

Acerca de un estudio fito-químico-ecológico del Dr. A. Maldonado, del Perú

Por S. RIVAS GODAY

El prestigioso farmacéutico peruano Dr. A. Maldonado ha enviado a esta Academia un interesantísimo trabajo referente a estudios, desde el doble punto de vista químiconaturalista, de "Las lagunas de Boza, Chilca y Huacachina y los Gramadales de la costa del Perú" (*). En él se aprecia la competencia y amplitud de conocimientos de nuestro ilustre colega; estudia el helostadión e hydrostadión, pleón y plancton de las referidas lagunas, así como los "Gramadales" existentes en las llanuras áridas costeras peruanas, los tablazos o tablas, en las que se encuentran diseminadas las lagunas. Con objetividad, establece correlaciones ecológicas entre la composición química de las aguas freáticas, la naturaleza químicogeológica del substrato, el suelo, flora hidrofítica y las aguas de las lagunas, utilizadas algunas como medicinales.

La costa del Perú, entre los 7° y 15° de latitud sur, corresponde a un clima netamente árido, y por la disposición plana de llanura, el agua de fondo procedente de las estribaciones de los Andes, rica en sales solubles, determina en los "tablazos" formaciones de *climax edáfico*, no climáticas estables, con suelo pantanoso húmedo gran parte del año; en el estiaje, al bajar el nivel del agua de fondo y por el clima árido térmico, la evaporación es muy intensa, acumulándose las sales en la superficie del suelo. Estas son las mismas que las que se encontraban disueltas en el agua: cloruro sódico, sulfato sódico, sulfato cálcico y bicarbonatos cálcico y magnésico, a las que suele acompañar bi y carbonato sódico

(*) A. Maldonado.—"Las lagunas de Boza, Chilca y Huacachina y los Gramadales de la costa del Perú".—Octubre 1943. *Actas y trabajos del 2.º Congreso Peruano de Química*.

(álcali negro)), originado por la flora microbiana del suelo pardo turboso (tierras negras). Estas eflorescencias, en la superficie del horizonte de acumulación B, los peruanos las denominan *salitre* o *salado*, utilizadas durante mucho tiempo, con resultado inconstante, en jabonería y cuyo origen, indica Maldonado, ha dado lugar a muchas discusiones científicas en su país.

En esta habitación es lógico que la formación dominante sea muy homogénea, densa y escasa en especies, integrada principalmente por especies halófilas de gran poder expansivo. La gramínea *Distichlis spicata* (L.) Green., "Gramma salada", "Pasto puna", ocupa grandes extensiones, subiendo hasta los 2.575 m.; esta altitud de las formaciones costeras no ha de extrañar, pues si encuentran las condiciones edáficas convenientes, el grado climático árido térmico de vegetación llega en los 15° de latitud sur hasta los 3.000 m. s. m., y a los 25° en Chile del Norte, a los 4.500 m. (Puna salada), ya que las condiciones climáticas son adecuadas. En lugares más húmedos entra en la consorcios de *Distichlis*, *Scirpus aspers*, y en los más secos y arenosos el *Sporobolus virginicus*, no siendo raro asimismo el *Paspalum vaginatum* Sw. "Gramilla dulce", "Gramma boba", nuestra *Digitaria paspalodes* Duby, frecuente en nuestras costas como adventiva, e incluso en el interior, como ocurre en la ribera del Manzanares en Madrid; esta grama, con la *Scirpus limensis*, se sitúa en las zonas de contacto de los "Gramadales" y la helofitia de las lagunas.

En las lagunas de agua no estancada, "tipo circulante" de Maldonado, el helostadión marginal está integrado principalmente por asocios de "Totora", *Typha domingensis* Pers., *Cladium Mariscus* R. B. y *Scirpus californicus* (Mey) Britt. "juncos"; el hydrostadión y pleón, por la aráceo *Pistia stratiotes* L., "Repollito de agua"; la pontederiácea *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms., "Camalote"; las lemnáceas *Lemna minima* (Phil.) y *Wolffia oblonga* (Phil.) Hegelm.; la salviniácea *Azolla filiculoides* Lam., y el alga *Chara fragilis* Desv.; numerosas algas cianofíceas de los géneros *Tolypotrix*, *Anacystis*, *Chroococcus*, *Phormidium*, *Aphanocapsa*, *Pleurocapsa*, *Arthrospira*, *Spirulina*, *Nodularia*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*; clorofíceas de los géneros *Rhizoclonium*, *Phlophora*, *Oedogonium*, *Cladophora*, *Prasiola*, *Microspora*, *Chlorella*, etc.; conjugadas, como *Spirogyra* y *Mougeotia*; diatomáceas de los géneros *Epithemia*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Cyclotella*.

En la laguna de Huacachina, el especialista de Chicago Carlos Drömel encontró una nueva especie de cianofícea, dedicándosela con la denominación *Oscillatoria Maldonadoana* a nuestro amigo.

Desde el punto de vista fisiognómico-ecológico, las formaciones son análogas y homólogas a las correspondientes mediterráneas y

atlánticas de Europa; varía en la composición específica de las comunidades. Son especies comunes para ambas floras el *Cladium Mariscus* y *Paspalum vaginatum*, típicos de ciénagas de grados térmicos, más o menos continentales; la "Totora" es sustituida en Europa subcálida por otra especie, la *Typha latifolia* L., o *angustifolia* L., o "espadañas"; nuestro junco *Scirpus lacustris* L., o *Ta-baernemontanii* Gmel., es sustituido en Perú por su homólogo *S. californicus* (Mey) Britt. En los Gramadales, la "Puna salada", o *Distichlis spicata*, de amplia área para América, lo es en la región mediterránea por la *Eleocharis littoralis* (Parlat.) Gou., la *Poa maritima* de nuestro Cavanilles. Se nota, por el contrario, una gran diferencia en las alianzas y órdenes de asociación, e incluso de formación, entre nuestros llanos costeros y los tablazos peruanos; allí, según se deduce de las observaciones del señor Maldonado, la consorcios de *Distichlis* es dominante y homogénea en la formación costera, e incluso soporta y fija las arenas eólicas del Océano Pacífico; en las costas de España pueden establecerse varias bandas de zonación ecológica bien definidas; una cercana al mar, psamófila-halófila, que resiste las pulverizaciones de sal de las tempestades, a la que últimamente los norteamericanos denominan la climax halofita de pulverización, independiente y distinta de la climax halofita edáfica; después, la zona psamófila de dunas, y hacia el interior nuestros gramadales y juncuales, alternando en zonas más saladas con formaciones de quenopodiceas barrilleras, pasando en el fitoclima árido semiárido a la típica estepa litoral (*garriga* litoral de los europeos), o a la estepa de bosque o *maquis*, nuestro monte bajo esclerófilo.

En el hydrostadión, la cosmopolita *Lemna gibba* L. y *Chara fragilis* son especies de antiguo comunes; la *Azolla filiculoides*, originaria de América del Sur, ha invadido fontines y lagos de Europa; por el contrario, la *Lemna trisulca* L., europea, los de la región templada americana; típicas del Nuevo Continente son la aráceo *Pistia stratiotes* L., la pontederiácea *Eichhornia crassipes* y la lemnácea del grado fitoclimático cálido, *Wolffia oblonga* (Phil.) Hegelm.

El Dr. Maldonado, en un gráfico elocuentemente didáctico, explica la formación del álcali negro y la del suelo negro-turboso, precursor de típicos suelos de estepa de gramíneas, con la aleccionadora sedimentación de carbonatos alcalinotérreos. El agua de fondo, freática, en períodos de estiaje con escasos aportamientos de densas nieblas oceánicas, las llamadas "garuas", acumula en la superficie las sales disueltas en el "agua gorda", por su emplazamiento geológicoedáfico; por reducción microbiana, por el suelo tan rico en materias orgánicas, los sulfatos sódicos y cálcico originan los sulfuros correspondientes, que por el ácido carbónico, ló-

gicamente abundante, forman los carbonatos, y sulfhídrico que se desprende.

Los tipos de lagunas de las costas, intercaladas en los gramadales, los reúne en tres grupos, atendiendo a su composición química, reacción y flora y fauna que sustentan:

a) Lagunas de *tipo circulante*, con agua más o menos corriente, ricas en oxígeno, en las que pueden vivir peces y moluscos y flora abundante en helostadión; no dan reacción alcalina con la solución alcohólica de fenoltaleína.

b) Lagunas de *tipo estancado*, sin algas cianofíceas del género *Arthrospira*; proceden de aguas freáticas remineralizadas por las acciones bioquímicas de los gramadales; no viven moluscos ni peces; el helostadión e hydrostadión, muy reducidos, así como la representación de algas; dan reacción franca alcalina con la fenoltaleína; son ricas en coloraciones por el plancton; *Chlorella*, verdosa y roja por un flagelado no identificado.

c) Lagunas de *tipo estancado*, con algas del género *Arthrospira*, semejantes a las anteriores, de las cuales se diferencian por la presencia de la *Arthrospira platensis*; por su presencia al estado de pleón, tienen estas aguas coloración verdosoazulada; hacen espuma al agitarlas por llevar en disolución albúminas y carbohidratos procedentes del alga; una materia colorante amarilla, que denomina *Amarillo Tamayo*, procedente de la descomposición de la ficocianina, así como un típico olor "urinoso".

Los lodos y barros de las lagunas estancadas se utilizan como medicinales y contienen sílice, hierro, aluminio, calcio, magnesio, fósforo, sulfuros, proteínas y sustancias grasas.

Las lagunas con *Arthrospira*—Huacachina, La Victoria y Boza—originan unas "natas" que desecadas constituyen masas de color verdeoscuro semibrillantes, fácilmente pulverizables, dando polvo de olor peculiar y color verdoso-metálico; al agua ceden una ficocianina azul con diroísmo rojo; a esta materia colorante azul rojiza la denomina "azul de Eboli", en honor de uno de sus colaboradores, del mismo modo que al "Amarillo Tamayo". Las aguas de las últimas lagunas mencionadas no tienen coloración azuladorrojiza, puesto que, por la alcalinidad que poseen sus aguas, decoloran pronto el colorante, que sólo se mantiene en las natas por la protección lipoproteica.

El trabajo del Dr. Maldonado está repleto de observaciones ecológicas directas, de numerosos datos analíticos de las aguas, suelos y lodos; muy documentado en bibliografía, mencionando en ella el artículo de nuestro compañero académico Sr. Casares López, publicado en los ANALES de febrero del año 1943, sobre "Los peloides".

Consta de 143 páginas y numerosas láminas y fotograbados de

paisajes y plantas. Las conclusiones son extensas, publicadas en tres idiomas: castellano, inglés y francés.

En resumen, un meritorio trabajo de fina investigación, elocuentemente objetivo, que viene a engrosar la ya nutrida lista de publicaciones de nuestro prestigioso colega peruano. Como presidente de la Sección de Ciencias Naturales de esta Academia, como farmacéutico y español, me llena de satisfacción el lisonjero éxito del Dr. Maldonado en tema de tan vivo interés y amplio de ciencia, demostrando la capacidad de los farmacéuticos hispanoamericanos, por su formación científica, para abordar problemas de investigación compleja de Bioquímica analítica y naturalista.

En nombre de la Academia, felicito cordialmente al Dr. D. Angel Maldonado, nuestro académico delegado en Perú, por lo interesante y completo de su trabajo de investigación.