

Nefelómetro para la dosificación aproximada de potasio en soluciones muy diluídas,

G. JARAMILLO MADARIAGA,
Jefe de la Sección de Química de la
Facultad Nacional de Agronomía.

(Especial para la Revista 'Facultad Nacional de Agronomía')

Desde hace algún tiempo en la Sección de Química de la Facultad Nacional de Agronomía se trabaja en el desarrollo de un equipo portátil para la dosificación de los elementos nutritivos inmediatamente asimilables en los extractos de suelos, con el fin de que los agrónomos oficiales puedan formarse una idea sobre la mayor o menor fertilidad de los terrenos y determinar con alguna precisión cuales de dichos elementos se hallan en cantidad insuficiente para una producción normal. Aun cuando existen reacciones colorimétricas que se utilizan, con tal fin, la tarea de adaptar dichas reacciones a métodos sencillos, rápidos y suficientemente exactos en un equipo compacto, con reactivos poco alterables, exige una labor de paciente investigación, sobre todo en nuestro medio donde se encuentran dificultades de diversa índole para la fabricación en serie de aparatos que requieran alguna precisión.

Muchas personas, acostumbradas a nuestra eterna dependencia del extranjero para todo lo que a estos asuntos científicos se refiere, se preguntarán por qué no se piden al exterior tales equipos. Procuraré responder a tal pregunta con las siguientes consideraciones:

Primera. — Existen en los mercados del exterior multitud de equipos comerciales para el análisis colorimétrico de los suelos, pero los muy pocos que pueden ofrecer alguna precisión se cotizan a precios altísimos y su manejo es bastante complicado. Resultaría demasiado dispendioso para nuestro gobierno proveer de dichos equipos a todos los agrónomos oficiales. De los equipos baratos hemos examinado uno de marca muy conocida en Norte América y que contiene únicamente los materiales necesarios para la dosificación de un solo elemento y hemos podido comprobar que tal equipo deja mucho que desear en cuanto a la precisión de los resultados y conservación de los reactivos. Sin embargo, dicho equipo incompleto, útil para la dosificación de un solo elemento, costaría aquí alrededor de treinta pesos colombianos.

Segunda. — Al emplear equipos importados habría que depender continuamente del exterior para reponer escalas que se pierden o se descoloran, aparatos que se rompen o reactivos que se alteran, lo cual equivaldría al abandono del equipo por parte del agrónomo.

Tercera. — Parece que ya es tiempo de que pongamos algún sello de originalidad a nuestros trabajos científicos y adoptemos, hasta donde sea posible, nuestros propios métodos, sobre todo si se comprueba que ellos no son inferiores a los que servilmente copiamos de los textos extranjeros. En el hipsómetro de Caldas, que en la mayoría de los textos exóticos figura como invento de Humboldt, tenemos un ejemplo.

Dejaré para uno de los próximos números de esta revista la descripción del equipo completo y me limitaré hoy a describir el pequeño aparato desarrollado en la Sección de Química de la Facultad Nacional de Agronomía para la micro-determinación aproximada del potasio.

El reactivo empleado en este método es el cobaltinitrito de sodio, el cual produce con las sales de potasio un fino precipitado amarillo de cobaltinitrito de potasio. La dosificación del

potasio por comparación del enturbiamiento con el de una solución patrón, mediante un buen nefelómetro de laboratorio, no ofrecería ninguna dificultad. Pero en el desarrollo de un método para dosificar potasio en el campo, mediante un equipo portátil, es preciso combinar diversos factores:

Primero. — El método debe ser capaz de determinar con alguna aproximación por lo menos dos miligramos de potasio por litro de solución.

Segundo. — El aparato empleado debe ser de manipulación sencilla, de fácil construcción y requerir una cantidad muy pequeña de la solución que se ha de analizar.

Tercero. — Los reactivos deben permanecer sin alteración apreciable durante varios meses.

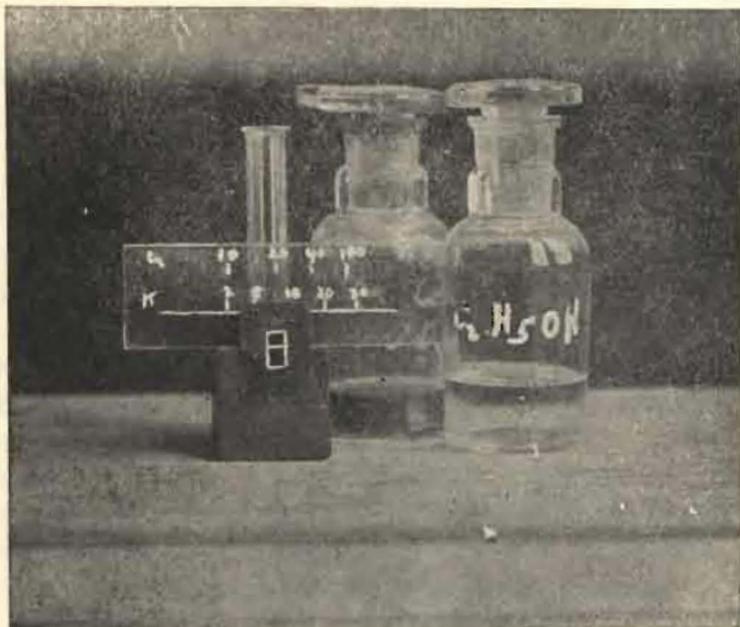
Los turbidímetros que se basan en medir el espesor de la capa líquida necesaria para hacer invisible un punto luminoso o una línea, quedaron en este caso fuera de consideración por no tener la sensibilidad necesaria para soluciones de menos de cinco miligramos de potasio por litro; por requerir un gran volumen de solución y por estar sujetos a la mayor o menor agudeza visual del operador. Se construyó un aparato en el cual, en lugar de variar el espesor de la capa líquida, se variaba la intensidad del punto luminoso variando su distancia del tubo de observación; pero sólo se obtuvieron resultados aceptables cuando la concentración de la solución no era inferior a diez miligramos de potasio por litro.

Después de varios meses de ensayos infructuosos se llegó a utilizar un dispositivo que llena los requisitos exigidos.

Al observar por transparencia un líquido ligeramente turbio contenido en un tubo de ensayo, si la cantidad de materia en suspensión es muy pequeña, el ojo no alcanzará a apreciar el enturbiamiento y el líquido aparecerá cristalino; pero si colocamos detrás del tubo un fondo negro, *un poco más abajo del nivel*

del líquido, la luz dispersada por las partículas en suspensión hará aparecer el líquido más o menos opalescente contra el fondo negro y, si la materia en suspensión es abundante, esta parte del tubo llegará a aparecer con una iluminación tan intensa como la de la parte del líquido no cubierto por el fondo negro y que, por lo tanto, se observa por transparencia; es decir, la luz que se observa directamente a través del líquido, por encima del fondo negro, puede llegar a ser igual a la luz dispersada por la suspensión por debajo del nivel del fondo negro. Ahora bien, si la parte del líquido que se halla por encima del fondo negro aparece más iluminada que la parte inferior, por ser escasa la materia en suspensión, podemos igualar la iluminación de ambas partes haciendo deslizar sobre la parte superior una pantalla de opacidad variable; el grado de opacidad necesaria para igualar la iluminación de las dos partes del tubo guarda cierta proporción con la cantidad de materia en suspensión. El mérito del método consiste en que se observa el precipitado, no por transparencia, sino por dispersión, lo cual sólo se consigue en complicados aparatos de alto precio; y, sobre todo, en que permite el empleo de una escala de transparencias en *blanco y negro* con una solución intensamente coloreada que de otra manera requeriría una escala con el color exacto de la solución, lo cual no es fácil obtener. No tengo noticia de que tal dispositivo, ni otro semejante, haya sido empleado hasta ahora en medidas nefelométricas. Creo, pues, que me corresponde el derecho de prioridad sobre esta modesta idea.

El aparato consiste en una pequeña caja rectangular, de madera o de pasta, de cuatro centímetros de largo, por dos y medio de alto y dos y medio de ancho, siendo el espesor de las paredes laterales de un centímetro y de centímetro y medio el espesor del fondo; abierta por el frente y por la parte superior. En el fondo, aproximadamente a un centímetro del frente, lleva un agujero circular destinado a servir de soporte a un pequeño tubo de ensayo de diez milímetros de diámetro por setenta y cinco milímetros de longitud. En la parte delantera lle-



Nefelómetro para la dosificación del potasio.

va una lámina metálica con una pequeña ventana rectangular cuya mitad superior queda por encima del borde del bloque y se halla destinada a observar la luz que atraviesa directamente el líquido contenido en el tubo, mientras que la mitad inferior de dicha ventana sirve para observar la luz dispersada por el líquido. El interior de la caja va pintado de negro.

Frente al tubo y detrás de la ventana de observación se desliza un rectángulo de vidrio de 2,5 cms. que lleva en su parte inferior la escala de opacidad variable obtenida fotográficamente y cuya longitud es de cinco centímetros y medio por ocho milímetros de altura. El rectángulo de vidrio lleva dos escalas numéricas: la inferior indica potasio, desde 2 miligramos hasta treinta miligramos por litro. La escala superior se utiliza para la determinación del calcio por precipitación con oxalato de amonio e indica desde 10 miligramos hasta 100 miligramos de calcio por litro.

El aparato que aparece en el grabado es el original construido en el laboratorio con las escalas apenas marcadas sobre el vidrio con lápiz graso. Dichas escalas irán impresas en papel "cristal" y completamente protegidas entre dos láminas de vidrio, lo mismo que la faja de película fotográfica que indica los distintos grados de opacidad.

He tenido oportunidad de observar que el reactivo de cobaltinitrito de sodio preparado de la manera usual, es decir, con nitrato de cobalto, nitrito de sodio y ácido acético, se debilita rápidamente. Debido a esto se ensayaron distintas concentraciones de cobaltinitrito de sodio puro con nitrito de sodio y se llegó a la conclusión de que la máxima sensibilidad se obtiene con una solución acuosa que contenga 10% de cobaltinitrito y 30% de nitrito de sodio. Este reactivo se conserva bastante bien.

La técnica para la dosificación del potasio mediante el aparato descrito es muy sencilla. En el tubo de ensayo se ponen 10 gotas de la solución que debe ser neutra o apenas ligeramente ácida; luego se añaden seis gotas de la solución de cobaltinitrito y 15 gotas de alcohol. Los líquidos se mezclan perfectamente agitando el tubo con cuidado y se espera diez minutos. Después de este tiempo se coloca el tubo en el aparato y, teniendo éste a nivel de la vista frente a una puerta o ventana, se observa el líquido en el tubo a través de la abertura rectangular cuyo campo aparecerá dividido en dos mitades desigualmente iluminadas. Entonces se desliza detrás de la ventanilla de observación la escala de opacidad variable hasta conseguir que ambas mitades aparezcan igualmente iluminadas. La cifra que coincida con el frente del tubo indicará los miligramos de potasio por litro que contiene la solución. Si la solución examinada contiene más de treinta miligramos de potasio por litro habrá que hacer diluciones convenientes para poder utilizar la escala.

Este sencillo aparato es susceptible de ser perfeccionado hasta hacer de él un verdadero aparato de laboratorio con numerosas aplicaciones, ya sea empleando escalas especiales o

utilizando para todos los casos una escala universal con el auxilio de gráficos para la interpretación de los resultados en cada caso. Algunas de sus muchas aplicaciones podrían ser las siguientes: Medida del grado de turbidez de las aguas; dosificación de albúmina en la orina; dosificación de pequeñas cantidades de sulfatos y cloruros; determinación del grado de turbidez de los jarabes en las refinerías, etc. Sus ventajas más importantes sobre los turbidímetros corrientes pueden resumirse así: tamaño reducido; cantidad insignificante del líquido examinado; mayor sensibilidad para grandes diluciones y apreciación por comparación no sujeta a la mayor o menor agudeza visual del observador.

