

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LOS VEGETALES

1. Docimasia de las plantas y de las tierras.—2. Análisis de las sustancias orgánicas.—3. Análisis de las materias minerales inorgánicas.—4. Sílice.—5. Alúmina.—6. Cal y magnesia.—7. Fósforo y fosfato de cal.—8. Azufre, ácido sulfúrico y sulfato.—9. Potasa y sosa.

1. DOCIMASIA DE LAS PLANTAS Y DE LAS TIERRAS. § 157. En las hojas periódicas de *Hoffwill* desde 1817, venía observando *Felleberg* cuán poco había correspondido la química agrícola á los fervientes deseos de los agricultores y tenía razon de sobra. Después un agricultor experto que en su calidad de práctico hizo una obra mediocre, creyéndose, empero, capaz de dar preceptos, tuvo la ocurrencia de rechazar y despreciar todo lo que tenía olor más ó menos fuerte de ciencia, y proscribir con empeño el análisis químico por varias razones que hubiera podido suprimir, puesto que alegaba una suficiente y poderosa para él, á saber: que no lo entendía. Ese agricultor tenía mucha menos razon que *Felleberg*, porque al fin y al cabo vive en una época en que los pocos

progresos que ha hecho la agricultura se deben en primer lugar á la marcha de las ciencias químicas, y luego á la particularidad de que los agrónomos opuestos al movimiento científico va disminuyendo cada dia.

§ 158. Es verdad, los progresos de la ciencia agrícola han sido lentos; pero cabalmente es porque, no siendo todavía la agricultura más que un arte, una industria, que lleva la rutina de remotísimos siglos, no se va trasformando en ciencia sino desde los tiempos modernos, desde la actualidad, si así vale decirlo, por haber entrado en su dominio la química que le ha prestado el concurso de su laboratorio, de sus análisis y de su tecnicismo.

§ 159. Más de una vez hemos tenido ocasion en el trascurso de este trabajo de

comprobar cuántos y cuán importantes recursos se han sacado de los análisis que tenemos, por más que aun sean en corto número; y más de una vez hemos deplorado la falta de datos en que nos hemos hallado. No nos ha sido posible remediarlo en la medida que deseábamos; pero á lo menos quizás enseñemos á los otros la manera de prestar á la agronomía el servicio que circunstancias independientes de nuestra voluntad nos han impedido prestar: daremos á conocer á los agricultores el medio de apreciar el verdadero valor de los abonos, y de enseñarles á estudiar su terreno y apropiarlo á la planta que en él intentan cultivar.

§ 160. Al efecto presentamos aquí á nuestros lectores en la forma más clara y sucinta posible el análisis de las sustancias orgánicas y el modo de estudiar y separar las materias minerales, añadiendo diversos preceptos analíticos referentes á las necesidades de los agrónomos instruidos.

Este capítulo comprenderá, pues, la parte rigurosamente científica, la química y la docimástica de nuestro trabajo. Pero es indispensable. Con el fin de facilitar ese árido estudio hemos creído deber elegir los procedimientos más modernos, y por esto tomamos, no solamente de *Berzelius*, sino también de *Regnault*, *Berthier*, *Malaguti* y otros la descripción de las manipulaciones más elementales.

2. ANÁLISIS DE LAS SUSTANCIAS ORGÁNICAS. § 161. La mayor parte de las sustancias que pertenecen á la naturaleza orgánica no se distinguen de las de la naturaleza mineral sino por su origen. En su mayor parte pueden reducirse á la forma material cristalina por la fusion, la sublimacion ó la dissolution; y están sometidas á las leyes de la química inorgánica, siendo susceptibles de formar sales ó ácidos.

Sin embargo, las materias orgánicas se distinguen por una gran inestabilidad y una notable facilidad de trasformacion bajo la

influencia de agentes químicos. Esto es lo que hace más difícil el análisis de estas sustancias que el de las materias minerales. Pero ello recomendamos, pues, á los agrónomos que son de nuestra opinion, la necesidad de guiarse en agricultura por el análisis elemental y de consagrarse en cuanto puedan á las manipulaciones de laboratorio. No tardarán mucho, perseverando con cuidado, á vencer las dificultades que se encuentran siempre al emprender por vez primera el estudio de una ciencia que todavía no es familiar.

§ 162. La operacion docimástica que se usa para analizar las sustancias vegetales orgánicas, puede dividirse en cuatro partes: la *deseccacion*, el *peso*, el *apresto de las mezclas* y la *combustion*.

§ 163. Prescindiendo por ahora de los dibujos trazados en las láminas 1.^a á 5.^a de la seccion de ABONOS AGRÍCOLAS, la mayor parte de cuyas figuras comprenderá el lector sin necesidad de esplicaciones, nos detendremos aquí ante todo en algunos diseños relativos á las manipulaciones que vamos á describir.

Para analizar las sustancias vegetales orgánicas se emplea un aparato que es una serie de tubos de diversas formas, los cuales se prolongan desde T hasta R (fig. 92, ABONOS AGRÍCOLAS). El primero B es un tubo desecador, que representamos por separado en la figura 93, un poco más grande. Está destinado á recibir la materia que ha de analizarse y que se introduce por la abertura A por conducto del tubo encorvado O. Esa abertura A se cierra enseguida con un tapon que lleva en su eje el tubo O, por el cual se ha introducido cloruro de calcio ó piedra pomez humedecida con ácido sulfúrico.

En tal estado el desecador se sumerge hasta el nivel OO en un baño cuya naturaleza varia segun la temperatura que se quiere alcanzar. Se hace descansar el baño en una hornilla suspendida sobre una lámpara de al-

cohol L, ó bien el tubo desecador mismo se coloca encima de la lámpara. Un termómetro metido en el baño indica los grados de la temperatura.

§ 164. Cuando el baño está á la temperatura que se quiere, ábrese el grifo ó llave R y comienza á operarse la salida. Establécese una corriente de aire de T á V que barre el interior del tubo desecador llevándose el vapor acuoso que la materia exhala.

Si esa materia puede alterarse al contacto del aire, se adapta al estremo T un aparato que produzca ácido carbónico ó hidrógeno, y se suprime el frasco de salida y el tubo que le está adherido.

Como quiera que es muy importante el que la materia seca no absorba humedad mientras se pesa, procédese de modo que entre en la mezcla comburente así que ha salido del tubo desecador. Al efecto se saca éste último del baño, se enjuga, se limpian sus dos estremos que inmediatamente se cierran con taponés de corcho, y se pesa en una balanza de precisión. Enseguida se saca por A la materia y luego se vuelve á pesar el tubo. La diferencia entre las dos pesadas representa el peso de la sustancia sometida al análisis.

Cumple recordar aquí que en el análisis orgánico se deduce la composición de una sustancia según sea la cantidad de los productos en que se ha hecho entrar cada uno de sus elementos: el carbono se convierte en ácido carbónico; el hidrógeno en agua, y el ázoe en amoníaco. Se llevan á cabo esas transformaciones por medio de sustancias no volátiles que puedan proporcionar oxígeno sin perder la menor parte de su fijeza. Las más ricas en oxígeno y las menos voluminosas son las que más convienen; por ejemplo, el bióxido de cobre y el cromato de plomo. Estos compuestos se reducen fácilmente, cuando espuestos á una temperatura elevada se hallan en contacto con sustancias carbonadas é hidrogenadas. En efecto, si calen-

tamos un tubo que contenga una mezcla de azúcar y bióxido de cobre muy seco, nos será fácil observar que de ella se desprenden vapor y ácido carbónico. Las materias comburentes ú oxidantes de que hablamos, cederán también oxígeno al ázoe y lo convertirán en bióxidos; pero como en esta forma no podría dosificarse, se hace intervenir la acción del cobre. Encendido este metal hasta el rojo oscuro, tiene la facultad de descomponer el bióxido de ázoe, fijar su oxígeno y hacer libre el otro elemento.

Así una sustancia orgánica cuaternaria calentada con bióxido de cobre ó cromato de plomo se trueca en agua, en ácido carbónico, en bióxido de ázoe; mas si todos estos productos pasan luego por el cobre incandescente, se descompone tan sólo este último abandonando al metal su oxígeno, mientras que su ázoe pasa al estado gaseoso.

Con todo, en la misma operación no se dosifica más que el carbono y el hidrógeno; pues el ázoe exige un experimento separado.

§ 165. Veamos ante todo de qué manera se recogen el ácido carbónico y el agua:

Supongamos que una mezcla de vapor acuoso y de gas ácido carbónico sale de un aparato cualquiera, tubo, retorta, matraz, etcétera.

Si con un buen tapon se adapta á la abertura por donde se exhala la mezcla gaseosa un tubo lleno de fragmentos de potasa, es evidente que en el primero detendrá el vapor acuoso y el segundo parará el gas ácido carbónico. El aumento de peso experimentado en cada tubo representará la cantidad de productos cuyo caso haya detenido.

Para el paso particular de un análisis orgánico véase la forma del tubo destinado á detener el agua (fig. 94, ABONOS AGRÍCOLAS). Está encorvado en forma de U y lleno de cloruro de calcio poroso. A cada uno de sus estremos está adaptado otro tubo encorvado en ángulos rectos y de un diámetro menor.

El tubo que debe retener el ácido carbónico y que se conoce con el nombre de condensador de *Liebig*, tiene la forma que indica la fig. 95; debe contener una disolución de potasa cáustica que tenga una densidad de 1'27.

El líquido tendrá un volumen tal que aspirado por uno de los estremos del aparato mantenido horizontalmente, subirá lo bastante para ocupar poco más ó menos el tercio de una de las esferas grandes. Estos dos aparatos deben pesarse separadamente en una buena balanza.

Para formar la mezcla de las materias es indispensable tomar una precaución de la cual depende, por decirlo así, el buen éxito del análisis. Es necesario que las sustancias que deben suministrar el oxígeno á la materia que se quiere analizar, estén muy secas, porque añadiéndose en definitiva su humedad al agua procedente de la combustión del hidrógeno, las dosis de tal elemento no serían exactas.

De todos los compuestos comburentes que entran en las mezclas el bióxido de cobre es el que puede dar más humedad; pues ese óxido cuando no se ha calcinado mucho, condensa gran cantidad de vapor acuoso atmosférico, ó en otros términos, es muy higroscópico. Una vez derretido el cromato de plomo, absorbe menos humedad, y por esa razón merece la preferencia. En todo caso conviene que estas materias se calienten hasta el rojo un poco antes de emplearse, y no deben estar frías todavía cuando se usan.

Hé aquí cómo se procede en la hipótesis de que la sustancia que se quiere analizar no esté azoada ni contenga más que carbono, hidrógeno y oxígeno.

Se toma un tubo de vidrio poco fusible de 55 á 56 centímetros de longitud y unos 15 milímetros de diámetro interno. Le llamaremos *tubo de combustión*. Uno de sus estremos debe cerrarse al soplete ó mejor á la lámpara. Se introduce en él un poco de óxi-

do de cobre caliente; se tapa y se vuelve varias veces para que todo el polvo adherido á sus paredes internas sea arrastrado.

Se hace salir el óxido; despues se introduce una mezcla compuesta de clorato de potasa y de 5 partes de virutas de cobre tostado. Su volumen formará poco más ó menos una columna de 6 á 8 centímetros. A esa mezcla se hace seguir óxido de cobre de manera que forme otra columna de 4 á 5 centímetros; y entonces se hace caer en un almirez metálico muy seco y caliente una treintena de gramos de óxido de cobre sobre el cual se echa la materia contenida en el tubo desecador ya pesado. Hácese la mezcla con esmero sirviéndose de una vasija metálica muy pulimentada y limpia, y se introduce al punto en el tubo de combustión. Se rocía el almirez con óxido nuevo que á su vez entrará en el tubo; y siempre con óxido de cobre se procede hasta llenar el tubo, terminando á 5 centímetros de su extremo; luego se cierra con un tapon de corcho atravesado en su eje por uno de los tubos de ángulos rectos del aparato del cloruro de calcio.

Cuando el operador es experto no merece apreciarse la humedad que el óxido de cobre puede absorber durante la operación; mas cuando la sustancia que debe analizarse está muy poco hidrogenada, esa corta cantidad de agua higroscópica podría hacer inexacta la dosificación del hidrógeno. En tal caso y así que el tubo de combustión está lleno, se le trasporta en un baño de agua caliente, se le pone en comunicación con una máquina neumática, ó bien con una bomba de mano: con algunos golpes de émbolo se quita la humedad con el aire, y la masa se seca por completo.

Permanecerá en dicho estado si el aire que se introduce despues en el tubo está seco, á cuyo fin se coloca entre el tubo y la máquina neumática una columna de piedra pómez sulfúrica.

Así que se adapta definitivamente el tubo