UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

ANALES

DE LA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

VOL. 4

1955

HERALDO J. BIANCHI
Ingeniero Químico

LA APLICACION DE METODOS BIOMETRICOS A LAS INVESTIGACIONES QUIMICO-AGRICOLAS

GUSTAVO J. FISCHER
Subdirector del Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional La Estanzuela

RESUMEN

La biometría o matemática, aplicada a la experimentación, desempeña actualmente, al escudriñar el futuro, una acción liberadora: cultiva el amor a los hechos. Es por lo tanto comparable su fascinación al de la geometría, que codificada por el genio griego con la experiencia milenaria de artesanos y agrimensores, sirvió de refugio a los espíritus independientes en períodos de oprobio. Si la geometría conducía al razonamiento abstracto, deductivo, la biometría acerca a la incógnita del procedimiento inductivo, a la formación de nuevo conocimiento en estado naciente.

Es de señalar que a la agronomía le cupo en el cuarto de siglo transcurrido, una posición rectora en la evolución biométrica. Correspondió a la estación experimental secular de Rothamsted la iniciativa de crear un departamento de estadística. Este encontró en el caudal de datos aportados por fisiólogos y edafólogos, meteorólogos y entomólogos, la materia prima proteica para poner a prueba los métodos inventados para reducir e interpretar la masa de observaciones acumuladas y las que parcamente fluyen de la investigación más reciente.

Para fijar las ideas, me limito a considerar algunos aspectos biométricos relacionados con los temas comunicados por La Estanzuela a estas Sesiones de Química.

La Sociedad Internacional de Biometría ha tenido en los últimos años un crecimiento veloz. Constituída originalmente por pocos bió-

logos, agrónomos y matemáticos, hoy reune grandes sectores de investigación industrial. El sector farmacológico es particularmente fuerte y como fuera destacado en la conferencia internacional del año pasado, un estudio biométrico de la posición alcanzada por los biómetras justifica su adhesión a esta amplia doctrina.

Si se observa cómo interviene la matemática aplicada en los ensayos que han de señalar la marcha óptima en las operaciones agronómicas, se verá porqué ha merecido biometría la calificación de **liberadora del espíritu investigador.**

Es que la doctrina biométrica vitaliza actualmente, como antaño la geometría, todos los ámbitos de la actividad científica y acepta sin perjuicio tanto las más atrevidas hipótesis como las soluciones de sentido común, para someterlas a una crítica ecuánime.

"¡Fuera trabas! de tu genio leve soplo he percibido", clamaba el poeta Uhland al cantar las proezas y la imaginación prodigiosa de un afamado trovador provenzal. Cuando así se alza **soberbia** la mente humana, que todo lo aborda, libre de autoridad dogmática, la sostiene ahora la **humildad** científica que pondera y depura, confiando, como dijera Heisenberg: "que en la ciencia, finalmente, siempre se puede distinguir lo falso de lo verdadero... y eso lo decide la naturaleza, o si se quiere, el buen Dios, pero de ninguna manera lo deciden los hombres".

Después de ocho años de práctica fitotécnica en La Estanzuela, pude permanecer, en 1926, durante varios meses en el continente europeo, estirando un viático exiguo con el afán de aprender cómo se aquilata la información recogida en los ensayos agrícolas. Ya me veía obligado a regresar, decepcionado, cuando una iniciativa generosa de los hoy extintos, y entonces senadores Dr. Enrique Cornú y D. Tomás Berreta, me permitió insistir y llegar finalmente a la estación experimental de Rothamsted, orgullo de Gran Bretaña.

La fundación de Rothamsted, como institución experimental se remonta al año 1843. Al primitivo laboratorio de química, le fueron agregados con el apoyo oficial, a principios de siglo, otros sectores biológicos.

Una innovación de vasto alcance, fué la de establecer, en el año 1919, un departamento estadístico, llamado a colaborar con todos los

investigadores y a examinar especialmente los registros meteorológicos y los datos de rendimiento agrícola acumulados.

Para dirigir ese departamento había sido llamado un matemático muy original, R. A. Fischer, ahora Sir Ronald y fué una fecha memorable para la incipiente biometría estanzuelana que llevaba concentrada en mis libretas, cuando fuí recibido con gran gentileza en su laboratorio y tomadas al vuelo todas las preguntas que infructuosamente había dirigido a otros expertos.

En el margen de mi cuaderno de notas, resolvió Ronald Fischer, casi mentalmente, por un rápido análisis de variancia, mis resultados complejos y dispares en un sistema de reacciones: al clima, al suelo, a los fertilizantes y a la variedad y ví en un momento cómo se convertían así los ensayos, realizados a conciencia, pero aparentemente inaprovechables, en pruebas lógicas, plenamente significativas con un escaso residuo de indecisión.

Fué una impresión indeleble.

En artículos y seminarios, como complemento de trabajos de campo y de gabinete, he tratado de comunicar a la par de aplicar en mi patria y en las vecinas de Argentina y Brasil, lo que me fué dado palpar tan vivamente en Rothamsted.

Tal empeño y prédica, naturalmente, tenía que ser en parte contraproducente. Los métodos numéricos no gozan de la simpatía de todos los biólogos. Por otra parte la autoridad de un credo científico o el poderío de emporios industriales, llegan a doblegar a tal grado algunos espíritus, que no conciben como un oscuro técnico se atreve a poner en tela de juicio y someter a prueba propia, dictámenes emanados de tales eminencias.

Existe una resistencia muy humana a ese prurito a dudar y dudar siempre del propio acierto y por lo tanto a la actitud experimental.

Las veleidades de la moda y el bullicio de la propaganda interesada en recomendar o desacreditar determinado material o procedimiento, no constituye el ambiente mas propicio para auscultar y acatar, con humildad, el propio lenguaje de la naturaleza, dando a los hechos mismos una oportunidad para manifestarse.

En esto reside, precisamente, para los enamorados de la biometría su enorme seducción: en que exime de someterse a la autoritaria afirmación magisterial; en que reconoce en cada caudal de observaciones la presencia de una limitada cantidad de información pertinente al problema enfocado, límite que pone una valla al poder de los proce-

dimientos de análisis; en que por distintas vías los métodos eficientes arriban a conclusiones similares, balanceando equitativamente el número y la precisión de los datos disponibles.

No es que falten en esta lógica de laboratorio, apenas esbozada, puntos oscuros y técnicas erizadas de dificultades, pero ya dispone el neófito de mucho camino allanado y de guías y tablas que le permiten manipular e interpretar conglomerados de cifras complicados, con procedimiento aritmético de extrema simplicidad.

Una experiencia milenaria, simentada sólidamente en la construcción y en la mensura, cristalizó dentro de la clara visión de la mente griega en principios abstractos que confieren seguridad al pensamiento deductivo. En sucesivos períodos históricos, pudo encontrar entonces un refugio en la serenidad de la geometría la razón atribulada por la suspensión de la licencia para examinar y formular su juicio libremente.

Pasando de la deducción a la inducción, la biometría, apoyada en nuestra introspección fragmentaria, arriesga una predicción y nos tiene en suspenso entonces su confirmación o repudio por el hecho venidero: asistimos en nuestra era, privilegiados, a la gesta de los principios biométricos que intervienen cuando se trata de asimilar, por vía del experimento, nuevo conocimiento en un campo ignoto.

Han aparecido recientemente profusión de tratados que aderezan para el paladar de los biólogos y agrónomos, médicos y químicos, la teoría y práctica biométrica. Como son en buena parte tributarios del genio de R. A. Fisher, conviene beber en la fuente original y consultar la bibliografía citada en las magníficas tablas estadísticas para investigadores, de Ronald Fisher y Frank Yates. Menciono todavía como particularmente caro a los agrónomos el manual de Goulden, quien dirige la experimentación con cereales en el Canadá y las publicaciones en lengua inglesa y portuguesa de W. L. Stevens, formado en la escuela de Rothamsted y asesor de los institutos agronómicos y fitotécnicos de Campinas y Estanzuela.

De las recientes contribuciones de La Estanzuela a las Sesiones Uruguayas de Química celebradas en setiembre de 1954, tomo algunos ejemplos que documentan como en nuestro país también, le cupo a la agronomía una posición de vanguardia en la aplicación de métodos biométricos.

En su disertación,* basada en una copiosa literatura, Alberto Boerger comenta los esfuerzos químico-agrícolas para enfrentar el malthu-

---

* Ver pág. 7 de estos ANALES.

sianismo, entendiendo como tal la desproporción entre los incrementos de la población humana y de la producción de alimentos.

Malthus, más citado que leído, tuvo además la virtud de poner a Darwin y Wallace sobre la pista de la selección natural. Reuniendo el arsenal matemático del genetista y del actuario, Ronald Fisher ha definido como parámetro malthusiano una magnitud, que en una escala geométrica gobierna el progreso o la decadencia del valor biológico de una población, teniendo en cuenta los índices de mortalidad y de reproducción para cada categoría de edad. Este concepto extendido a los factores genéticos aislados, destinados a la extinción o supervivencia, lo llevaron, además, a formular el teorema fundamental en que el perfeccionamiento del organismo equivale a la variancia de la aptitud de supervivencia.

Entre los contados antecedentes sobre la aplicación de fertilizantes al cultivo del maíz en el Uruguay, el ensayo permanente de abonos de La Estanzuela, instalada en el año 1915, posee un valor excepcional por su duración y por la consecuencia con que se ha conducido durante un período de cuarenta años.

El ingeniero agrónomo Gheorghianov * ha vuelto a examinar esas cifras, encontrando que aquel antiguo experimento admite una separación nítida de los efectos del nitrógeno y fósforo y de su mutua reacción, si se ignora el efecto insignificante del potasio. En un ensayo de lineamientos modernos, ha podido demostrar además el efecto diferente del abonado sobre las distintas variedades de maíz, que pasaba desapercibido en pruebas menos críticas.

La economía experimental desempeña un papel preponderante, trátese ya de ensayos de campo o pruebas de laboratorio. Con un equipo de instrumental nacional, la químico industrial E. Victoria Hermida, ha examinado la influencia de la reducción de la muestra, con el consiguiente ahorro de reactivos, en la precisión de la determinación de nitrógeno, con un número variable de repeticiones. Resulta que con las debidas precauciones en el muestreo, la micro-determinación compara favorablemente con la macrodeterminación practicada en el mismo instituto y en reputados laboratorios extranjeros.

Similares consideraciones han de prevalecer cuando se trate de asesorar en problemas de aplicación de fertilizantes mediante el triple análisis de planta, suelo y subsuelo. El estado de nutrición de la plan-

---

* Ver pág. 301 de estos ANALES.

ta, revelado por el diagnóstico foliar, ha de ser entonces objeto de un penetrante análisis biométrico, puesto que es de mayor urgencia alimentar económicamente el vegetal, que hartar el terreno y llenar el bolsillo del vendedor de abonos.

Un discípulo directo de Mitscherlich, el Dr. Burdenski, elaboró en La Estanzuela, basado en un amplio material de análisis de suelos y datos de rendimientos, los métodos apropiados para la valoración de nuestras tierras de agricultura. Una de las determinaciones de mayor concordancia con el juicio infalible del agricultor avezado es el avance capilar del agua, en tubos llenados con el suelo tamizado, para las distintas secciones del perfil.

En los años siguientes se ha perfeccionado la técnica, mecanizando el registro y trazado de las curvas de movilidad y recientemente el profesor Stevens ha propuesto observar el avance capilar en tubos horizontales para simplificar la expresión de la movilidad en función del tiempo.

La Sociedad Internacional de Biometría, que edita una revista de gran calidad, cuenta actualmente con más de mil socios, entre ellos dos uruguayos. Sesionó en el año 1953 en Italia y lo hará próximamente en el Brasil. Los Países Bajos y Francia han aportado últimamente un gran contingente de socios. El mismo movimiento ha tomado cuerpo ahora en Alemania, pese a que el espíritu teutón, obsesionado quizá por la ilusión del resultado perfecto, parecía rehuir una disciplina nacida en la tradición anglosajona de riesgos calculados.

¿Cómo debe formarse el biómetra? Fué asunto muy discutido en Italia. Pero impresionó fuertemente el estudio biométrico del secretario de la sociedad, el profesor Bliss, cuyos discípulos toxicólogos, que siguen obligatoriamente en los Estados Unidos de N. América, cursos biométricos muy intensos, han obtenido, tanto en distinciones académicas, como en éxito industrial, buenos dividendos como fruto de su dedicación.

Hay algo más que el éxito financiero y halago profesional que surge de la preocupación biométrica, algo que recuerda los conceptos vertidos por Werner Heisenberg en una alocución de postguerra a la juventud universitaria vienesa, instando para que inspirándose en el contacto con la ciencia, contribuyera a difundir esa manera seria e incorruptible de pensar, sin la cual es imposible todo entendimiento, y que, más allá de la ciencia percibiera y venerara lo que es verdaderamente esencial y tan difícil de formular.