

I N S T I T U T O D E E S P A Ñ A

# BIOQUIMICA DEL LIGNITO

DISCURSO LEIDO

POR EL

EXCMO. SR. D. ANTONIO DE GREGORIO ROCASOLANO

EN LA CEREMONIA DE SU RECEPCION

EN LA ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

EL DIA 31 DE MARZO DE 1938

---

CONTESTACION

DEL

EXCMO. SR. D. OBDULIO FERNANDEZ

ACADEMICO NUMERARIO



M A D R I D

GRAFICA LITERARIA.-F. G. VICENTE

PLAZA DEL BIOMBO, 4

1941

---

---

*Tirada aparte de los Anales del Instituto de España*

---

---

# BIOQUIMICA DEL LIGNITO

Me encuentro, señores académicos, en uno de los momentos de más emoción de mi vida: el de comparecer en este solemne acto que el Instituto de España celebra y recibir la más alta distinción que podía alcanzar por mi modesta vida de trabajo.

Cuando conocí la noticia de mi elección para ocupar en esta docta Corporación una vacante de académico de número, sentí una compleja impresión de sorpresa, de alegría y de reconocimiento que voy a tratar de expresar.

Fué grande mi sorpresa por esta elección, porque nunca creí que había de estar en condiciones, entre otras razones por razón de residencia, para ser elegido académico de número. Se han cumplido ya treinta y cinco años después de mi renuncia a la cátedra de Química General que por oposición directa obtuve en la Universidad de Barcelona; entonces hice el propósito firme de servir a mi patria en la Universidad de Zaragoza, junto al santo Pilar de la Virgen, que es la mayor gloria de España; decisión que vengo realizando, y así hubiera podido celebrar en el mes de octubre último mis bodas de oro con mi Universidad, en la que sin dejar de laborar un solo curso, año tras año y por sus pasos contados he recorrido toda la escala de situaciones posibles entre alumno y rector. Ved por qué, decidido a residir en mi pueblo, que fué el de mis mayores y el de mis hijos, nunca pensé que pudiera alcanzar el honor que me habéis dispensado.

Impresión de alegría muy intensa sentí por mi elección para este honroso cargo, porque para quien siente la inquietud de la investigación científica y con los medios de trabajo de que ha podido disponer, ha tratado de explorar en un sector de la ciencia experimental, debe ser motivo de íntima satisfacción el poder convivir y colaborar en los últimos años de su vida con los preclaros científicos que demostraron el éxito de su labor en toda las manifestaciones de la Ciencia pura y aplicada y constituyen, por consiguiente, el sector más destacado de la Ciencia española.

También debo expresar a mis compañeros los académicos de número de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales mi sentido agradecimiento por el inmerecido honor que me dispensaron al llamarme para ocupar en lugar tan honroso, el sitio que ocuparon varones tan esclarecidos como don Antonio Remón Zarco del Valle, don Ildefonso Sierra y Orantes, don Práxedes Mateo Sagasta y don José Marvâ Mayer.

Gracias a todos. A vuestras bondades correspondo, sin equivalencia,

ofreciendo mi colaboración entusiasta y expresando mi ferviente deseo de servir los altos fines culturales de la Real Academia que me llamó a su seno y del Instituto de España, creado por nuestro invicto Caudillo para fomentar, enaltecer y propagar por el mundo la labor artística, literaria y científica de nuestra patria; labor que en los felices tiempos de nuestro glorioso Imperio, que ahora renace, llenaba de ideas los pueblos más cultos, mientras que nuestra gloriosa bandera nacional recorría el mundo en triunfo salvando con el propio dolor de España, como en la trágica hora actual, la cultura y la civilización cristiana occidental, que es para la humanidad el mayor bien.

El honor que con mi designación me habéis dispensado me abruma, cuando considero que debo ocupar en esta Real Academia la vacante producida por el fallecimiento del Excmo. Sr. General Don José Marvá Mayer, de feliz memoria, cuya vida fué para sus contemporáneos y para generaciones sucesivas lección y ejemplo de patriotismo, de laboriosidad, de abnegación y de bondad.

En los comienzos del año de 1846 nació en Alicante don José Marvá y Mayer. Su abuelo y su padre sirvieron en los ejércitos de España; el primero fué herido en la gloriosa batalla de los Arapiles, el segundo en la guerra civil de los siete años, y él, siguiendo la tradición familiar, ingresó en la Academia de Infantería de Toledo en 1861 y en 1864 en la Especial de Ingenieros Militares de Guadalajara, donde se distinguió como alumno aprovechadísimo, saliendo, en 1869, con el empleo de teniente de Ingenieros; en el año siguiente, por méritos de guerra, obtuvo el grado de capitán.

Su vocación de maestro se despertó cuando, en 1870, fué nombrado profesor de los cursos de Construcciones y de Ferrocarriles en la Academia de Guadalajara, cargo que desempeñó durante diecisiete años, formando discípulos que fueron elogio vivo de su maestro. Su buen espíritu y su viva percepción le hizo ver la necesidad de practicar el digno trabajo manual, que es un descanso para el trabajo intelectual, pasaba horas en los talleres entre los obreros manejando herramientas como un obrero; otras veces se le vió con la blusa de fogonero ocupar un puesto en las locomotoras de M. Z. A.; en la misma Academia practicó y enseñó a algunos de sus discípulos el oficio de litógrafo; señalo estos hechos porque, a mi juicio, dieron rumbo a la inteligencia de Marvá para orientar unos años después difíciles y muy actuales problemas sociales.

La doctrina que Palacio Valdés aplica al trabajo manual enaltece esta labor de Marvá. «Llegará un día —dice el insigne novelista— en que no habrá sobre la tierra dos castas que se contemplan con temor y odio: la de

los intelectuales y la de los braceros. Todos acercaremos nuestras manos a la madre tierra para pedirle el pan de cada día; todos levantaremos nuestra cabeza al cielo para pedirle la luz que ilumine nuestras almas.»

En 1872 comenzó Marva a publicar obras y trabajos interesantísimos sobre «Tracción en vías férreas», «Resolución de problemas de construcción», «Cálculo de cerchas sin tirantes» y otras que prepararon la publicación, en 1888, de su magnífico libro «Mecánica aplicada a las construcciones», del que se han hecho cinco ediciones que se utilizan con provecho para la enseñanzas en Escuelas de Ingenieros de España y América.

En 1897, ya coronel, se le encomendó la organización del Laboratorio de Material de Ingenieros, que pasados los primeros años de penuria llegó a ser el laboratorio espléndidamente instalado en Madrid en el ángulo de la calle de la Princesa y la Ronda del Conde-Duque, en el que se hace estudio metódico y completo de los materiales de construcción con todas sus variables: la elaboración y prueba de explosivos, cebos y mechas usadas en la ingeniería militar, etc. El espíritu pedagógico de Marva hizo que, sin atenuar sus fines propiamente experimentales, este laboratorio fuera también Escuela Práctica y de Investigación abierta a todos los estudiosos, de la que salieron trabajos de mucha importancia.

En agosto de 1907 ascendıo Marva a general de brigada, y en 1911 a general de división, pasando, en 1914 a la reserva; pero no fué éste el fin de su vida militar, porque el Gobierno, conocedor de la capacidad de trabajo y de la preparación de este espaol ejemplar, le encomendó comisiones especiales, tales como la organización de los Parques de Campaña de las tropas de Zapadores y otras.

En 1904 fué elegido por el voto unánime de los señores académicos para ocupar la vacante que en esta Real Academia produjo el fallecimiento de don Práxedes Mateo Sagasta. La sesión en que tomó posesión de su cargo, el día 5 de junio, fué presidida por S. M. el rey, y su discurso constituye un trabajo muy documentado sobre el tema «Función de la ciencia y de la industria en la guerra moderna; concepto y finalidad de aquellos factores desde el punto de vista de las instituciones armadas». Este hermoso trabajo de Marva termina diciendo: «Los pueblos que aspiran a conservar su potencia material están obligados a mantener el nivel de los conocimientos científicos a la mayor altura posible.»

Hemos hecho un rápido bosquejo de la labor del general Marva como competente hombre de ciencia; pero no es este, a nuestro juicio, el carácter más personal y destacado de la vida laboriosa de este espaol insigne. Señalamos ya el hecho de su convivencia en el trabajo con los obreros manuales; por ello conocía los defectos y las virtudes de nuestros obreros y

también nuestra rudimentaria legislación de trabajo en el último cuarto del siglo XIX. Su bondad, su competencia y su patriotismo le impulsó a realizar una importantísima labor social de paz y de justicia, en la que para bien de España invertía las horas de descanso de su labor científica.

En 1902, el entonces ministro de Fomento, señor Suárez Inclán requirió la colaboración del señor Marvá para lograr mayor eficacia en los servicios de su Ministerio, y fué precisa la intervención del ministro de la Guerra, en aquel año general Weyler, para que Marvá aceptara el cargo que se le ofrecía, pero renunciando a toda remuneración, hecho poco frecuente que dió motivo a una expresiva real orden de gracias a favor de Marvá y a su nombramiento de jefe superior honorario de Administración civil.

La labor que el general Marvá realizó organizando la Sección de Industria y Comercio del Ministerio tuvo tal importancia, que en ella encontró el destacado sociólogo señor López Núñez, y así lo manifiesta en su notable estudio biográfico del señor Marvá, las ideas directrices de gran parte de la obra social realizada posteriormente.

La reglamentación de talleres, la función inspectora del Estado, la organización y dirección de la labor de los inspectores de Trabajo, apartada de toda influencia política, ha sido obra del señor Marvá, pero realizada con tal éxito que cuando, en 1923, la V Conferencia Internacional del Trabajo, reunida en Ginebra, acordó las normas estimadas más perfectas para la Inspección, llamó la atención de los reunidos el hecho de que en España existían creados y reglamentados por Marvá tales servicios de Inspección, funcionando normalmente hacía ya cerca de veinte años con análogas normas a las acordadas por la Conferencia.

Creado el Instituto de Reformas Sociales en 1903, se encargó al señor Marvá la Sección de Inspección, a la que se encomendaron todos los asuntos referentes a la aplicación, interpretación, cumplimiento y reforma de las leyes sociales, y su ímproba y abnegada labor no interrumpida durante veinte años, fué uno de los más firmes puntos de apoyo de la gestión del Instituto de Reformas Sociales.

En noviembre de 1913, y para suceder al señor Dato, villanamente asesinado, fué nombrado el señor Marvá presidente del Instituto Nacional de Previsión, cargo en el que ha prestado a España servicios eminentes.

Reorganizado el Ministerio de Trabajo, Comercio e Industria en junio de 1924 fué nombrado el señor Marvá inspector general del Trabajo y director general de Trabajo y Acción Social, cargos que desempeñó con la asiduidad que caracterizaba todas sus actuaciones, mostrando su capacidad de trabajo, su elevada cultura y la bondad de su espíritu.

Otres muchas colaboraciones prestó el señor Marvá a la cultura nacio-

nal. fué vocal de la Comisión Internacional para el estudio de los ensayos de cementos, vocal de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, vicepresidente del Consejo Superior de Trabajo, de la Asociación de Ingenieros Civiles portuguesa, etc.

Repetidas veces fué condecorado, y poseía las grandes cruces de Danebrog, de Dinamarca; de la Corona de Prusia; la de Nisham Iftijar, de Túnez; la de San Benito de Avis y de S. Tiago da Espada, de Portugal, y las españolas de Isabel la Católica, del Mérito Militar, de San Hermenegildo, de Alfonso XII y otras condecoraciones.

Pero a tantos méritos científicos y sociales hay que añadir como característica que impulsó las actuaciones del general Marvá sus virtudes morales que forjaron una vida ejemplar de sólida piedad religiosa, ajustada siempre a las normas de la moral cristiana. Pasó por el mundo haciendo bien, y hasta los últimos meses de su larga y fecunda vida vivió para los demás con ejemplar generosidad y desinterés, olvidándose de sí mismo.

Descanse en paz el insigne ciudadano español Excmo. Sr. General Don José Marvá y Mayer, que habrá recibido el premio que Dios tiene reservado a los que como él, tras una vida de abnegación y de sacrificio, mueren en el Señor (D. e. p.).

El Estatuto de la Real Academia obliga al académico que ingresa a desarrollar en el acto de su ingreso un tema de libre elección que, como es natural, se relaciona siempre con trabajos personales de recipiendario.

En cumplimiento de esta obligación voy a desarrollar un tema de Bioquímica, Química de la Vida, ciencia que fundada en hechos experimentales trata de elevarse hasta las altas cumbres del pensamiento, forjando hipótesis con las que el hombre lucha por desentrañar el secreto de la vida, la obra maestra de la Creación, que se estudia siempre con especial predilección, aunque el hermoso alcázar de la vida sigue siendo hasta hoy inexpugnable a los esfuerzos de los que le asedian, utilizando la ciencia experimental como único medio de ataque.

Nuestros trabajos en este orden de conocimientos se dirigieron a estudiar los fenómenos vitales más sencillos y en los organismos más elementales. Comenzamos operando con seres monocelulares como sujetos de experiencia, y después partiendo de la microdissección del protoplasma y de su constitución químico-física, estudiamos las propiedades de las unidades que lo constituyen, abordando con esta orientación diversos problemas de la Bioquímica.

El estudio de la catalisis en sistemas microheterogéneos nos llevó al de algunos problemas técnicos, y de uno de estos problemas voy a hablarlos.

Reconocimos en algunas reacciones bioquímicas las propiedades catali-

ticas de los lignitos, y ello nos planteó la necesidad de conocer este catalizador no sólo en su composición química, sino también en su modo de acción para conocer el origen de sus actividades catalíticas. De tal estudio obtuvimos la consecuencia de que, aparte su carácter oxidásico, se reconoce por algunas de sus acciones, la presencia en esta forma de carbón mineral de factores de crecimiento análogos por su acción a determinadas hormonas.

Un sector de los trabajos que se realizan en nuestro Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas de la Universidad de Zaragoza comprende el estudio experimental que hace más de veinticinco años venimos realizando sobre el problema agrícola del nitrógeno, dirigida nuestra labor primero a conocer de qué manera la naturaleza resuelve tan importante problema para la producción del campo, y después a tratar de incrementar la velocidad de los fenómenos naturales mediante los cuales el nitrógeno atmosférico se fija en las tierras y nutre las plantas.

Que el nitrógeno libre de la atmósfera de algún modo lo utilizan los vegetales para su nutrición, es un hecho que no puede ponerse en duda, así como tampoco puede dudarse de que la planta no se nutre directamente con el nitrógeno atmosférico.

Parece lógico que el problema agrícola del nitrógeno se aborde estudiando los fenómenos naturales que proporcionan tal elemento plástico a los vegetales y los factores de variación que modifican su velocidad, a fin de que en la intimidad del fenómeno natural se obtenga una masa mayor de alimento nitrogenado para la alimentación de las plantas.

El problema de la asimilación del nitrógeno por los vegetales ha sido estudiado por muchos investigadores y su interés llega a un más alto grado cuando quiere conocerse el ciclo de transformaciones por las cuales el nitrógeno libre de la atmósfera se utiliza por las plantas para su nutrición, y después, por tratarse de un ciclo cerrado, de conocer las transformaciones bioquímicas, en virtud de las cuales el nitrógeno combinado en diversas formas en los organismos vegetales es restituído a la atmósfera, de donde procede, en forma de nitrógeno libre.

Berthelot presentó, en 1885, a la Academia de Ciencias de París una Memoria en la que estableció la diferencia que existe entre las acciones propias de la nitrificación (oxidación del amoníaco por vía bacteriana) y la fijación en las tierras del nitrógeno atmosférico; atribuyó a este fenómeno origen bacteriano, observando sus variaciones de actividad con la temperatura. Hellreigel conoció el tejido bacteriano que forma las nudosidades de las raíces de las leguminosas; y unos años más tarde, Beijerinck aisló el *bacillus radicola*, microorganismo fijador del nitrógeno atmosférico,

que vive en en simbiosis con la planta, originando aquellas nudosidades. Willfarth, Schloesing y Laurent reconocen la actividad de algunas algas para la fijación del nitrógeno del aire en las tierras.

Winogradsky estableció que estos microorganismos nitrificadores constituyen un grupo fisiológico bien definido, que se reproducen y fijan en su medio de cultivo nitrógeno del aire, siempre que dispongan de materia hidrocarbonada y de los elementos que les son necesarios, entre los que destacan, como hemos podido comprobar, el potasio y el calcio.

Experiencias realizadas con técnicas muy distintas pusieron en evidencia que son muchos y variados los microorganismos que en las tierras desempeñan tan importante misión; contamos entre ellos con los *Azotobacter* (*chroococcum*, *Vinelandi*, *agile*, *americano*), el *Clostridium Pastorianum*, el *Amilobacter*, el *Radiobacter*, el *Planobacillus* de Bondorf, el *bacillus Truffanti*, un *Phoma*, un *spirillum* de Beijerinck, un *microrryza*, etc.

Está, pues, perfectamente comprobado que tales fenómenos que en definitiva realizan la asimilación por las plantas del nitrógeno del aire son fundamentalmente bioquímicos, y todos los factores de su velocidad son los que se conocen como variables en los procesos vitales: temperatura, grado de humedad, composición de medio, radiación, catalisis.

De los citados factores de variación, que son generales para todos los fenómenos bioquímicos, no podremos modificar la temperatura ni la radiación. El grado de humedad, que es factor climático adverso en los países de clima seco, puede ser modificado mediante la irrigación artificial (riegos). La composición del medio tiene para su variación la dificultad de que se trata de masa que por hectárea (masa activa para la vegetación) equivale muy aproximadamente a 2.500 toneladas que, como término medio, contienen cuatro toneladas de nitrógeno y presenta una reacción actual que varía entre límites muy próximos y que fácilmente se modifica por adición de algunos cuerpos extraños, presentándose el peligro real de dificultar la vida microbiana de los suelos, factor que tiene valor extraordinario para su fertilidad.

La economía española tiene como base más firme la producción del campo; el estudio de los factores de variación en el rendimiento de las cosechas es para la riqueza nacional la labor de mayor interés práctico. En nuestro propio territorio nacional tenemos muchos kilómetros cuadrados por colonizar; nuestras dilatadas estepas son actualmente hostiles a la vida. La riqueza auténtica de un país se refleja en el número de habitantes que puede sostener sobre su suelo por kilómetro cuadrado con productos que el suelo mismo produzca, y en nuestro caso el sol de España, su variedad de tierras y de climas, su riqueza hidráulica, afirman la posibilidad de ob-

tener una abundante y variada producción agrícola que tiene para la paz del país la riqueza interior y el crédito exterior más valor que el oro, como ha demostrado plenamente nuestro invicto Caudillo.

Entre otros problemas de importancia para la producción del campo destaca el del nitrógeno, pero debemos hacer observar que la solución que actualmente se practica, formulada hace algunos años, es distinta y opuesta al proceso natural de fijación del nitrógeno del aire en los suelos. Se basa tal solución, en añadir arbitrariamente a las tierras masas de compuestos minerales nitrogenados solubles (sulfato amónico, nitrato sódico. etc.) que actúan sobre la composición química del medio y más aún sobre la vida bacteriana, tan intensa en las tierras de labor, produciendo sus primeras aplicaciones un incremento en el rendimiento de las cosechas, y esta es la razón de la sin razón de su uso, pero a la larga hemos podido observar un descenso de la fertilidad de las tierras así tratadas. Siempre que la acción del hombre actúa sobre fenómenos naturales, apartándose de las enseñanzas que la Naturaleza nos ofrece, por error de la ciencia experimental, el fracaso de nuestros esfuerzos es irremediable.

Sin otro fundamento científico que el análisis químico de tierras y de plantas, se concede desde 1840 a la materia mineral utilizada como abono una importancia que realmente no tiene; además, el abandono del abono orgánico como consecuencia de una desatada campaña comercial a favor del abono mineral, ha producido daño evidente a nuestra producción agrícola y a nuestra riqueza ganadera, que deben llevar en nuestro país para regular eficazmente nuestra economía, un desarrollo paralelo.

Esta equivocada orientación ha sido causa de que tierras propias para pastos se dedicaran a cereales; de que el consumo de carne por habitante disminuya mientras el precio aumenta y entre tanto nuestras tierras que se empobrecen en materia orgánica, degeneran perdiendo fertilidad. Por patriotismo, por amor a la vida que es la obra maestra de la Creación, hay que rectificar estos errores y conseguir que nuestros ganados distribuidos por España con arreglo a las posibilidades de medio y lugar, difundan por nuestros montes y valles, la alegría de la vida, el bienestar y la riqueza.

Nuestro compatriota Columela, tuvo hace más de diecinueve siglos una visión muy exacta de la realidad cuando dijo «la tierra no se envejece ni se fatiga si se estercola» y cuando recomendaba a los labradores la conveniencia de la posesión de ganados.

Al estudiar Effront los catalizadores bioquímicos decía en 1914 refiriéndose a los microorganismos fijadores del nitrógeno del aire: «no se conocen los catalizadores que intervienen en la asimilación del nitrógeno por vía bacteriana; este estudio es un campo de investigación todavía inexplo-

rado». En nuestro laboratorio comenzamos a explorar en este campo en el año 1912 y las primeras consecuencias que deducíamos de nuestros trabajos, fueron expuestas en un cursillo que sobre Microbiología agrícola dimos en 1913 en la Universidad de Zaragoza afirmando que el aprovechamiento agrícola del nitrógeno atmosférico mediante la obtención por síntesis de compuestos minerales nitrogenados, utilizando temperaturas elevadísimas y grandes presiones, no era solución adecuada y que tal solución debiera buscarse, estudiando las complicadas reacciones bioquímicas que en la naturaleza se realizan, para resolver este problema de la alimentación nitrogenada de las plantas.

En el año de 1915 ya publicamos una serie de notas detallando los trabajos realizados en nuestro Laboratorio para deducir que el manganeso-ion y el ferro-ion, actúan como catalizadores positivos de las reacciones bioquímicas fijadoras de nitrógeno atmosférico.

Pero a nuestro juicio ni el mangano-ion ni el ferri-ion, resuelven prácticamente el problema, porque tanto el uno como el otro, actúan en dosis de efecto positivo hasta un óptimo y después en dosis crecientes con efecto negativo, hasta producir efectos tóxicos que paralizan la acción del microbio nitrificador. Las gráficas que obtuvimos para representar estas variaciones de velocidad son bastante cerradas lo cual demuestra que la dosis perjudicial sobre todo para el caso del manganeso, está bastante próxima a la dosis óptima y como las tierras contienen normalmente manganeso y hierro, habría que comenzar para la buena aplicación de estos catalizadores, por valorar en cada caso la concentración de la tierra en estos cuerpos, cosa que es prácticamente imposible de realizar.

Las dificultades que para su aplicación en la práctica agrícola presentan los catalizadores encontrados manganeso y hierro, nos hizo pensar en la necesidad de buscar otro catalizador y para orientarnos, buscamos algunos hechos de práctica agrícola, que pudiéramos suponer debidos a una acción catalítica positiva, sobre las reacciones de fijación del nitrógeno atmosférico. Recordamos los hechos siguientes: después de un incendio de árboles y arbustos, aumenta la fertilidad de los suelos forestales; en los suelos quemados, se observa un incremento en los fenómenos de nitrificación; la combustión incompleta de hierbas o de restos orgánicos sobre las tierras de labor, suministra elementos que favorecen la vegetación. Tales hechos pueden interpretarse atribuyendo al carbón, en algunas formas, propiedades catalíticas sobre las reacciones bioquímicas fijadoras del nitrógeno del aire y este fué punto de partida para nuestra labor.

Comenzamos estudiando la acción de un mineral de grafito sobre cultivos puros de tres bacterias nitrificantes que tomamos como tipo: estas

eran: el *bacillus radicolus*, *clostridium pasteurianum* y el *azotobacter chroococum*. El análisis del mineral de grafito nos demostró que contenía 15,19 por 100 de carbono y el resto, sílice (72,732 por 100) y pequeñas cantidades de hierro, aluminio, manganeso, calcio, fósforo y azufre.

Los resultados que obtuvimos utilizando como catalizador a este mineral, en cada uno de los cultivos citados, operando en series, fueron positivos y para convencernos de que era el carbono elemento activo, por sucesivos tratamientos químicos, eliminábamos poco a poco los componentes del mineral grafitico, concentrándolo como es consiguiente en carbono y observamos que su carácter de catalizador positivo aumentaba progresivamente. Como prueba definitiva, utilizamos como catalizador, *grafito purísimo* obtenido en el horno eléctrico por la «Internacional Acheson Graphite Company Niágara Falls» y comprobamos de un modo indudable, que era el carbono en forma grafitica y no las impurezas del mineral, el agente catalítico de esta reacción que estudiamos. También demostramos que como en todos los fenómenos catalíticos biológicos, el catalizador actúa como positivo a dosis crecientes hasta una dosis óptima rebasada la cual, la actividad catalítica decrece y puede llegar a ser negativa. Las valoraciones hechas en diferentes series de estos cultivos demostraron que la gráfica representativa de este fenómeno, es para el catalizador grafito una curva muy abierta lo que quiere decir, que la dosis éptima está muy alejada de la dosis perjudicial.

Habiendo llegado a las conclusiones anteriores, tratamos de saber si el carácter de catalizador sería exclusivo del carbono en forma de grafito o si lo encontramos también en otras variedades de carbón. Prescindiendo de citar algunas tentativas fracasadas operando con determinadas variedades, realizamos unas experiencias de orientación con cultivos jóvenes de *bacillus radicolus* a los que añadimos pequeñas cantidades de lignito, obteniendo resultados francamente positivos.

En los lignitos, parte de su contenido en carbono se encuentra en forma de humatos y ácido húmico, esta composición es para ellos característica; en los que utilizamos, de la cuenca carbonífera de Teruel, el análisis nos demostró que el carbón seco a cierto diez grados, contenía el 9 por 100 de ácido húmico y el 51,6 por 100 de carbono total. Realizamos con los lignitos como catalizadores, numerosas series de experiencias y observando que su aptitud para reaccionar se relacionaba con su grado de desmenuzamiento, dedujimos que en estado coloidal tendría el complejo que constituye la variedad de este carbón mineral su máxima actividad catalítica.

Mediante una disgregación primero mecánica y después química, logramos obtener lignito coloidal, cuya actividad catalítica incrementaba, fi-

jando en la superficie de sus micelas por absorción, cantidades pequeñísimas de algunos óxidos metálicos.

No vamos a referir aquí los resultados que con este catalizador obtuvimos en su acción sobre las reacciones bioquímicas fijadoras del nitrógeno atmosférico; tales trabajos, han sido publicados con detalles de técnica y no hemos de repetirlos.

Son hoy algunos los que han observado en la práctica agrícola la acción beneficiosa de distintas formas de carbono. Con el detalle bibliográfico que pudimos recoger, publicamos los hechos más interesantes que de la labor ajena llegamos a coleccionar, pero era necesario establecer una hipótesis que diera explicación racional a tales fenómenos, documentándola con hechos experimentales que facilitaran el estudio y la aplicación en la práctica agrícola, de estos importantes hechos observados.

A nuestro juicio, la acción del lignito sobre la fertilidad de las tierras de labor, es un fenómeno catalítico y el mecanismo de su acción, una transformación química de partículas del lignito (micelas) realizada como todas las catalíticas, en ciclo cerrado. Estas reacciones, estimulan la vitalidad de los microorganismos fijadores del nitrógeno atmosférico; son del tipo de las de óxido-reducción y activan como consecuencia, el trabajo bioquímico de las células vivas.

Y establecida nuestra hipótesis sobre la acción del lignito coloidal activado sobre los fenómenos bioquímicos de fijación del nitrógeno atmosférico en las tierras en los términos que acabamos de expresar, unos hechos experimentales observados dirigieron nuestra atención y labor experimental hacia otros derroteros que parecían señalar nuevas posibilidades en el problema que venimos estudiando con el objeto de conocer y después de facilitar, la solución que la Naturaleza ha dado al problema del nitrógeno.

De los estudios de Fisiología Vegetal se deducía hace ya algunos años la existencia de fitohormonas en el ápice de los cotiledones de la avena: esta fitohormona ha podido obtenerse cristalizada y su actividad se mide en unidad avena (Bargher). Kögl considera esta fitohormona, como un ácido glutárico derivado de un núcleo pentagonal y admite que su fórmula empírica es  $C_{13} H_{24} O_4$ . Schöller y Göbel afirman que la legítima hormona sexual activa el crecimiento de las plantas, obteniendo en diversos pequeños cultivos un crecimiento y floración más rápida, que en plantas análogas cultivadas sin hormonas.

En estos trabajos han intervenido principalmente Allen Doisy y Wintersteiner en los Estados Unidos, Marian en Inglaterra, Butenandt en Dantzig y Slotta en Breslau.

Recordando el conocido origen de las formaciones de lignito y revisan-

do los trabajos actuales sobre las actividades diastásicas vitamínicas y hormonales de los vegetales, pensamos si a través del tiempo transcurrido entre el estado de vegetal vivo al actual de carbón mineral, las enormes masas orgánicas que constituyen los lignitos, conservan algunos de los catalizadores químicos, bioquímicos o fisiológicos, que con tal profusión se producen y se conservan en las plantas o bien si en las diversas reacciones de carbonización pudiera formarse algún compuesto de carácter hormonal.

La activación del trabajo bioquímico que realizan los microorganismos de los suelos, suponemos que parcialmente se realiza por catalizadores formados por un soporte micelar constituido por el ácido húmico o por el carbón que combinado en su superficie y por absorción con el hierro, el cambio de cargas positivas que supone el paso de ion férrico a ferroso estimula por su acción oxidante, el trabajo bioquímico de las bacterias fijadoras del nitrógeno. Nuestros trabajos sobre la acción catalítica del hierro-ion, nos autoriza para enunciar estas ideas.

Pero no basta, a nuestro juicio, con activar estas reacciones bioquímicas para conseguir el efecto que con tal intensidad realiza el lignito; es preciso además facilitar la multiplicación microbiana, aumentar en los suelos el número de microorganismos y este efecto sólo se consigue por la intervención de factores de crecimiento y de reproducción, que como producidos y almacenados en diferentes órganos de los vegetales, tal vez se encuentren en los lignitos. Así llegamos a la necesidad de reconocer, valorar y aislar de los lignitos, si los poseen, compuestos hormonales.

Esta investigación representa mayor dificultad. Las vitaminas como las hormonas producen efectos biológicos muy complicados; nos damos cuenta de los hechos, pero el mecanismo de su acción es muy poco conocido; sabemos que la ausencia de algunos de estos factores, altera el equilibrio dinámico del metabolismo, produciendo la enfermedad o la muerte. En los más conocidos de estos catalizadores, se ha podido llegar a un método de valoración fisiológica, pero como se realiza *in vivo*, tal valoración no tiene el grado de exactitud de las que se practican sobre cuerpos inertes: la vida misma del sujeto de experiencia, es un factor de variación en el efecto fisiológico buscado, tan importante, que en algunos casos induce a error cuantitativo.

La presencia en la orina de mujer en período de gestación o en los extractos ováricos de una hormona capaz de producir el celo, se ha comprobado fisiológicamente utilizando técnicas diversas sobre distintos sujetos de experiencia. Para valorar esta hormona, que se denomina *foliculina*, utilizamos ratas ovariectomizadas las cuales una vez inyectadas con el extracto activo que obtenemos a partir de las citadas primeras materias entran

en celo, pudiendo seguir las fases de este fenómeno observando al microscopio frotis vaginales en los que se puede reconocer el ciclo oestral. La concentración en hormona, se expresa en unidad rata que es la cantidad necesaria para producir en la rata castrada los síntomas típicos de celo. En alguna de las orinas valoradas, llegamos a reconocer 12.000 unidades rata por litro.

Esta hormona sexual femenina, que es la materia estrogénica del ovario, ha sido aislada. En el Congreso de Fisiología de Boston celebrado en 1929 Doisy presentó cristales de esta hormona estrógena y Buttenadt describió el modo de aislarla.

La proliferación celular que se observa durante el celo, tiene alguna semejanza con las neoplasias malignas. Del alquitrán de hulla aisló Cook el dibenzantraceno cuya solución bencénica produce en las ratas epiteloma experimental y sus derivados hidroxídicos y alifáticos presentan propiedades estrogénicas y carcinogénicas. Cook y Dodds han reconocido en algunos compuestos como, el metilcolantreno la propiedad de provocar el celo y el desarrollo del cáncer. Estos hechos relacionan temas al parecer tan distintos como el desarrollo del celo y el del cáncer, proliferaciones celulares que llevan a la vida o a la muerte y que indagando sobre las causas que las producen, hay en el fondo algunas relaciones de similitud.

De la orina de algunos mamíferos en gestación particularmente rica en hormonas aislaron Girard y sus colaboradores algunas materias que tienen iguales propiedades químicas que la foliculina y presentan, aunque con menos intensidad que ésta, carácter estrogénico: la equilina y la hipulina a las que se les atribuye la fórmula empírica  $C_{18} H_{20} O_2$ , la equilinina  $C_{16} H_{18} O_2$  y algunas otras sustancias activas de análogo origen y de iguales propiedades biológicas que prueban, que los compuestos estrogénicos son mucho menos específicos que otras hormonas (tiroides, páncreas, etc.) y ello se debe a la presencia muy difundida en los seres vivos, de las esterinas y ácidos biliares que son el origen de tales hormonas sexuales.

Pero no solamente los organismos animales producen sustancias capaces de provocar el celo: también las elaboran las plantas, según demostración en primer término Loewe, Lange y Sgohr en las flores femeninas del sauce y análoga actividad biológica ha sido encontrada en una gran variedad de órganos de plantas. De las semillas de palma después de la extracción de su aceite, obtuvieron Boutenandt y Jacobi un compuesto cristalino que por su poder rotatorio, espectro de absorción y derivados, identificaron con la foliculina que estimula y acelera el crecimiento de las plantas, según dedujeron de sus observaciones Schoeller y Goebel.

El estudio de las hormonas y el de las vitaminas que en la actualidad

preocupa a muchos biólogos, establece algunas relaciones bioquímicas entre animales y plantas que presentan el mayor interés: así por ejemplo, las plantas no producen vitamina A, pero pone a disposición de los mamíferos pigmentos carotinoides, que están muy difundidos en los organismos vegetales y que ingeridos por los mamíferos, se transforman por excisión hidrolítica, en vitamina A que se acumula en el hígado.

En estos últimos años, Lieske, Schöller, Ascheim, Went, Kigl, han referido el hallazgo de tales microfactores en algunas muestras de diferentes variedades de carbón mineral y estos hechos y aquellas ideas, propusieron para nuestra labor experimental la tarea de practicar el reconocimiento de la existencia en los lignitos de los factores de crecimiento a que hemos hecho referencia: su valoración, su separación del carbón si los contiene y el estudio de sus efectos sobre bacterias, hongos, mohos, es decir sobre los grandes grupos de los microorganismos que sostienen la vida microbiana de las tierras de labor muy principalmente de los nitrificantes o fijadores del nitrógeno atmosférico.

Para reconocer en los lignitos la presencia de hormonas oestrógenas (fitohormonas) utilizamos como reactivo biológico ratas ovariectomizadas o sea ratas que se encuentran en la fase de descanso, estado agénésico que debe durar durante toda la vida del animal.

La primera experiencia de orientación la realizamos obteniendo un extracto de lignito e inyectándolo a ratas ovariectomizadas dejando una como testigo. Observamos que mientras el animal testigo continuaba en descanso, en las inyectadas aparecían los caracteres del celo, con sus fases características de precelo, celo y metacelo.

Repetimos esta experiencia inicial con resultado positivo, utilizando lignito natural o también lignito coloidal activado y una vez convencidos de que en ambas formas se pone de manifiesto la presencia de una hormona de crecimiento semajante por su acción a la foliculina, iniciamos el trabajo experimental para valorarla y separarla del carbón que la contiene.

Obtuvimos extractos de lignito, valorados de tal modo, que un centímetro cúbico del extracto, equivale a un gramo de carbón. Operamos en medios ácidos, alcalinos, neutros y sin detallar porque esto no es ahora necesario, las diferentes tentativas hechas para obtener el mejor resultado, adoptamos un método que produce extractos de carbón de reacción actual  $\text{pH} = 4$ .

En posesión de estos extractos, procedimos a su valoración, utilizando series de seis ratas ovariectomizadas de las que reservamos una como testigo y a las cinco restantes, inyectamos extracto de lignito en dosis iguales para cada rata pero distinta de una a otra, variando desde 0,2 c. c. a 1 c. c.

en cada inyección, siguiendo las indicaciones del método oficial de valoración. Periódicamente observamos al microscopio *frotis* vaginales para conocer las alteraciones de la secreción vaginal correlativa a los diferentes momentos de actividad ovárica. Operamos con ratas de unos 150 gramos de peso y encontramos frecuentemente de 1.000 a 1.500 unidades por kilogramo de lignito. La unidad ratona es cinco veces menor y se admite que un gramo de foliculina equivale a unos 10.000.000 de unidades, es decir que aproximadamente 0,1  $\gamma$  es el peso de hormona que produce una unidad ratona.

Conocida la riqueza hormonal de estos extractos, tratamos de separar los factores fisiológicamente activos que contienen por diversos métodos. Uno de ellos precipitando el contenido hormonal del extracto, por variación del medio de dispersión utilizando el etanol o la propanona: con nuestro reactivo vivo, valorábamos la concentración en hormona de las fracciones que íbamos preparando y llegamos a la consecuencia de que por este método la hormona se reparte entre el líquido y el precipitado correspondiendo una mayor cantidad al precipitado como consecuencia de fenómenos de absorción.

Obtuvimos mejor resultado en la práctica de esta separación, operando de otro modo: El extracto recién obtenido, es un líquido transparente de color verde botella claro; abandonado algunos días al aire, se enturbia depositando un precipitado rojo de hidróxido férrico que demuestra la existencia en el extracto de una disolución de sal ferrosa que al oxidarse se hidroliza. Esta sal es el humato ferroso, de cuya acción catalítica en los procesos bioquímicos de la fijación del nitrógeno atmosférico en la tierra, ya hemos hecho mención, y en otros trabajos pudimos comprobar.

Concentrando el extracto de carbón hasta un quinto de su volumen el líquido amarillea en la superficie y se deposita un precipitado rojo cuyo peso después de seco a 100° es del orden de cuatro gramos por kilogramo de carbón y no fijamos en este rendimiento, ni en los que después expresáremos un número preciso, porque la cantidad obtenida varía con una porción de factores: tales son, el grado de desmenuzamiento del carbón, la temperatura y el tiempo de maceración. El sedimento así formado seco a 100° contiene:

|                       |      |         |
|-----------------------|------|---------|
| Oxido férrico .....   | 16,6 | por 100 |
| Azufre (en SO ) ..... | 40,2 | » 100   |
| Calcio (en CaO) ..... | 30,4 | » 100   |

es decir, que se trata de una mezcla de óxido férrico procedente de la hidrólisis del hummato ferroso oxidado y sulfato cálcico.

Se filtra; concentramos el líquido filtrado a 60-65 grados y cuando su volumen queda reducido al vigésimo, por enfriamiento se obtienen unos cristales verdes imperfectos mezclados con polvo cristalino blanco; practicado el análisis de estos cristales verdes, por su concentración en ion SO y en ion Fe deducimos que son de sulfato ferroso cristalizado y los pequeños cristales blancos de sulfato de calcio.

Separados los cristales por filtración, añadimos al líquido cuatro veces su volumen de etanol, formándose un precipitado amarillento cristalino. Este precipitado después de seco a 70°, no contiene la totalidad de la materia hormonal del carbón de que se partió para obtenerla: el 20 por 100 aproximadamente de la masa total de factores de crecimiento del lignito aparecen en el líquido alcohólico citado.

Calculando la masa que se obtiene en cada una de estas fracciones, encontramos que operando como dejamos dicho, un kilogramo de carbón produce ocho gramos de cristales mezcla de sulfatos ferroso y cálcico y diez gramos del precipitado obtenido en el medio hidroalcohólico.

Realizamos algunas determinaciones analíticas sobre este precipitado amarillo y encontramos que después de seco a 70°, con el aspecto de un sólido bien desecado, si se lleva a la estufa a 110° hasta peso constante, pierde el 30,2 por 100 de su peso. Por calcinación al rojo vivo después de seco a 70°, pierde de peso el 68,4 por 100, habiéndose desprendido las materias que volatilizan a 110°, el anhídrido sulfúrico procedente de la descomposición del sulfato ferroso y los productos de combustión de la materia orgánica que contiene. El residuo de la calcinación, que representa el 31,6 por 100, es óxido férrico y sulfato cálcico principalmente.

La cantidad total de materia orgánica que contiene este precipitado que estudiamos, no se deduce de la pérdida de peso por calcinación, porque una parte de esta pérdida es anhídrido sulfúrico que se desprende al calcinar a elevada temperatura una materia que contiene bastante sulfato ferroso. Queda para trabajo posterior, concretar estos números pero para tener idea de la materia orgánica en presencia, realizamos un análisis centesimal incompleto como avance para determinaciones ulteriores: encontramos las siguientes cifras:

|  |      |         |
|--|------|---------|
| Carbono total (por combustión) .....             | 2,54 | por 100 |
| Nitrógeno total (por micrométodo de Kjeldahl)... | 0,42 | » 100   |
| Nitrógeno aminico (von Slyke) .....              | 0,14 | » 100   |

Para separar del extracto de carbón los compuestos hormonales del lignito, eliminando como operación previa los compuestos de hierro, operamos del modo siguiente: El extracto acuoso de carbón le tratamos en frío

por amoníaco que precipita todo el hierro en forma de hidróxido ferroso que lentamente se transforma en férrico; debe operarse de modo que el líquido quede débilmente alcalino, trabajando así en las fracciones a obtener el sulfato ferroso es sustituido por el sulfato amónico que trataremos de separar con disolventes apropiados de la materia hormonal en los que no se disuelva ni el sulfato amónico ni el cálcico.

Una vez precipitado todo el hierro filtramos obteniendo un filtrado transparente e incoloro que concentramos a 60 grados hasta el vigésimo de su volumen, y después a baño maría hasta obtener un residuo cristalino que es una mezcla formada principalmente por los sulfatos amónico y cálcico que contiene la materia orgánica del extracto de carbón.

La cantidad que obtenemos de este depósito blanco cristalino es de ochocientos gramos por kilogramo de lignito tratado. El análisis de este producto reconoce que contiene 74 por 100 de sulfato amónico (referido a sal anhidra) y el 5 por 100 de sulfato de calcio; el resto, es agua y otros productos no determinados.

Este residuo lo dejamos en digestión con tres veces su peso de cloroformo. A las veinticuatro horas filtramos: el filtrado, se evapora a sequedad a baño maría a 65°: deja un residuo amarillento de aspecto lipóide que tratamos por etano-oxi-etano y unas gotas de solución de sosa al 5 por 100 para saponificar el ester graso: se evapora el líquido a sequedad y deja un residuo de aspecto cristalino que se trata por el mismo éter: se decanta, se evapora el líquido y deja unos pequeños cristales que deben contener la materia hormonal.

La comprobación fisiológica de la actividad de esta materia no pudimos realizarla, así como tampoco otras valoraciones hormonales que interesaba hacer para continuar el trabajo, porque por razones que no son de este lugar, en marzo de 1937, tuvimos que sacrificar la colección de ratas normales y ovariectomizadas que poseíamos.

Damos con esto por terminada la relación de la labor de Laboratorio realizada para reconocer, valorar y separar del lignito, los factores de crecimiento que presentan propiedades de las hormonas oestrogénicas. El estudio químico de los productos que en las separaciones detalladas vamos realizando, se ha interrumpido para estudiar las propiedades biológicas de estos microfactores que para el fin que nos proponemos presentan de momento mayor interés. Vamos a referir ahora las experiencias realizadas para demostrar la acción eficaz de las hormonas que contiene el lignito sobre la multiplicación de diferentes microorganismos.

Nuestras primeras experiencias se realizaron operando con cultivos mixtos de bacterias fijadoras del nitrógeno del aire. Se dicen cultivos mixtos a

los de los gérmenes que forman el velo cuando se comienza la técnica a practicar para obtener cultivos puros de *Azotobacter Chroococcum*: en estos cultivos mixtos, encontramos principalmente *Azotobacter* y *Radiobacter* y sus actividades como microbios nitrificantes y la acción catalítica del lignito sobre su trabajo bioquímico, ha sido ya estudiado y publicado entre los trabajos de nuestro Laboratorio.

Operamos con caldos formados por infusión de judías manitada y adicionada de las materias minerales que son necesarias. Sembramos en todas las series de matraces con que se opera, el cultivo nitrificante mixto en plena actividad, añadiendo a cada matraz, cantidades variables de extracto de carbón en cantidades que con relación a la masa y superficie de caldo de cultivo equivalen aproximadamente a 80, 120, 200, 400 kilogramos de lignito por hectárea de tierra. Llevados todos estos matraces a la estufa a 25 grados, observamos invariablemente una proliferación microbiana mucho mayor en los matraces que contienen dosis más o menos elevadas de extracto de lignito. En los caldos testigos que se hizo la siembra sin adición de extracto la multiplicación microbiana está retrasada, con relación a los otros caldos.

Para quien tiene costumbre de practicar cultivos microbianos no hay dificultad para conocer a simple vista en qué vasijas se desarrolla mejor el microbio: así pudimos observarlo en todas las experiencias realizadas, a las veinticuatro horas de incubación.

Practicadas las correspondientes determinaciones de nitrógeno total de los caldos de cultivo de cada matraz, conociendo la cantidad de nitrógeno que poseía el caldo de cultivo antes de la siembra, hemos llegado a deducir que la cantidad de nitrógeno fijado en estos cultivos, no sigue variaciones del orden observado en la multiplicación microbiana; la masa de nitrógeno total terminada la experiencia es en todos los caldos sensiblemente igual, observándose muy pequeñas variaciones, es decir, que no llega a manifestarse una relación entre la multiplicación microbiana y el nitrógeno fijado en las condiciones de limitación de medio, pureza de cultivo y materia nutritiva a disposición del cultivo microbiano. Consecuencia de estos hechos es que la hormona de crecimiento, no estimula el trabajo bioquímico del microbio; cuando tratemos después de los resultados que obtuvimos operando con cultivos puros de levaduras alcohólicas, concretaremos una interpretación de estos hechos.

En otras series de experiencias encontramos el hecho de que si a los cultivos microbianos mixtos con que operamos, se les añade líquidos hormonales en cantidad excesiva, se perturba el trabajo bioquímico de tales microbios y siguiendo su trabajo con las correspondientes determinaciones

de nitrógeno total, estudiamos la marcha de estos cultivos. Al representar gráficamente los resultados de la experiencia, se obtiene una curva sinuosa que demuestra la existencia de fenómenos rítmicos, que con tanta frecuencia aparecen en los procesos vitales de defensa orgánica.

Estos hechos confirman en los organismos monocelulares otros análogos observados en los grandes organismos por el efecto perjudicial que es consecuencia de la presencia de excesos de hormonas o de vitaminas producidas o ingeridas sin tener en cuenta el concepto cuantitativo. En los casos de exceso en la producción hormonal, el mismo organismo se defiende: si se trata de la foliculina, es la permeabilidad renal la que realiza la eliminación del exceso de hormonas por la orina.

En el caso que estudiamos, llegamos a la consecuencia de que un exceso de extracto de carbón sobre los cultivos de las bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico, perturba de tal modo su trabajo bioquímico, que en tales cultivos no hay fijación de nitrógeno; si el exceso rebasa un cierto límite, se observa una desnitrificación del medio del cultivo.

Observados los efectos que hemos citado sobre la multiplicación de las bacterias del suelo, tratamos de conocer la acción de estos extractos de lignito sobre cultivos de hongos microscópicos, tales como las levaduras alcohólicas. A este efecto, partiendo de unas heces de vino, obtuvimos seleccionado y puro, un cultivo de *saccharomyces ellopsoideus* (II-Hansen) que sembramos en un medio líquido perfectamente limpio y transparente, formado por una infusión de germen y raicillas de cebada, en la que se disuelve sacarosa (6 por 100) y ácido tartárico (0,5 por 100).

Operando con frascos iguales que contenían igual volumen de caldo de cultivo, sembramos con igual cantidad de suspensión microbiana y reservamos dos como testigo. A los otros frascos agregamos respectivamente 0,25, 0,50 y hasta 3 c. c. de extracto acuoso de lignito. La masa de caldo sembrado era de 100 c. c. y como la pérdida de peso por el carbónico desprendido excedía de tres gramos, pudimos conocer perfectamente con ayuda de la balanza, la velocidad de la fermentación en cada caso.

Una de las series de frascos fué a la estufa a 27° t; la fermentación terminó a las cincuenta y cuatro horas. Otra serie quedó en el Laboratorio a la temperatura de 14°; en ésta terminó la fermentación a los once días.

Se observa en las dos series que los caldos que contienen extracto de lignito se enturbian antes que los testigos; esta observación acusa variaciones de velocidad en la proliferación celular. Mientras tanto se realizaba la fermentación, anotábamos las pérdidas de peso encontradas en los distintos frascos de cada serie, deduciendo que en la velocidad del fenómeno no había variación sensible entre los diversos caldos sembrados, pero se

observaba en ellos depósitos de levadura que aparentemente tenían distinta masa.

Practicamos la separación mecánica de la levadura y del caldo por filtración en crisoles König A2; terminada la filtración, se secaba el crisol con la levadura a 100° y se pesaba; las diferencias de peso de levadura obtenida fueron de importancia. En los caldos a los que se añadieron extracto en dosis de 0,25, 0,50, 0,75, 1, 1,5, etc., gramos de extracto observamos un aumento progresivo que alcanza su máximum de 64 por 100 para la dosis y 0,75 c. c. para 100 c. c. de caldo.

También operamos con extractos de lignito coloidal activado a dosis variables, llegando a encontrar un aumento en el peso de la levadura recolectada, que para la dosis óptima llega a ser del 110 por 100 con relación al testigo. Consecuencia de estas experiencias es haber demostrado en el lignito la presencia de una hormona de crecimiento, que estimula la multiplicación de las levaduras alcohólicas.

Estas experiencias nos recuerdan otras que publicamos hace más de treinta años para estudiar la causa a que podía atribuirse el hecho observado de variaciones de velocidad y de rendimiento en alcohol que se obtiene cuando un mismo mosto en iguales condiciones de temperatura y de masa sembrado con la misma levadura fermenta de distinto modo.

Después de algunos tanteos experimentales, realizamos unas experiencias que, a nuestro juicio, aclaran aquellos hechos de apariencia anómala. En una placa Petri sembramos levadura en una delgada capa de caldo; llevada a la estufa a 27°, a las pocas horas de hecha la siembra todo el azúcar quedó desdoblado, se formó un abundante depósito de levadura; pero en el líquido, la riqueza alcohólica era 0,6°, debiendo advertir que en el caldo que utilizábamos la cantidad teórica de alcohol a producir era 6,7°.

La desproporción observada entre el alcohol producido y el que podría producirse se debe a que por la gran superficie del caldo en relación con su masa, se encuentra en tales condiciones de aireación que la levadura ha hecho una vida casi exclusivamente aerobia. En estas condiciones, la célula viva no ha hecho más que proveerse de la materia y de la energía que para su vida necesitaba, multiplicándose con una velocidad extraordinaria. La pequeña cantidad de alcohol producido, representa la actividad de la levadura como fermento en las condiciones de la experiencia.

Variando las condiciones de trabajo, colocado el caldo de cultivo en tubos de vidrio, extrangulados en la parte superior y lleno de líquido hasta muy cerca de la parte más estrecha de la región extrangulada, una vez hecha la siembra y llevados los tubos a la estufa a 27°, la fermentación termina al cabo de cuarenta y dos días, produciéndose muy pequeña cantidad

de levadura y encontrando en el líquido 6,3° de alcohol, es decir, casi la cantidad teórica que por su riqueza en azúcar (10 por 100 de sacarosa) debiera producir.

La vida del microbio ha sido en esta experiencia casi exclusivamente anaerobia; la mayor parte del azúcar se ha desdoblado en alcohol y gas carbónico; la levadura actuó como fermento.

Consecuencia de estas experiencias es que el oxígeno del aire o la vida aerobia del microbio activa su multiplicación; pero el trabajo bioquímico se realiza en vida anaerobia. Diferenciando así en la levadura, su vida como vegetal o como fermento es posible buscando la proporcionalidad de vida entre la altura y la superficie de la masa que fermenta para que el fenómeno de la fermentación pueda desarrollarse en las mejores condiciones de velocidad y de rendimiento en alcohol.

Por la acción de los factores fisiológicos contenidos en los extractos acuosos de carbón, se obtiene más peso de levadura, es decir, que actúan como hormonas de crecimiento, pero en la pequeña masa de caldo con que operamos (unos 100 c. c.) la velocidad de la fermentación no experimenta variación sensible, porque la forma de la masa que fermenta es idéntica en cada serie de experiencias y la hormona de crecimiento en este caso como en el de las bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, no actúan sobre el trabajo bioquímico del microbio.

Como consecuencia de la labor experimental realizada en nuestro Laboratorio podemos afirmar que el lignito coloidal activado ejerce sobre los microbios fijadores del nitrógeno atmosférico dos acciones distintas: una debida a las hormonas de crecimiento que contiene, activando la multiplicación microbiana; la otra se deriva de su carácter de catalizador de oxidación que activa por catalisis bioquímica el trabajo de las bacterias nitrificantes que forman parte de la microflora de la tierra de labor, que constituye un importante factor de fertilidad de los suelos, porque actúa, enriqueciendo la tierra en nitrógeno orgánico que utiliza la planta para su nutrición.

Este incremento de nitrógeno en las tierras conseguido como consecuencia de la vida microbiana del suelo tiene un límite, y su equilibrio se logra por las acciones antagónicas de las bacterias nitrificantes y de las desnitrificantes que actúan realizando procesos bioquímicos de reducción, que terminan liberando porciones de nitrógeno orgánico en forma de nitrógeno libre que vuelve a la atmósfera.

Interviene en el equilibrio que se establece entre las acciones nitrificantes y desnitrificantes de los suelos, la cantidad de carbono orgánico en presencia; lo normal es que la cantidad de carbono orgánico sea unas diez

veces mayor que la de nitrógeno, estableciéndose entre estos elementos químicos la debida proporción como consecuencia de la vida microbiana del suelo, que reacciona cuando pierde un exceso de nitrógeno, desprendiendo la masa correspondiente de gas carbónico.

La ausencia de carbón orgánico en los suelos tiene como consecuencia inmediata la activación de los fenómenos de desnitrificación. Hay que tener en cuenta este hecho aleccionador: las tierras de cultivo se defienden por mecanismos bioquímicos adecuados contra errores humanos que llegan a perturbar el maravilloso equilibrio dinámico que el Creador estableció para que la fertilidad de la tierra no se desgaste por sucesivas cosechas. Es loable el deseo del hombre y su esfuerzo para incrementar la producción; pero el abonado de las tierras debe practicarse de tal modo que no se comprometa la fertilidad del suelo ni se llegue a producciones que conservando el aspecto del fruto, del trigo por ejemplo, disminuyen su valor como alimento.

En las tierras españolas más productivas, que son las que mejor han podido soportar el alto precio de los abonos minerales nitrogenados, tenemos hoy un *déficit* de materia orgánica que perturba su fertilidad, rebaja la calidad de los frutos y disminuye el rendimiento de las cosechas. Además, para la adquisición de estos abonos nitrogenados exporta España anualmente una cifra del orden de 100.000.000 de pesetas oro, que paga el labrador por la materia mineral que adquiere y gastos anejos.

Por nuestra parte, mientras podamos, insistiremos en el estudio del tema de que hemos tratado, que continuará siendo un sector de los trabajos que en nuestro Laboratorio iniciamos hace veinticinco años y que no hemos interrumpido todavía. No se nos oculta la dificultad enorme que supone el error divulgado, la rutina y los grandes intereses creados alrededor de tales abonos minerales nitrogenados. Pero no importa; mientras otra labor de investigación mejor orientada y practicada que la nuestra no demuestre lo contrario de nuestras afirmaciones, que hoy tienen una amplia base experimental, o hasta que prácticas agrícolas bien proyectadas y escrupulosamente realizadas no demuestren que nuestras ideas son inaplicables, continuaremos tenazmente nuestra labor, porque estamos convencidos de que así servimos a España.

Lieske y Winzer, profesores del Instituto del Carbón, de Mulheim-Rhur, confirmaron nuestras conclusiones, afirmando que es asunto de gran importancia el utilizar en agricultura el lignito con fertilizante. Recuerdan que Alemania posee grandes extensiones de tierra estéril que con este abono, abundante y económico, podrían hacerse laborables, resultado que no llegará a conseguirse con los abonos minerales; en estos suelos el lignito

ha de mejorar su microflora, y es éste un factor indispensable para conseguir su fertilidad. «Los fundamentos de la cuestión —dicen los citados investigadores, refiriéndose a nuestra labor— ya están aclarados, y tanto para la producción del lignito como para la agronomía se abre con estos trabajos un nuevo campo de amplias perspectivas.»

Será conveniente decidir si la práctica agrícola confirma o modifica las conclusiones que venimos publicando con documentación creciente hace más de veinte años, sin utilidad alguna hasta el momento actual para el campo español. Nuestro deseo, incumplido todavía, sería saber que nuestro trabajo se utilizaba antes en España que en lugar alguna. La economía española alcanzará su desarrollo más amplio cuando la producción agrícola de nuestro suelo, con gran variedad de productos, por la variedad de clima de esta bendita tierra de España, marche paralelamente al desarrollo de su ganadería y cuando se aproveche en beneficio de la nación con amplitud creciente, pero con marcha acelerada, nuestra enorme riqueza hidráulica.

Por múltiples circunstancias que no es este momento de detallar, muchos miles de hectáreas de tierra española son hostiles a la vida, y hay que conquistarlas con el trabajo de los hijos de España para que sean tierras que por su producción y perspectivas difundan entre sus habitantes la alegría de vivir. Hay necesidad de sostener e incrementar la fertilidad de las tierras que, a nuestro juicio, decae por errores que deben corregirse; no hay que olvidar que la producción del campo es el patrimonio del hombre sobre la tierra.

# Contestación

DE DON OBDULIO FERNANDEZ

El tiempo, en su calidad de factor natural, actúa como todos ellos en el doble aspecto que impone la ley de economía en los procesos que se desenvuelven en la naturaleza. Atenúa unas impresiones y exalta otros recuerdos que dejan honda huella en el espíritu y que persisten a través de los azares de la vida. Ante esta función exaltadora me encuentro en estos momentos que proyectan sobre mí la imagen ampliada de unas oposiciones a cátedras de Química General, que presidía el eximio maestro de la Bioquímica española Rodríguez Carracido y en las que actuaba con gran brillantez el hoy profesor Rocasolano, a quien me honro en dar la bienvenida, en nombre de la Academia de Ciencias. Era yo entonces estudiante del Doctorado y asistía con puntualidad a los ejercicios, que después comentaba amigablemente con Carracido, quien gustaba de conocer mis impresiones personales para estimularme a una formación que él imaginó encuadrar en mis aptitudes. De aquellas conversaciones en las que sin duda se forjó mi amor al profesorado universitario conservó el respeto y la admiración que el ilustre sabio sentía ante dos opositores, Rocasolano y Luna, cuyo influjo en la Química nacional ha sido bien notorio.

Las inclinaciones individuales constituyen la manifestación ostensible de un tactismo espiritual hacia quien piensa o actúa de modo parecido, y en este caso la simpatía de Carracido por el opositor aragonés la acrecentaba ese flujo de solidaridad nacido en una misma afición y en un sentimiento común, el estudio de la Bioquímica, en que el aspirante a catedrático se mostraba ya como un futuro maestro.

Eran las oposiciones aludidas las primeras de un sistema legal en que se obligaba al candidato a explicar públicamente un trabajo de investigación en que se revelasen sus cualidades inquisitivas. Medió la coincidencia de que el expuesto por Rocasolano tenía marcado carácter biológico por referirse a la acción de un agente mineral, el anhídrido sulfuroso sobre las actividades de un ser vivo, de una levadura sembrada en un medio al que hacía fermentar. Tratábase de un caso excepcional, porque en aquella lejana época (1902) no había otro bioquímico que Carracido, en quien las esperanzas de redención científica de España se abrían a nuevos horizontes a medida que su proselitismo engendraba nuevas floraciones. Algunos jueces, hombres rectos y formados en la Química pura, perceptores solamente de choques moleculares ajustados a las normas inflexibles de las reacciones perfectas, educados en las técnicas del análisis pulcro, no entendían que

el trabajo del opositor cupiese en el marco de la disciplina objeto de la oposición. La hábil dialéctica y la consumada elocuencia del presidente pusieron fuera de duda las susceptibilidades de los intransigentes partidarios de la afinidad química en un grado tal de sencillez como la revelada en la acción de un cloruro soluble con nitrato de plata. Si alguno de aquellos jueces puede contemplar los trabajos en las escuelas bioquímicas del norte de Europa, el pujante desarrollo de la microbiología química y la entrada triunfal del microbio en el campo de la síntesis como un agente más a disposición del técnico para ampliar la obra de fragmentación gradual de las sustancias orgánicas más complicadas, se persuadirá de la poca consistencia de los argumentos basados en las ideas escuetas y algunas veces sombrías de la Química clásica. No se oxida, ni se metila, ni se rompen anillos y ciclos, ni se condensan moléculas, sólo con los mecanismos de que hasta hoy hizo alarde de pujanza la síntesis química; el microbio temido que infunde pavor por la magnitud de sus efectos y el moho vil que invade las frutas abandonadas, los dos calumniados injustamente, se amoldan a las condiciones de nuestros laboratorios para formar cantidades enormes de productos útiles, más baratos que los obtenidos por la síntesis en las fábricas. Cuando se ha ido agotando el arsenal de procedimientos de laboratorio y cuando las nuevas sustancias procedentes de la Naturaleza se han mostrado irreductibles a los métodos de disección más poderosos, se ha sentido la necesidad de volver a la vida, que muestra reiteradamente la belleza y el rigor en la conducta de sus agentes químicos; a la vida se vuelve porque es misterio, como al misterio se dirige el corazón, desilusionado y empequeñecido ante los fracasos repetidos de la existencia. La Naturaleza es lección perenne, manantial inagotable de hechos, cantera de enseñanzas a donde han de buscarlas todos los hombres de buena voluntad que ejerzan funciones sociales directivas y hayan de reproducir en la sociedad humana los procesos armónicos de los fenómenos naturales. Los más eminentes químicos, Liebig en la era de la iniciación de la síntesis, y ahora Willstetter y muchos de sus colaboradores, abandonaron el campo de sus estudios y sus métodos de trabajo para captar en la vida las sombras que amenazan derruir sus alcázares, acuciados a la vez por el deseo de inquirir y, si fuera posible, sorprender sus esencias íntimas.

Cuando Rocasolano hizo su aparición en el palenque de la investigación científica, comenzaban a señorearse de la Biología las novísimas teorías acerca del estado coloide acompañadas de un bagaje experimental sorprendente por su cantidad y por trascendencia. Los actos biológicos radicaban en ese estado coloide de la materia viva, y sus cambios se traducen rápidamente en alteraciones del funcionalismo; pero a la misma vida no se

podía ir directamente en consulta técnica, y era indispensable remedar fenómenos y estudiar leyes artificiosas que sirvieran como instrumento de trabajo para que la consulta a la realidad tuviera respuesta satisfactoria; de aquí que se buscara en los coloides inorgánicos asequibles a las técnicas de laboratorio la similitud de conducta con los coloides biológicos y se trabajara con los primeros como lógicamente se podría actuar sobre los segundos; dirige entonces nuestro nuevo compañero sus actividades a estudiar el modo de conducirse los coloides ante el calor y el proceso de la coagulación que sufren por el agente que destruye su estabilidad, provocando cambios en la magnitud de su micela o en el medio en que ésta se mantiene suspendida. Complemento de estos trabajos son los publicados sucesivamente acerca de la estructura de los coágulos, de la constitución de la micela de los electrosoles de platino, el envejecimiento de los coloides, etcétera; y como consecuencia de su aplicación al asunto vital plantea el problema de la vejez, no al estilo de la vieja alquimia buscadora del elixir de larga vida, sino con el conocimiento de las veleidades de un sistema que vuelve o no al compás de posibles hidrataciones y deshidrataciones, a su primitivo y saludable estado.

Con frecuencia va asociado al estado coloide una particularidad físico-química, estudiada y reproducida también en los coloides minerales. Desde la publicación de los trabajos de Bredig, el poder catalítico, rodeado de los atractivos del misterio, captó la atención de los investigadores, pero era más audaz que establecer principios básicos en la descomposición del agua oxigenada por el platino-sol, buscar en los propios tejidos y en la sangre sustancias dotadas de esa facultad vinculada a la pequeñez de las partículas que el rayo de Tindall hace visibles. Rocasolano lanzó su escuela a la conquista de las realidades aprovechables para obtener de las acciones catalíticas el mayor rendimiento. Constituye una etapa interesante y fecunda de los progresos realizados por el catedrático de Zaragoza, su aportación al estudio de los catalizadores bioquímicos que intervienen en la vida de las especies agrícolas. Nada tan digno de gratitud como explorar en las profundidades del surco abierto por el arado, sirviéndose como guía del conocimiento físico-químico de las actividades vegetales, para procurar mayores beneficios en las cosechas y pedir mayor largueza a la madre Tierra que nos sustenta, más pan para nuestros hermanos y más abundante ración alimenticia que mejore la suerte y el porvenir de la raza hispana.

Los estudios conjuntos del estado coloidal y de las acciones catalizadoras publicadas fragmentariamente dieron pábulo a la publicación de dos volúmenes titulados «Aportación bioquímica al problema agrícola del nitrógeno», en los que aborda el señor Rocasolano la cuestión palpitante para España de los abonos.

El fertilizante, sin duda, contiene tres factores: el soporte más o menos coloidal, el catalizador de las actividades biológicas que provocan la asimilación y el abono propiamente dicho del que toma la planta lo indispensable para nutrir sus tejidos y formar acúmulos de azúcares, féculas, grasas o esencial. No afirmo que sea así constantemente, pero es lo que me parece debe deducirse de las experiencias que ponen de relieve la incapacidad absoluta de una sola substancia para fines fertilizantes y la afirmación del recipiendario cuando sostiene con sobrada razón que los factores de crecimiento no bastan y que el potasio no ejerce influjo sensible en el trabajo de fijación del nitrógeno por los azotobacter; ni el potasio ni el amonio llenan un objetivo completo y hasta pueden ser perjudiciales a la vegetación antes de que la planta les haya convertido en substancia propia. Y así debe de ser, evocando la complejidad del tráfigo orgánico: la sencillez física y química excluye toda viabilidad; la vida surge de un complejo extraño inimitable por el hombre cuyos remedos de producción de movimientos y de formas no son ni remotos atisbos del alborear vital.

Catalizador de acciones oxidantes, émulo del hierro, elemento integrante de las hematinas, es el manganeso que ensamblado por la pericia de Bertrand sobre un medio coloide simuló una oxidasa vegetal; también ha caído dentro del radio de las actividades de la escuela zaragozana. Ciertamente, que la ubicuidad del manganeso se prestaba a buscar la explicación de sus aptitudes para cambiar de grados de oxidación en los tejidos. El químico japonés Aso pudo percibir que la actividad oxidante de los jugos vegetales era más intensa en las plantas abonadas con cloruro de manganeso, como si este metal interviniera directamente en la constitución de una oxidasa o en la activación de sus propiedades; más bien ocurrirá lo primero, porque la circunstancia de formar el hierro porfirinas o cuerpos pirrólicos de alto peso molecular, constituyente de las oxidasas, autoriza la hipótesis de un posible reemplazo del último metal por el manganeso en el nexo de los pirroles integrantes del grupo porfirínico. De las experiencias del profesor aragonés utilizando diversas bacterias se deduce que la acción catalítica de los abonos manganésiferos se revela en aumento del trabajo bioquímico general de la bacteria y no en una fase aislada, como la oxidante, lo cual demuestra la concatenación de los actos vitales de los microorganismos que representan los primeros escalones de la organización. No escatimaría Rocasolano el elogio de un catalizador tan difundido en la naturaleza si no hubiera podido inferir de las experiencias apuntadas, que el manganeso como otros muchos catalizadores, el hierro entre ellos, en cuanto sobrepasa su cantidad en la tierra arable de la indispensable a la sumisión estimulante de las bacterias fijadoras del nitróge-

no atmosférico, se conduce como un veneno. No es pequeña la dificultad práctica que para el agricultor representa el análisis continuo de las tierras, a fin de que los abonos por exceso de agente catalítico no vayan más allá de la fase conveniente a los rendimientos que se esperan con su intervención. Por este motivo, nuestro nuevo compañero, después de llegar a la consecuencia de la posible toxicidad de los abonos férricos y mangánicos, pasó al estudio del carbón que, como el autor afirma, actuará en zona más amplia que aquéllos, alejando el riesgo de las dosis tóxicas para las plantas cultivadas y para los gérmenes que colaboran en la vegetación. Es presumible que no fué inducido por una genialidad, sino con antecedentes bien meditados y, previa una consulta bibliográfica que reseña con amplitud en el primer volumen del libro antes citado «Aportación bioquímica al problema agrícola del nitrógeno», quizá no dejaría de influir en su ánimo la noción de la complejidad del abono trasladada a la tierra arable para aplicar el lignito como fertilizante; residuo, además, de una organización que los siglos no extinguieron por completo, asiento de vida de seres inferiores, mundo pequeño de estructura coloidal adecuada, debía ser el lignito activador del nitrógeno que las plantas podían convertir en sus peculiares aminoácidos para su crecimiento y en energía química para el transporte de los elementos formados en determinado lugar a otro seguro de reserva para la continuidad de la especie o de almacenamiento para que el hombre lo utilice. El antecesor legítimo del lignito fué el humus, que inconscientemente aplicó el agricultor y que la industria explotó, constituyendo sociedades que elevaban frecuentes demandas de ayuda científica a nuestro colega de Zaragoza.

No sin cierta pena me privo de la satisfacción de comentar los múltiples trabajos del señor Rocasolano, porque no debo olvidar desde este sitio la tortura a que someto a los oyentes no familiarizados con este género de exposiciones. Pero queda algo por decir tan importante para el resurgimiento de la ciencia española como lo que he dicho. Hace treinta años pocos profesores españoles sintieron la comezón de buscar algo nuevo que aportar al acervo de la ciencia universal; los mejor preparados eran tan individualistas como el resto de los compatriotas y guardaban para su recreo íntimo el fruto de penosos esfuerzos, que sólo vieron la luz en alguna revista extranjera. Esos ejemplares beneméritos del trabajo en pocos años trocaron la avaricia por la generosidad, prueba de la sencillez con que los grandes ideales se abren paso en los hombres solitarios, que esquivan con frecuencia el trato social; aquellos hombres salieron de su torre de marfil y algunos con tanta fortuna, que pudieron crear escuela mantenedora del prestigio de unas ideas directrices y de un trabajo continuo para la poste-

ridad; entre esos catedráticos que pueden considerarse felices en su profesión s encuentra el recipiendario, director de un grupo de personas que extienden su criterio y trabajando con los métodos de una escuela la difunden por los centros de enseñanza y de investigación.

Extender la ciencia es hacer una siembra como en el campo, lanzando a vuelo la semilla; es faena de unos pocos selectos, pero de sus frutos se nutre toda la colectividad. Este es un motivo justificado de gratitud por parte de los nacionales y razón suficiente que unida a la perseverancia en el logro de sus fines ha conquistado el nuevo académico el respeto de los extranjeros, de que son testimonio los títulos que ostenta de doctor «honoris causa» de la Universidad de Toulouse, miembro correspondiente de la Accademia Scienze-Nuovi-Lincei y de la Gesellschaft der Wisseuschafthen de Göttingen.

No quiero fatigaros por más tiempo ensayando una exposición del *currículum* del señor Rocasolano; mas el deber me obliga a glosar con la brevedad impuesta en estos actos el discurso con cuya lectura nos ha obsequiado justificando su calidad de experimentador eminente y tenaz, como buen aragonés.

Cuando Rocasolano buscaba la realización práctica de sus hipótesis para exaltar el sentimiento de las cosechas agrícolas, surgió casi de modo imprevisto el asunto de las hormonas y de las vitaminas como activadores del funcionalismo y como defensores de la normalidad de éste contra los agentes infecciosos. La actividad vital en términos corrientes dependía de las *auxinas*, hormonas de estructura molecular completamente distinta de las de procedencia zoológica. En las flores de las plantas y en algunos frutos se produce una hormona excitadora del trabajo funcional idéntico a algunas de las varias de tipo sexual aisladas de la orina de las hembras en preñez. La Química se lanzó a la exploración de la arquitectura de esos extraños productores del estro, y bien pronto trenes cargados con cisternas de orina llegaban a las estaciones de las grandes fábricas para someter a tratamiento la secreción reveladora de tantas modalidades en los cambios químicos del organismo; rivalizando en esfuerzo, técnicos de todos los grandes centros químicos, e impulsados por el criterio de Mariam, llegaron a la conclusión prevista por este ilustre investigador, cual es que las hormonas estrógenas son derivados de la colessterina. Con esta demostración quedaron iluminadas las obscuridades de la función del hígado, glándula de enorme volumen comparada con su aparente escasa actividad; nuestro Carracido le asignó una más de las que se adjudicaban a su papel antitóxico de venenos metálicos y a la aptitud polimerizante de la glucosa; le atribuyó la química de la colessterina en su comienzo, la oxidación del este-

rol generador de los ácidos biliares, advirtiendo que de su incapacidad derivaba la sinquisis fulgurante y alguna enfermedad mental, pero no pasó de los ácidos biliares, o mejor de uno de ellos, el ácido colálico. Evidentemente la energía química de la glándula hepática va más allá, puesto que el ácido colálico es el punto de partida de los demás engendrados en el juego reductor del hígado, los ácidos desoxicolálico, litocólico y colánico; mas antes de llegar al último, la reducción cambia de rumbo y la cadena lateral del ácido litocólico es presa de la potencia oxidante de las células que, en graduaciones sucesivas, la queman, convirtiéndola en pregnandiol y en las hormonas macho y hembra, promotoras del ciclo del estro, primer augur de la conservación de la especie.

A la par de estas investigaciones, algunos químicos aislaban del asfalto un derivado esterólico productor del estro de actividad equivalente a 50 unidades ratón. La conducta fisiológica de este compuesto concordaba farmacológicamente con los productos contenidos en los amentos femeninos del avellano y con los foliculares. Con posterioridad se logró aislar del carbón y de la turba parecida substancia estrógena.

La importancia de los descubrimientos relatados aumenta con sólo exponer una coincidencia: si a un ratón se le inyectan insistentemente pequeñas cantidades de alquitrán, se le forma un cáncer típico, que ha servido para estudiar la proliferación de las células cancerosas y para practicar ensayos curativos con perlipón. ¿Qué contiene el lignito para provocar tal hiperplasia? Carburos de hidrógeno de molécula pesada y de estructura, por tanto, muy compleja, generados en la condensación de otros más sencillos por obra de las temperaturas aplicadas a la destilación de la hulla. Semejantes a ellos son el 1:2 benzantreno y el 1:2 benzopireno, que siendo carcinogénicos conservan su cualidad hormónica excitante del estro. Todavía se percibe en la coincidencia algo más extraño, porque no se trata sólo de hidrocarburos de estructura similar a un tiempo carcinogénicos y estrógenos. Los estudios de Ruczika evidencian el límite de la actividad estrógena y el principio de la carcinogénica en la misma construcción arquitectónica, con la variante de un cambio de enlace eténico o de una sencilla isología, determinada por una reducción. Aquí radica la magnitud de la coincidencia, la vida y al muerte enfrentándose al poco tiempo de separarse de un tronco común; es la explicación del dicho vulgar: la vida de un hombre depende de un pelo. Considérese que procreación y neoplasia son en el fondo la misma cosa: las células generatrices unidas al impulso de influencias hormónicas forman agrupaciones celulares nuevas y nuevos seres procedentes de una diferenciación exquisita de los tejidos constituidos a expensas de aquéllas; las células neoplásicas proliferan inducidas por otra

hormona gemela de la anterior y llevan a la muerte al organismo en que se desenvuelven. Diferencia en el modo de desarrollo, aparentemente escasa; las células originarias de nuevos seres se muestran en toda la escala zoológica ricas en oxidasas y, por tanto, son aciento de transformaciones energéticas vigorosas; en las células cancerígenas abundan las triptasas, agentes de hidrolisis demoledora, en que se forman aminas tóxicas, resultantes de la disgregación del mosaico albuminoideo, venenos que cercenan la vitalidad de las células del organismo en que aquéllas se multiplican incesantemente como parásitos. Así el hígado, centro productor de todos los compuestos indénicos formados sobre el núcleo colestérico, funciona como un péndulo excitando a la perpetuidad de la vida y laborando incesantemente por la muerte. ¡Soberano ejemplo de economía que, como indiqué al principio, es la ley inexorable a que se acomodan todos los procesos naturales!

Volvamos la mirada al mundo vegetal, a los altos árboles que rasgan las oleadas del éter atmosférico; observemos esos nódulos gruesos de sus troncos añosos, amenaza constante para la circulación de la savia que nutre las hojas de sus más elevados ápices. Las leyes biológicas son únicas, se cumplen con ligeras variantes en el reino de las plantas y en el de la zoología, aunque parezca organización superior la del animal; esas proliferaciones extrañas de muchas especies arbóreas son anormales, son cancerosas y quizá tengan origen semejante al del cáncer animal. No se puede ir al hígado a encontrar la causa de la rara actividad vegetativa de un tronco, porque no existe en los dominios fitográficos nada que se le parezca; además, hay pocas diferenciaciones y escasas glándulas; habrá que buscar la causa en los componentes de cada célula y acaso en la desviación patológica de su crecimiento. Yo no puedo guiarme más que por analogías químicas, sin que por ello deba nadie tacharme de exclusivista, aunque a la postre todo lo viviente hasta en la presentación morfológica sea una consecuencia de orden químico. La célula vegetal se rodea de una membrana que va adquiriendo con lentitud la resistencia propia a la finalidad que para el hombre tienen los árboles. La sustancia que endurece la cubierta protectora es la lignina, especie química de estructura difícil, pero con núcleo bien definido sobre el que se insertan variedad de grupos funcionales, núcleo que obtenido en acciones reductoras es casi idéntico o muy análogo a los hidrocarburos carcinogénicos, el 9-10 benzofenantreno; he aquí el probable estimulante de la evolución anormal de las minúsculas unidades que constituyen los tumores de los árboles.

La ley de continuidad hace que el señor Rocasolano ocupe la vacante de un compañero dotado de cualidades de austeridad y de perseverancia muy similares a las suyas propias. Era el general Marvá hombre que no se

arredraba ante las empresas en que había de ponerse el esfuerzo más tenaz; su sucesor, persona de igual temple, tiene entre sus manos una tarea muy difícil en la que ha ejercitado como nadie la pureza de intención separando el interés científico y correlativo al bien general, del mercantil que podía corresponderle. Marvá dedicó su existencia a defender al obrero de los riesgos de las máquinas, preparando al operario y a la fábrica para las necesidades futuras de la patria, llevando como emblema el del ingeniero militar, que marchando en primera línea despeja el camino para asegurar el paso de los que le siguen; su continuador en esta Academia también prepara el camino de los grandes destinos de España, asegurando el alimento necesario para la vida de todos y facilitando la obra de los laborantes en su resurgir glorioso; como Marvá, también funda instituciones sociales de previsión para los obreros agrícolas, vencidos en la dura lucha con la tierra y postergados en ventajas sociales absorbidas por los fabriles. Parece providencial que los poseedores de la misma medalla académica hayan coincidido en ideales de elevación por el trabajo desinteresado y de amor al prójimo desvalido, al que han elevado a la categoría moral de sus propias personas.

La Academia de Ciencias de modo indudable desea la ampliación en muchos más aspectos de las coincidencias apuntadas, y por este motivo, al saludar efusivamente a don Antonio de Gregorio Rocasolano en este día jubiloso para la Corporación, expreso, en nombre de todos, el deseo ferviente de que su vida entre nosotros sea tan dilatada y tan fecunda como la del ilustre general Marvá.