1.



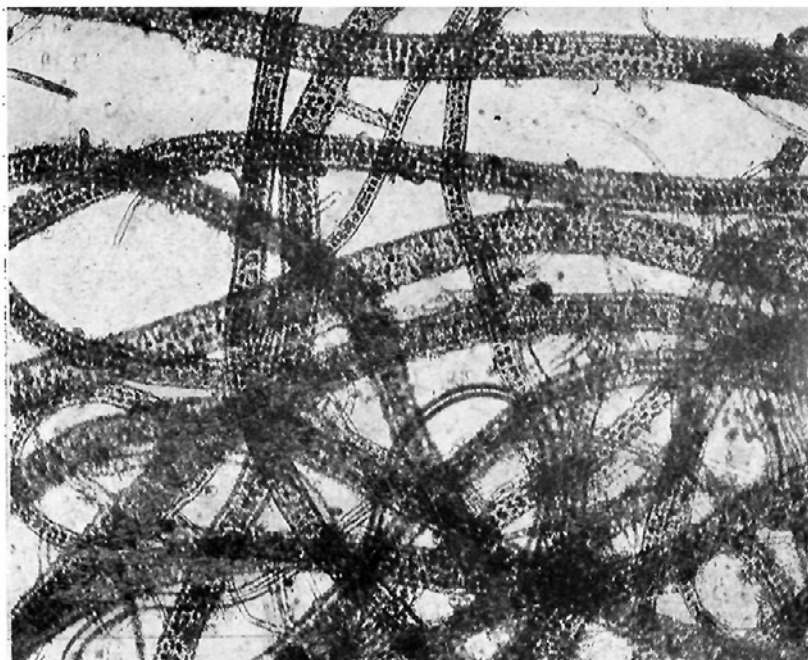
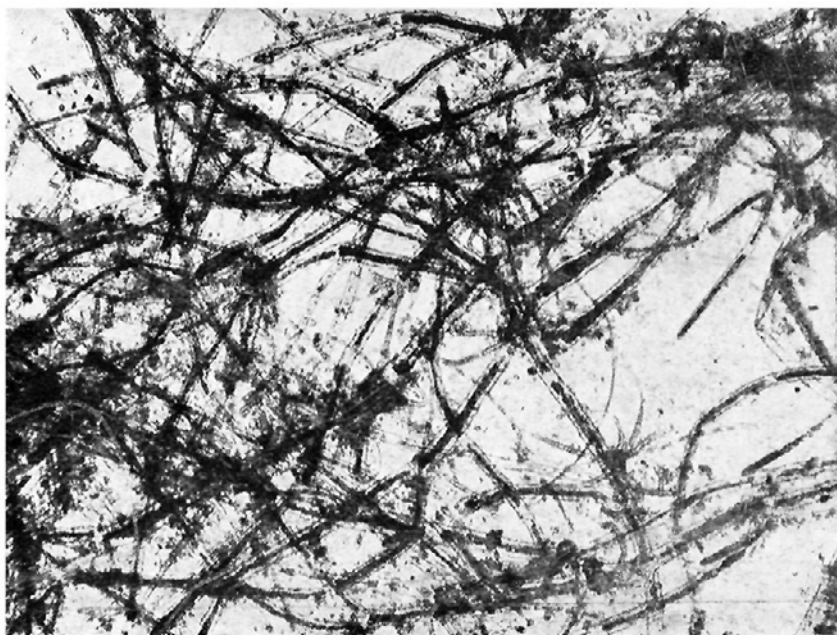


Fig. 1.



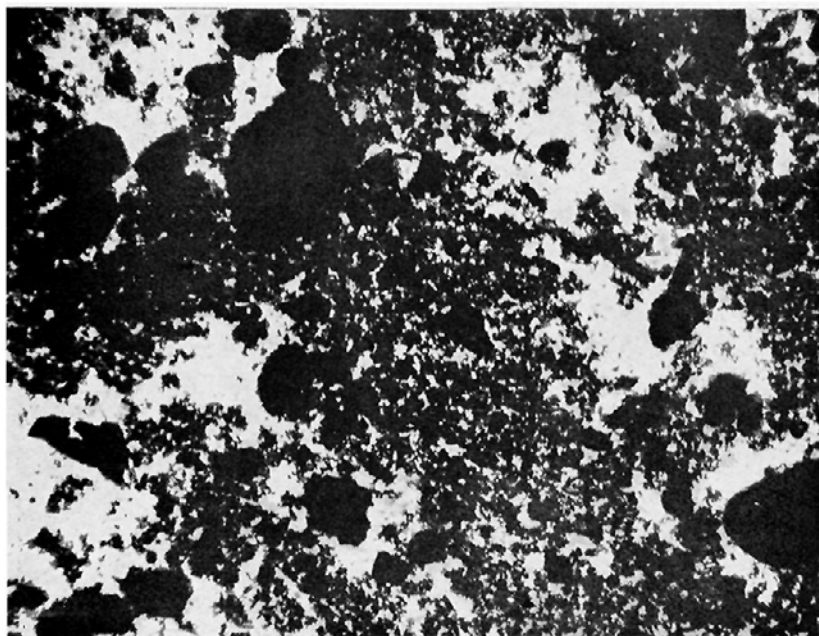


Fig. 1.

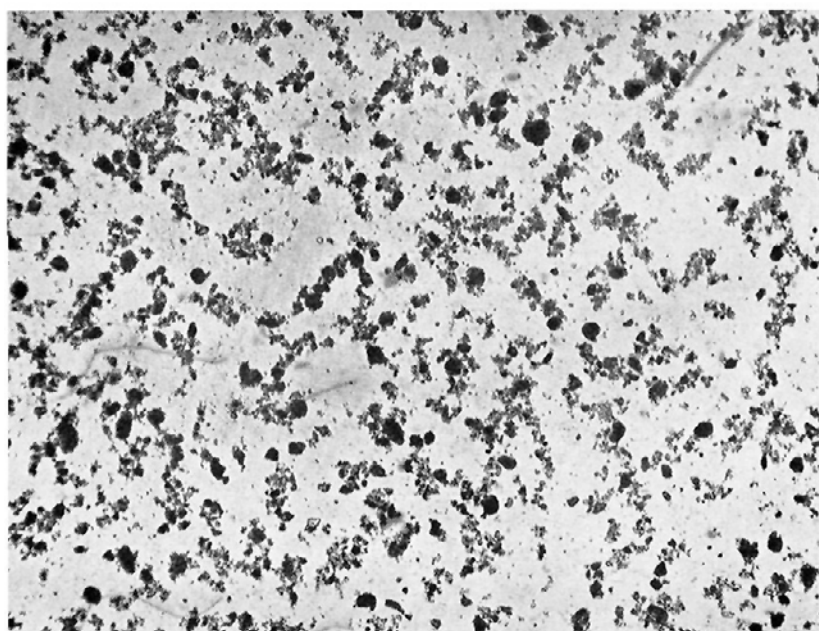


Fig. 2.

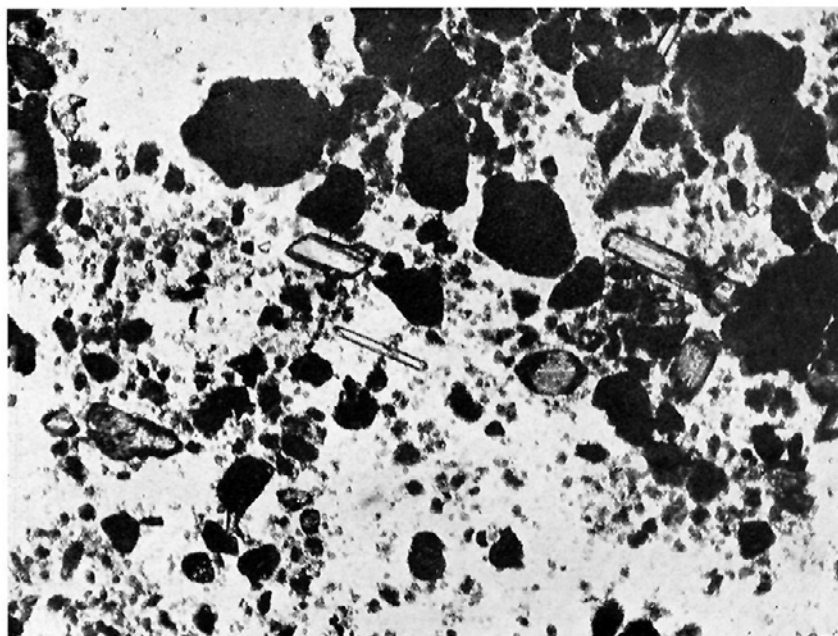


Fig. 1.



Fig. 2.

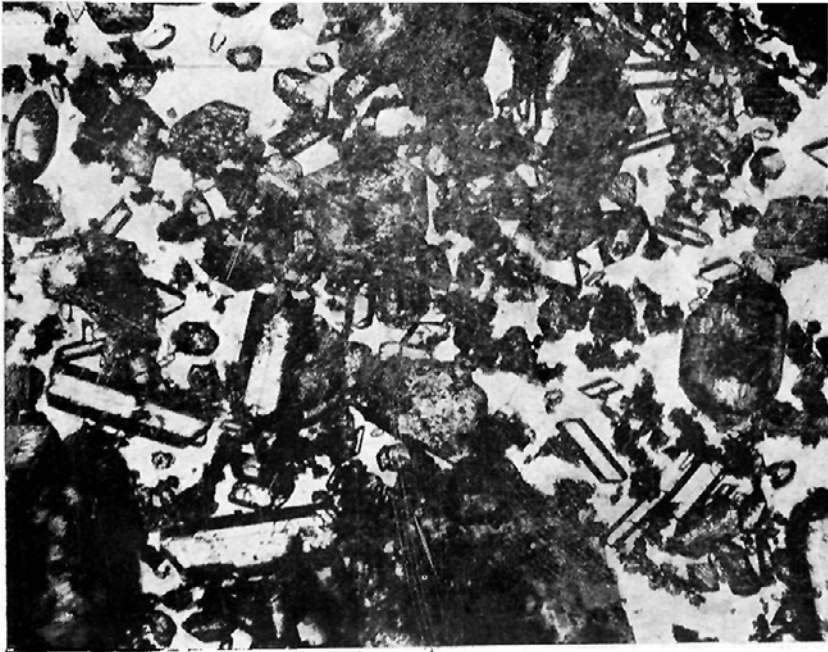


Fig. 1.



Fig. 2.

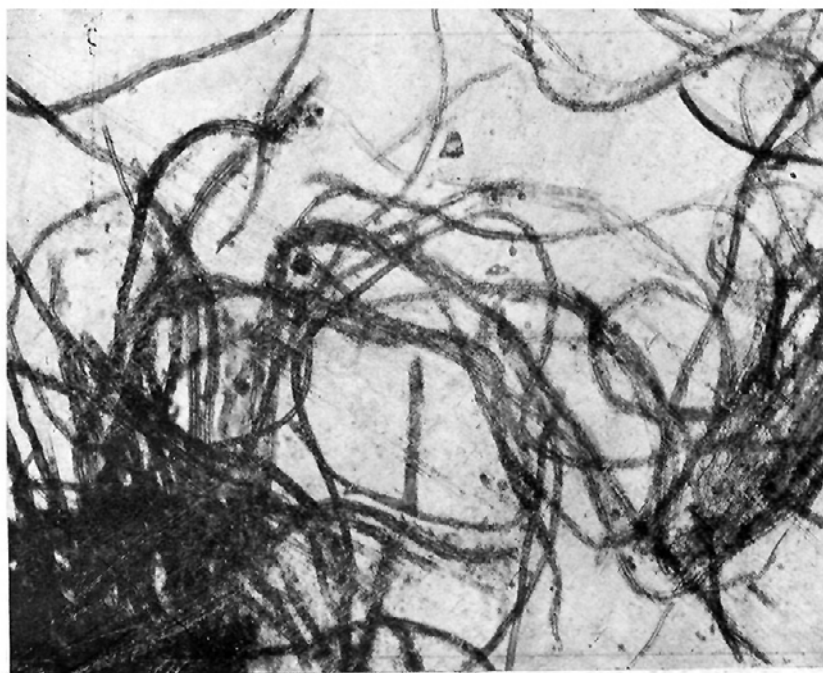


Fig. 1.

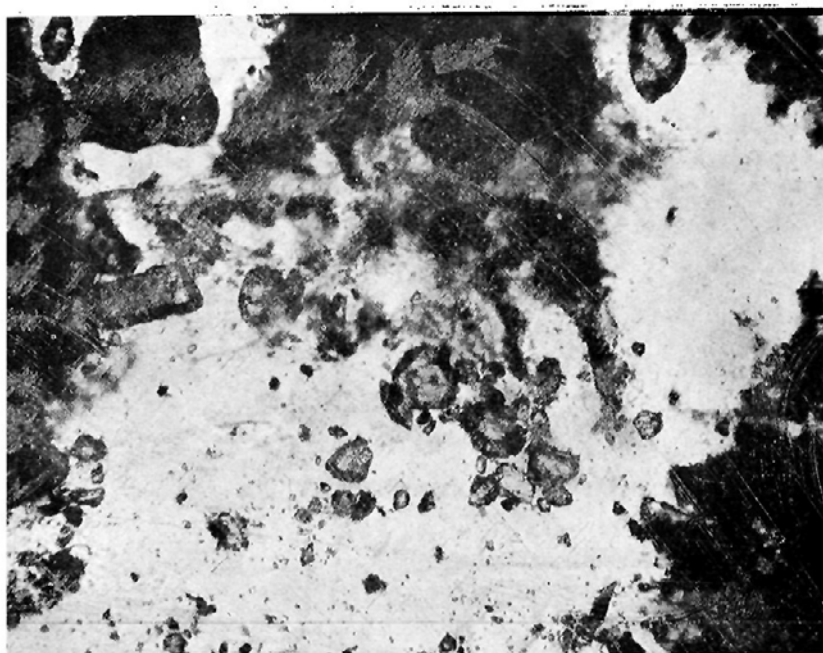


Fig. 2.



Fig. 1.

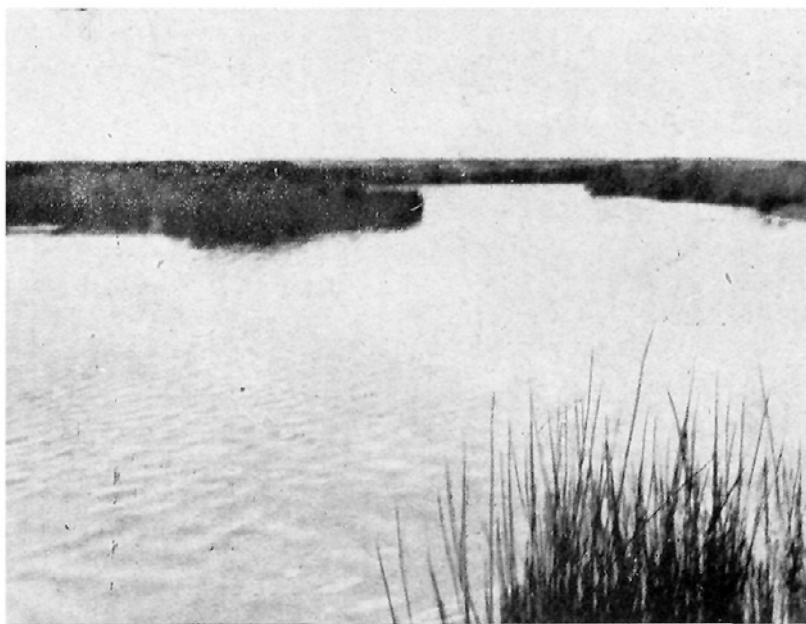


Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 1.

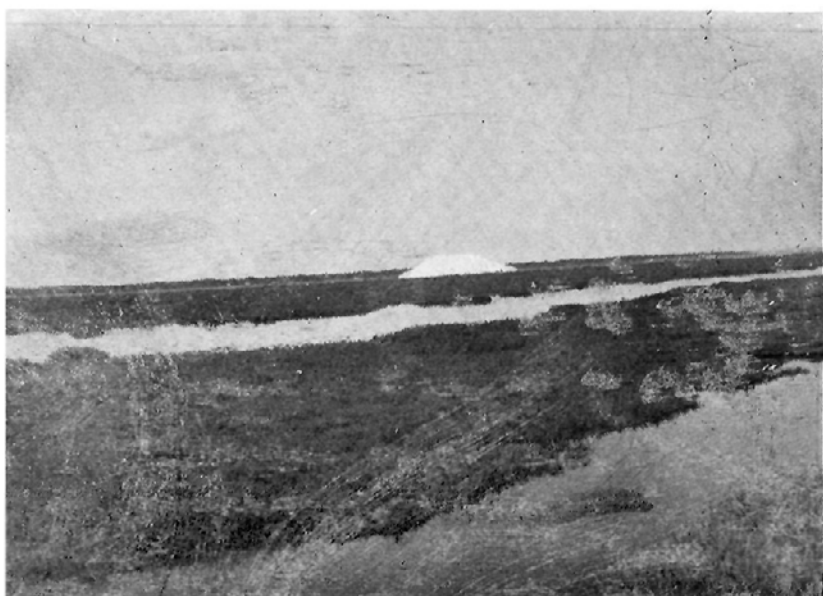


Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 1.

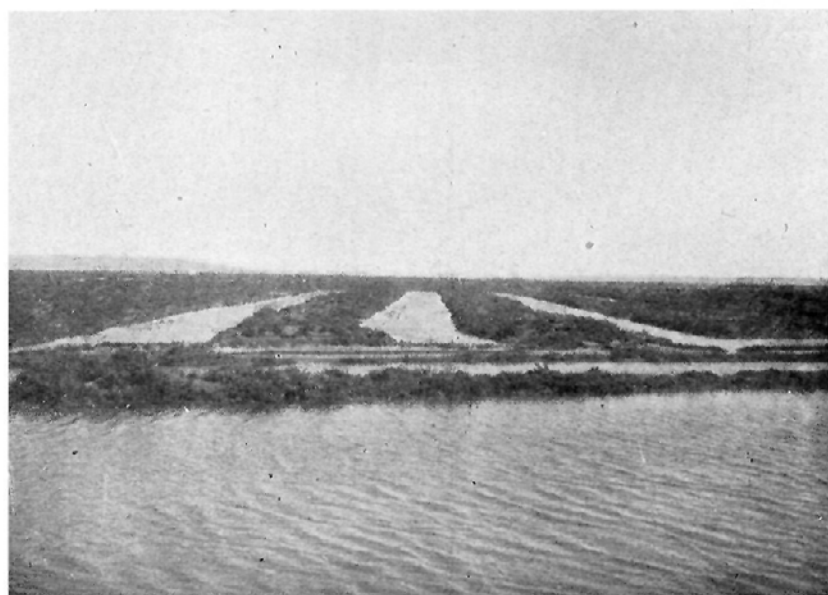


Fig. 2.



Fig. 1.

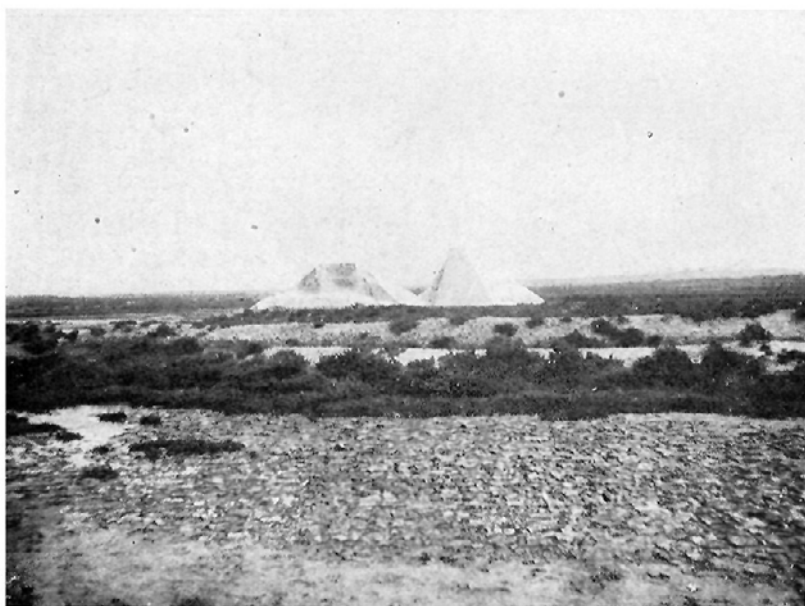


Fig. 2.

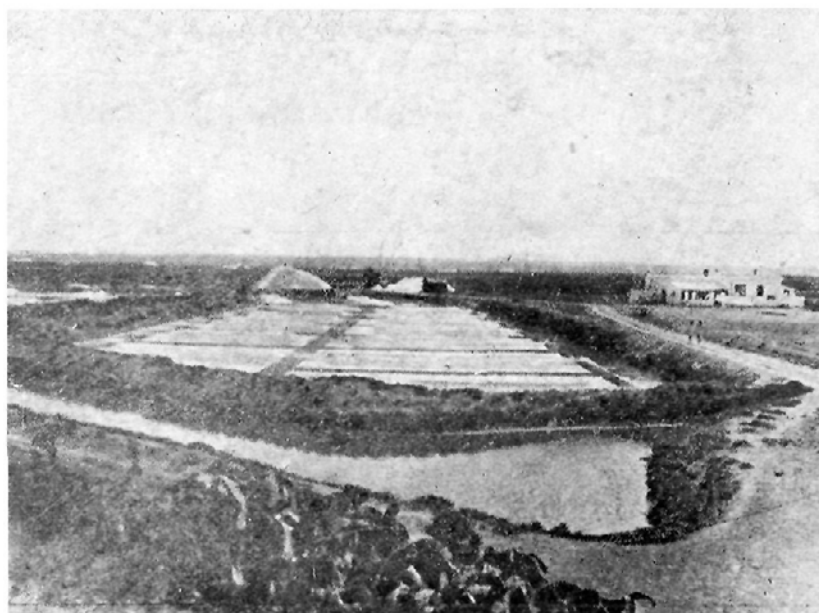


Fig. 1

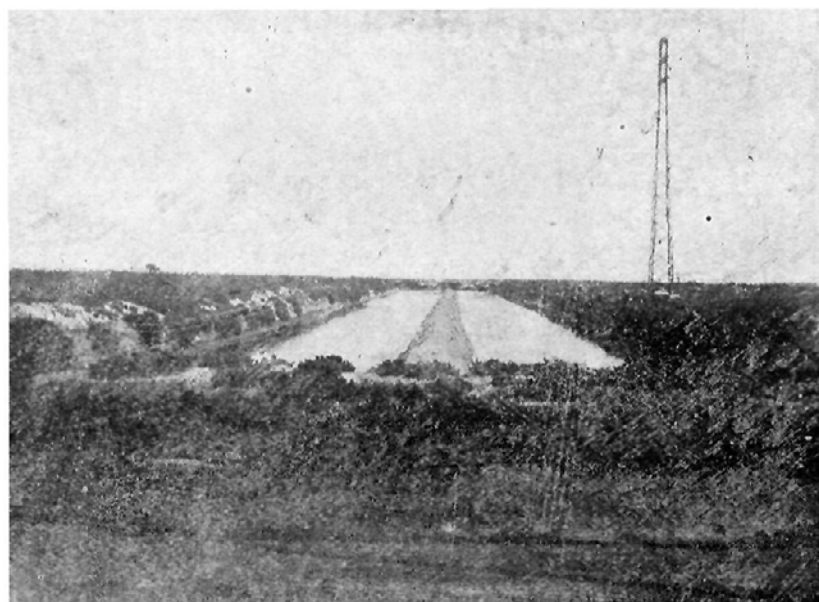


Fig. 2



Fig. 1.

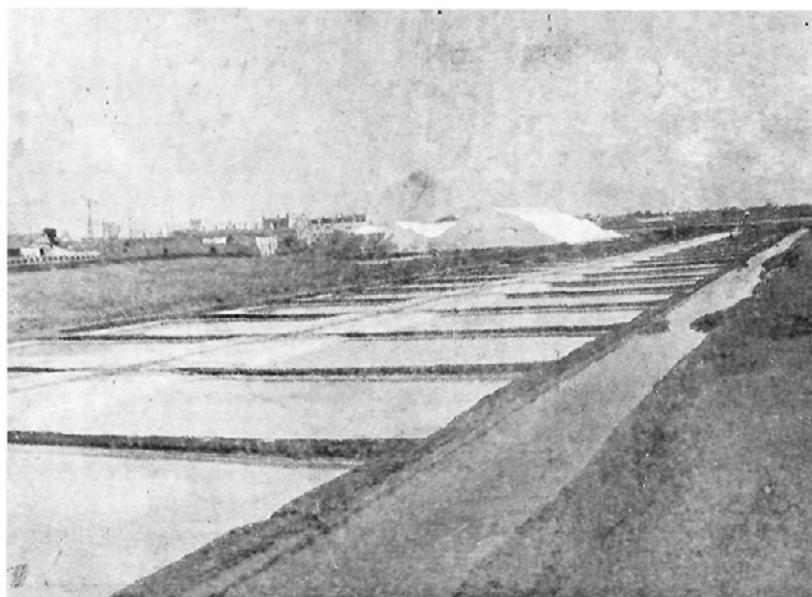


Fig. 2.

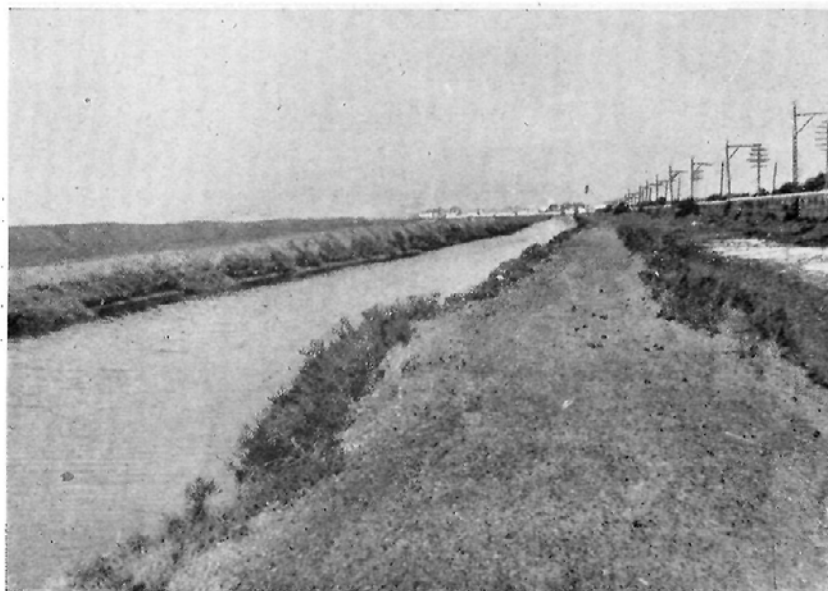


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 1.

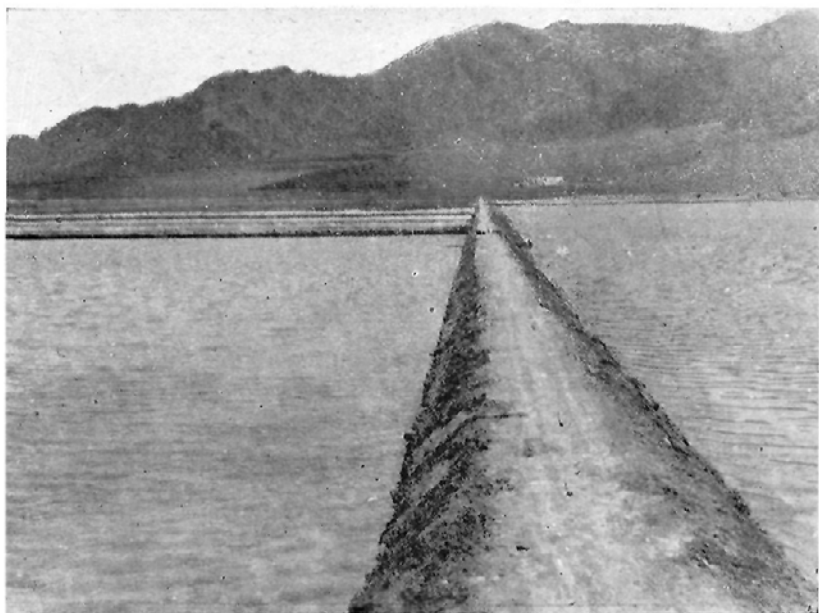


Fig. 2.

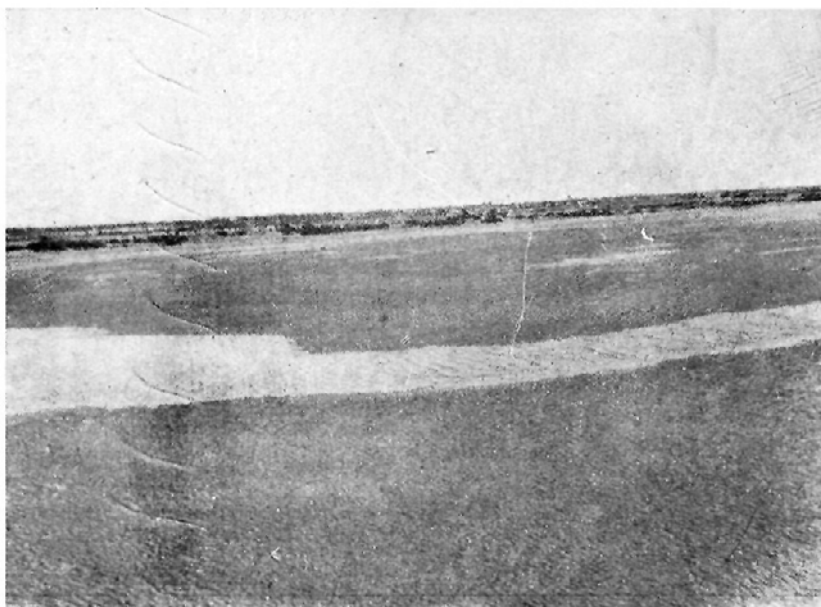


Fig. 1

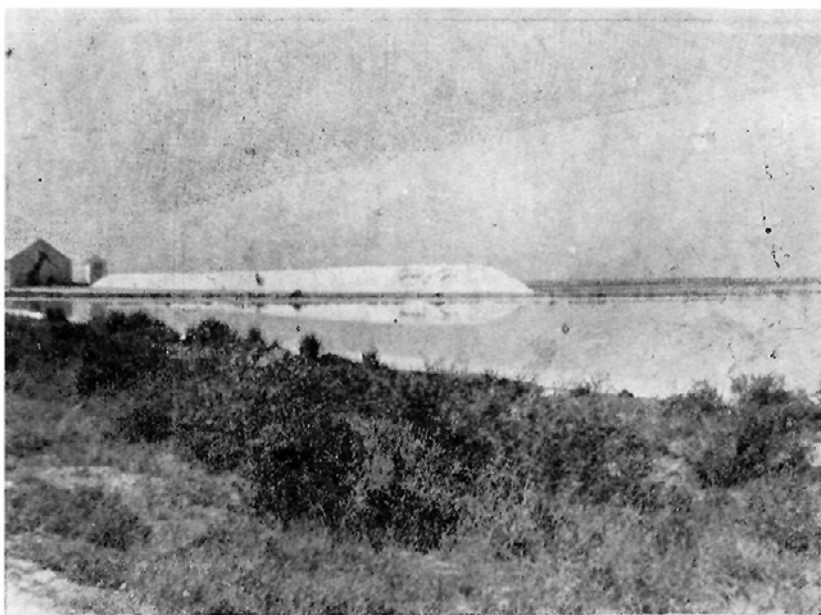


Fig. 2



Fig. 1.

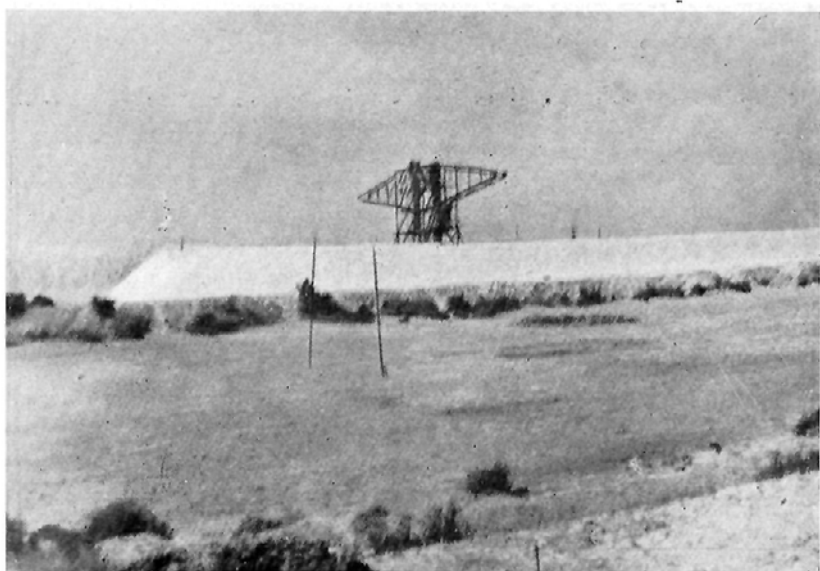


Fig. 2.

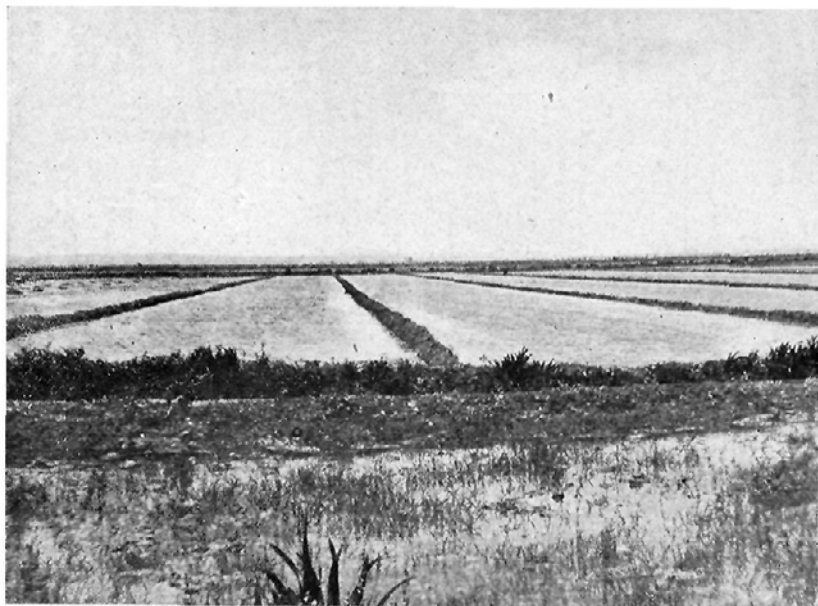


Fig. 1.



Fig. 2.

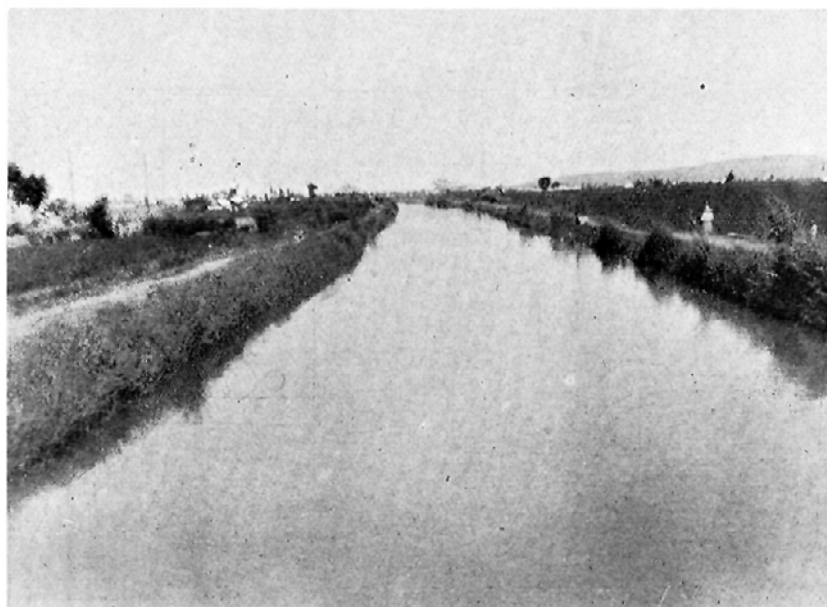


Fig. 1.

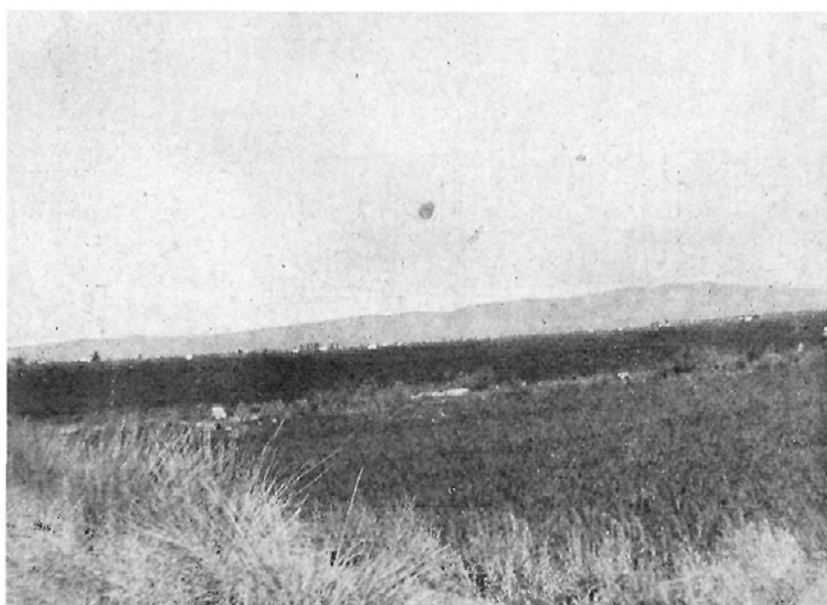


Fig. 2.



