

Entonces se toma un peso conocido de la materia que se ha de dosificar, se la disuelve en el agua y se la reduce á un volumen conocido filtrándola cuidadosamente. Se toma un volumen determinado del líquido que se pone en otro globo y se le lleva á la ebullición. Por otra parte se hace hervir el líquido de Fehling en un globo provisto de una pinza como indica la citada figura.

Cuando los dos líquidos están hirviendo, se vierte en el líquido de Fehling la solución azucarada y se sostiene la ebullición algunos instantes. El líquido de Fehling debe estar en exceso, y se tiene la seguridad de ello, bien observando el color de la mezcla, bien comprobando si hay cobre en la solución.

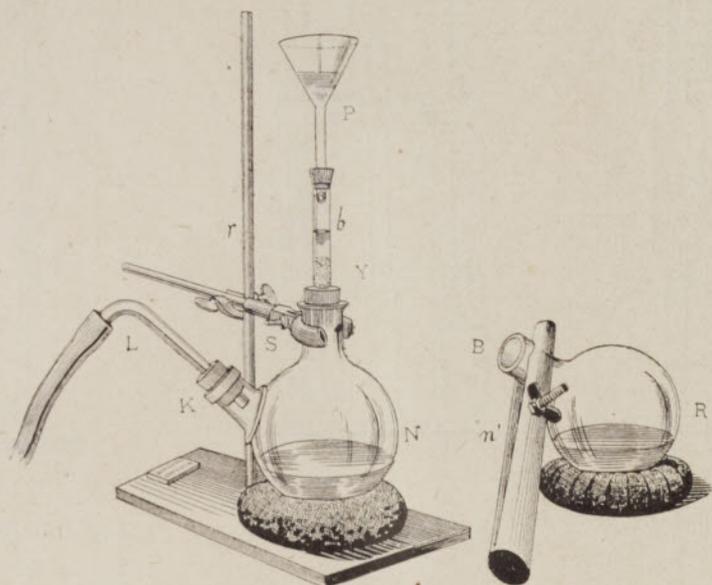


FIG. 112

Desulfuración de los azúcares.

Entonces se vierte una porción de la mezcla en el embudo que hay sobre el tubo de Soxhlet, siendo preciso que en dicho tubo quede cierta altura del líquido sobre el tapón de amianto. Para esto se deja escapar un poco del aire contenido en el tubo, lo que se consigue levantando ligeramente el embudo y volviéndolo inmediatamente á su puesto.

Entonces se hace la aspiración por medio de la trompa para facilitar la filtración; se regula esta aspiración de manera que el líquido filtre gota á gota al principio. Se observa al mismo tiempo si el precipitado no pasa á través del tapón del amianto, y cuando se tiene cierta práctica se llega á disponer estos tapones convenientemente apretados, esto es, que permiten una filtración bastante rápida, sin que, sin embargo, dejen pasar el precipitado.

A medida que el líquido va filtrando, se vierten nuevas porciones sobre el embudo á fin de evitar que el aire se ponga en contacto con el precipitado recogido sobre el tapón. Cuando se ha

filtrado todo el líquido se lava el globo que lo contenía con el agua hirviendo, y estas aguas se vierten también en el embudo, el cual juntamente con el precipitado, se lava de igual manera, evitando que el tubo quede completamente vacío. Cuando se ha lavado suficientemente, se vierte una pequeña cantidad de alcohol para terminar el lavado, retirando entonces el tubo de Soxhlet y llevándolo a la estufa.

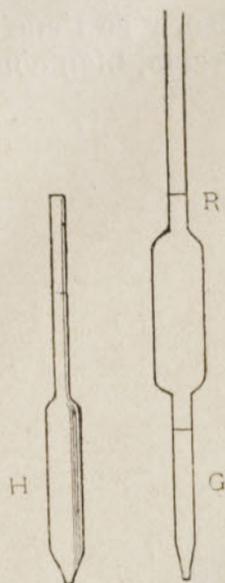


FIG. 113

Pipetas graduadas.

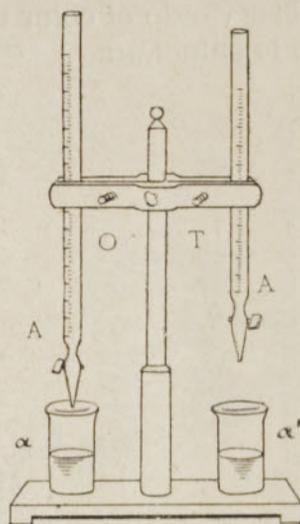


FIG. 114

Bureta con llave.

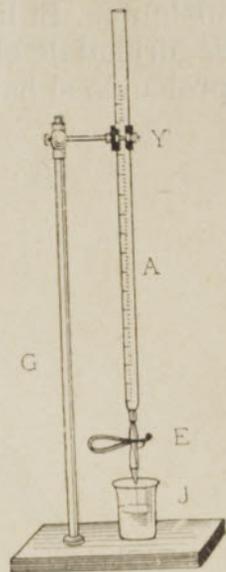


FIG. 115

Bureta con pinza

Cuando está seco, se afloja un poco el tapón de amianto por medio de un hilo de platino, evitando que caiga el amianto ó el precipitado, y después se fija el tubo en la extremidad de un aparato de hidrógeno. Se deja que éste se desprenda por algunos instantes y después se calienta el precipitado con una lámpara de alcohol. Al principio se le ve que toma el color negro y después el rojo, lo cual indica que la operación está terminada. Se le deja enfriar en la corriente de hidrógeno y se pesa. Llamando  $P'$  á este peso y  $P$  al que primeramente tenía el tubo, tendremos:  $P' - P$ , que nos dará el peso del precipitado en el estado de cobre metálico.

Se sabe que 1 gramo de cobre corresponde á 0.569 gramos de glucosa; por consiguiente bastará con multiplicar el peso del cobre  $P' - P \times 0.569$  para obtener el peso de azúcar contenido en el volumen de líquido sobre el cual se hace el ensayo.

De esta manera se obtiene el peso de la glucosa anhidra; para tener la glucosa hidratada hay que multiplicar por el coeficiente 1.1.

Algunos aparatos de uso constante en el laboratorio. — En las manipulaciones generales de laboratorio, sobre todo cuando se emplean métodos variados en el empleo de líquidos graduados especiales que

sirven para la determinación de cantidades de elementos contenidos en las sustancias sometidas al análisis, conviene disponer de varios instrumentos y pequeños aparatos, que no por ser sencillos y muy conocidos dejan de tener mucha importancia.

Los procedimientos volumétricos que en ocasiones ahorran tiempo y trabajo dan generalmente la precisión necesaria en muchos casos.

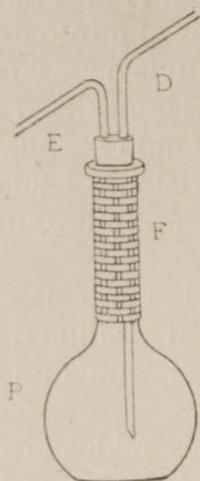


FIG. 116

Piseta para agua caliente.

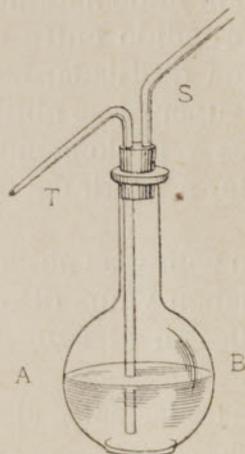


FIG. 117

Piseta para agua fría.

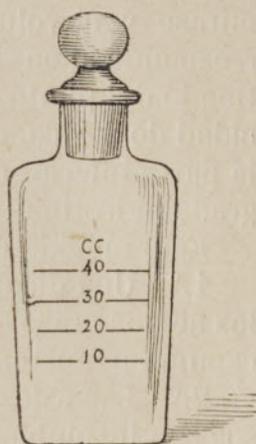


FIG. 118

Frasco hidrotimétrico.

Para emplearlos se necesita disponer de:

- 1.º Probetas graduadas en cc.
- 2.º Botellas igualmente graduadas, de 50, 100, 250, 500 y 1,000 cc.
- 3.º De pipetas con uno ó dos trazos y de 10 á 100 cc. de capacidad (Fig. 113).
- 4.º De buretas llamadas de Mohr, ó sea con llave ó con pinza como puede verse en las Figs. 114 y 115.

En el curso de los análisis tanto cualitativos como cuantitativos son también de uso frecuente los frascos llamados pisetas, que pueden ser de agua fría (Fig. 116) ó de agua caliente (Fig. 117) para lavar los precipitados.

Ensayo hidrotimétrico de las aguas. — Es sabido que las aguas naturales son puras unas veces y otras contienen por litro una gran cantidad de impurezas diferentes. Estas impurezas pueden hacer que las aguas sean impropias para los usos de la alimentación ó de la industria si no han experimentado una purificación previa. El conocimiento de la naturaleza y de la dosis de los compuestos disueltos en las aguas es por consiguiente de mucha importancia.

Tratando la cuestión desde un punto de vista práctico conviene dosificar las impurezas que existen generalmente en las aguas y que permiten clasificarlas inmediatamente entre las aguas potables,

industriales ó impropias para todos los usos. Para esto basta casi siempre con el llamado ensayo *hidrotimétrico*.

Este método conocido también con el nombre de método de Boutron y Bondet necesita el empleo de una bureta y de un frasco especial. El frasco tapado al esmeril lleva trazados de graduación correspondientes á 10, 20, 30 y 40 cc. (Fig. 118.)

La bureta lleva un trazado de enrase sobre el cual el nivel del líquido debe encontrarse cuando la bureta está cargada. (Fig. 119.) El 0 corresponde á la división inmediatamente inferior al punto de enrase y el volumen comprendido entre estas dos divisiones corresponde al ensayo del agua destilada. Las otras divisiones, partiendo del punto de enrase superior se obtienen dividiendo la capacidad de 2·4 cc. en 23 partes y prolongando estas divisiones hacia la parte inferior de la bureta. A partir del 0 cada división indica un grado hidrotimétrico.

Este método está basado sobre las observaciones siguientes:

1.º Una disolución de jabón y una disolución de sal alcalina de los ácidos grasos, si se agita con el agua pura, da en seguida una espuma persistente.

2.º Las sales diferentes de las sales alcalinas de los ácidos grasos son insolubles en el agua.

Por consiguiente, si en una agua que contenga sales de cal, de magnesia, etc., se vierte una disolución de jabón, ésta precipitará desde luego estas sales en el estado de jabones insolubles, y por la agitación sólo se formará espuma persistente cuando todas las sales extrañas hayan sido precipitadas. Será necesario para obtener esta espuma persistente añadir el líquido jabonoso en tanta mayor cantidad cuanto el agua será más impura y la cantidad del líquido jabonoso añadido podrá dar una idea del valor del agua ensayada.

**Soluciones hidrotimétricas graduadas.** — 1.º Se prepara una disolución que contenga por litro 0·25 gramos de cloruro de calcio. 2.º Se disuelven 50 gramos de jabón blanco bien seco, ó de jabón medicinal amigdalino bien seco también, en 800 gramos de alcohol á 90º; se filtra y se añaden 500 gramos de agua destilada.

Se gradúa el líquido de jabón de la manera siguiente: en el frasco hidrotimétrico se introducen 40 cc. del líquido de cloruro de calcio; por medio de la bureta se vierten en dicho frasco y de una sola vez 20 gramos del líquido jabonoso, se agita y después se continúa vertiendo gota á gota el líquido jabonoso hasta obtener una espuma persistente; entonces se ve la división de la bureta y si corresponde á 22 el líquido es bueno; si no se llega á esta cifra se diluye el líquido, teniendo en cuenta que se necesitan próximamente  $\frac{1}{23}$  de su peso de agua para disminuir la fuerza de un grado. Se ensaya de nuevo hasta que la graduación del líquido quede exactamente fija.

El líquido jabonoso así preparado debe ser tal que cada grado sea neutralizado por 40 cc. de la solución de cloruro de calcio corres-

ponda á 0'0114 de esta sal por litro y 0'1 gramo de jabón neutralizado.

**Ensayo hidrotimétrico de un agua.** — Como ejemplo, sólo buscaremos aquí *la pureza* total de un agua, cuya determinación basta generalmente para clasificarla.

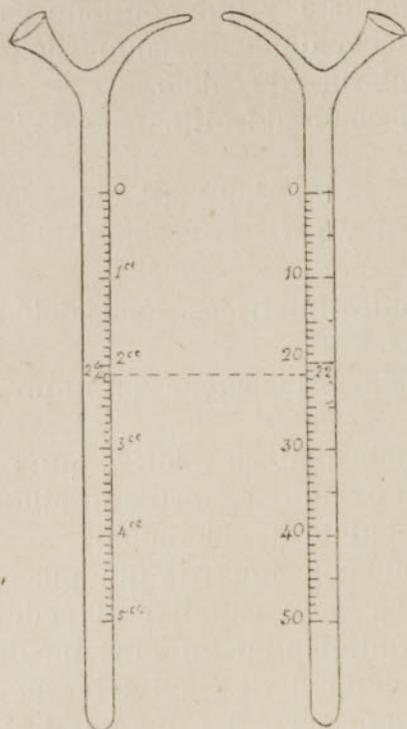


FIG. 119  
Bureta hidrotimétrica.

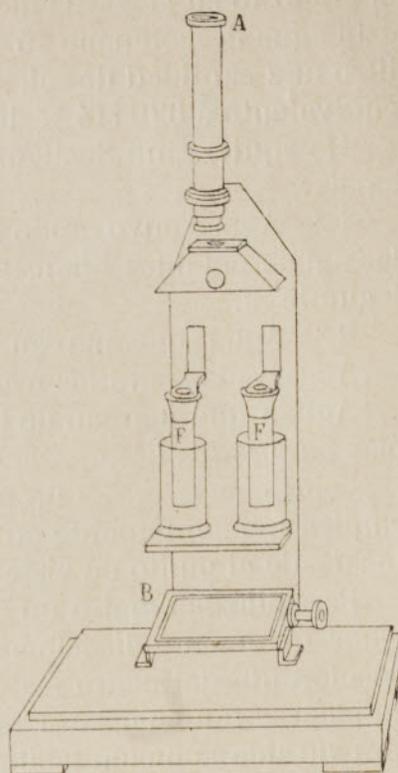


FIG. 120  
Colorimetro de Duboscq.

1.º Se ensayará desde luego si el agua que se va á examinar está muy cargada de sales alcalino-terrosas: para esto á 25 cc. de agua se añade 1 cc. del líquido jabonoso; se agita y si después de algunos instantes el líquido queda opalino sin producir grumos, se puede practicar directamente el ensayo; si se forman grumos se aumenta el agua en una, dos ó tres veces su volumen con el agua destilada y se practica el ensayo con la solución resultante. En este caso debe tenerse cuidado de comprobar si el agua destilada no exige más que una división de líquido de prueba para dar una espuma persistente, anotando su grado hidrotimétrico si exige más de esta división, á fin de restar el grado observado del grado final.

2.º Hecho esto se miden en el frasco 40 cc. del agua que se ha de ensayar y estando cargada la bureta se vierte gota á gota el líquido jabonoso, agitando vivamente después de cada adición. Se anota el grado de la bureta cuando se ha obtenido la espuma persistente. Este grado es el verdadero si no se ha añadido al agua el agua destilada y deberá ser multiplicado por 2 ó 3 si el agua ha sido

dilatada en dos ó tres veces su volumen. Se restará del grado así obtenido el del agua destilada que haya servido para la dilución, si esta agua exige más de una división de líquido para dar una espuma persistente.

Supongamos que un agua marca 15°; esto quiere decir que lleva el grado 15 en la escala hidrotimétrica de las aguas, que un litro de esta agua descompone 15 decigramos de jabón y que contiene por litro una cantidad de sales capaces de hacer doble descomposición equivalente á  $0.01114 \times 15 = 0.171$  de cloruro de calcio.

He aquí, según Seeligmann, la clasificación hidrotimétrica de las aguas:

1.° Aguas cuyo grado hidrotimétrico es inferior á 30°. Estas son las aguas potables buenas para beberlas y para la cocción de las legumbres.

2.° Aguas que marcan de 30° á 60° hidrotimétricos. Estas deben ser reservadas para los usos industriales.

Aguas que marcan de 60° á 105° y más. Estas aguas son impropias para todos usos.

**Colorimetría.** — Es un procedimiento de análisis relativo que se emplea frecuentemente en química para examinar ciertos productos desde el punto de vista de la intensidad de su coloración.

Para ello se emplea un aparato llamado colorímetro y que puede tener diversas aplicaciones. Puede servir para estudiar el poder decolorante del negro ó de un agente químico cualquiera; puede emplearse también para reconocer rápidamente la riqueza en mezcla de una solución cualquiera, pudiendo servir, en una palabra, siempre que se quiera dosificar por la intensidad de su coloración una substancia disuelta, tomando como término de comparación la intensidad de coloración producida por una cantidad conocida de la misma substancia disuelta en un volumen de líquido igualmente conocido. Describiremos el colorímetro de Dubosc representado por la Fig. 120.

El espejo *B* que estará convenientemente inclinado envía su luz sobre dos frascos tubulares que contienen uno el líquido tipo y otro el líquido que se va á examinar. En cada uno de estos recipientes se sumerge un cilindro macizo de cristal *FF'* cuyas dos bases superior é inferior son planas y paralelas. Estos cilindros son movibles y se les puede conducir hasta tocar el fondo del recipiente, ó elevarles como se ve en este recipiente. Una escala colocada á lo largo de la colisa en la cual resbala la montura metálica que los soporta permite ver cuantas divisiones se les ha hecho subir ó bajar.

Los rayos luminosos, después de haber atravesado estos cilindros, son dirigidos por medio de un sistema óptico especial hasta *A*, donde el observador ve dos semicírculos iluminado el uno por la luz, que pasa por un cilindro, y el otro por la que pasa á través del otro.

Se admite que la intensidad del color está en razón inversa de la longitud de las columnas atravesadas por los rayos luminosos.

Por consiguiente, si el cilindro sumergido en el líquido tipo permanece fijo y se mueve el que está sumergido en el líquido que se ha de examinar hasta una altura tal que los dos semicírculos presenten igual coloración, se tendrá:

$$\frac{P}{P'} = \frac{H'}{H}$$

siendo  $P$  y  $P'$  el poder colorante de las dos soluciones,  $H$  y  $H'$  las alturas de los cilindros sobre el cero de la escala.

Si se trata de soluciones de una misma materia en un mismo líquido se admite que la cantidad de materia disuelta en la mitad de volumen es proporcional á la intensidad del color. Sean  $A$  y  $A'$  las cantidades disueltas, en cuyo caso tendremos:

$$\frac{A}{A'} = \frac{P}{P'} = \frac{H'}{H}$$

Esta expresión da un medio fácil de conocer rápidamente la cantidad de materia contenida en una solución dada; bastará compararla con una cantidad de esta misma materia de una graduación conocida.

Pongamos un ejemplo. Supongamos que se quiere saber qué cantidad de melaza contiene esta solución. En uno de los recipientes tubulares se colocará la solución tipo de melaza que será, por ejemplo, de 50 gramos por litro; en el otro la solución que se va á examinar. Se llevan los dos semicírculos á una coloración igual y supongamos que la altura de la columna del líquido tipo sea de 25 milímetros y la de la solución que se estudia de 43 milímetros. En este caso se tendrá:

$$\frac{X}{50} = \frac{25}{43}$$

de donde

$$X = \frac{25 \times 50}{43} = 29.07$$

Por consiguiente, la solución contiene 29.07 gramos de melaza por litro.

## ARTÍCULO 2.º

Inflamabilidad de las esencias, petróleos, etc. — Aparato sencillo de filtración. — Detalles de técnica microbiológica. — Inoculación. — Material de laboratorio; reactivos. — Tinturas. — Ptaleina del fenol. — Anaranjado n.º 3. — Sulfato de indigo. — Engrudo de almidón. — Empleo de los reactivos. — Modo de tomar las muestras para un análisis. — Substancias homogéneas líquidas y sólidas. — Substancias líquidas y sólidas no homogéneas. — Muestras diversas. — Interpretación de los resultados analíticos. — Detalles sobre el análisis orgánico elemental. — Preparación del óxido de cobre. — Preparación de la piedra pómez sulfúrica. — Tubo para el agua. — Tubos para el ácido carbónico. — Tubo testigo. — Dosificación del nitrógeno orgánico por el método de Kjeldahl. Dosificación de la pectina. — Pectosa. — Acido péctico. — Dosificación del tanino.

Inflamabilidad de las esencias, petróleos, etc. — Es un peligro constante en los laboratorios el manejo casi continuo de sustancias muy inflamables, por cuya razón conviene conocer previamente su grado de inflamabilidad, para no pasar jamás del límite conveniente y evitar los riesgos á que da lugar la imprevisión ó el descuido.

Al efecto se emplean varios aparatos y procedimientos, pero sólo citaremos uno de los que nos parecen más prácticos y seguros.

Para esto se emplea el aparato de Abel y Pinski. (Fig. 121.) Se compone de un baño maría C, de cobre, que calienta un pequeño recipiente cilíndrico, y en el cual se vierte el petróleo, suponiendo que sea ésta la substancia que se examina, haciendo que el líquido llegue á un nivel marcado. Un termómetro,  $r^2$ , está sumergido en el agua del baño maría, y otro,  $r^1$ , en el recipiente del petróleo.

Este último está encerrado por una cubierta que presenta una abertura rectangular, que puede abrirse y cerrarse automáticamente, por medio de un movimiento de relojería, que se sube por medio del tornillo A, y que se mueve por medio del resorte H. Este movimiento de relojería, cuando funciona, pone en marcha, en sentido vertical, de arriba abajo, una pequeña lámpara, cuya mecha encendida penetra en la cavidad superior del recipiente de petróleo, en el momento en que se descubre la abertura: después, al cabo de un pequeño instante, se levanta la lámpara y se cierra la abertura.

Para servirse de este aparato se llena el baño maría hasta que el agua sale por los bordes, y se le calienta hasta la temperatura de  $54^{\circ}4'$ . Entonces se vierte el petróleo que se va á ensayar, haciendo que llegue hasta el trazo marcado: se sumerge el recipiente en el baño maría y se coloca el termómetro, encendiendo la lámpara.

Se observa el termómetro  $r^1$ , y cuando marca  $19^{\circ}$ , se emplea el movimiento de relojería, repitiendo la misma operación de 1 en  $1^{\circ}$ , ó de 2 en  $2^{\circ}$ , hasta el momento en que la pequeña lámpara inflama los vapores contenidos en la parte superior del recipiente de petróleo. Entonces se observa el grado por el termómetro que indica la temperatura de inflamabilidad del producto ensayado.

**Aparato sencillo de filtración.** — El Dr. Ferrán ha ideado un aparato de filtración que merece recomendarse por su sencillez. Como se ve en la Fig. 122, consiste en un tronco de cono invertido, en el cual se depositan los líquidos de filtración. Los detalles del aparato son tan elementales que para comprenderlos basta la inspección de la figura.

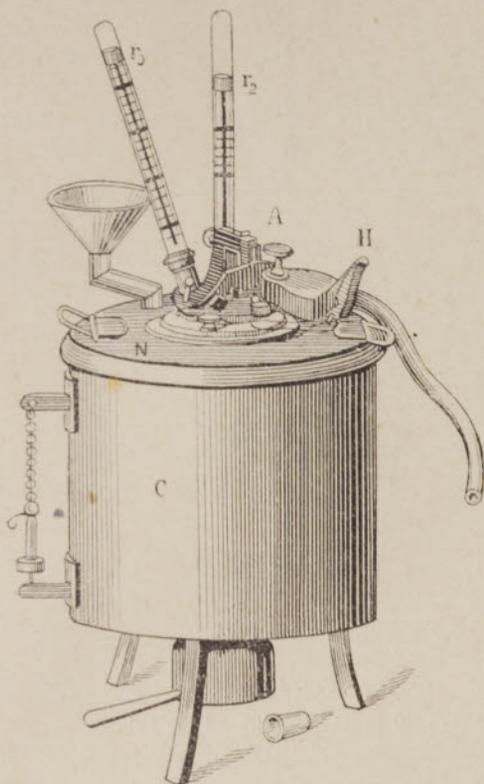


FIG. 121  
Aparato de ABEL.



FIG. 122  
Embudo para la filtración del agar y de la gelatina para cultivos. (FERRÁN.)

**Detalles de técnica microbiológica.** — Las Figs. 123 y 124 representan en detalle la manera de efectuar la siembra del bacilo virgula en tubos de gelatina, y la de tomar semilla para los cultivos en los mismos tubos.

**Inoculación.** — Ya en otro lugar dejamos consignada la técnica general de este procedimiento. Sólo añadiremos ahora que en la práctica es necesario atender cuidadosamente á las precauciones de asepsia, tanto del material empleado como en las preparaciones que hayan de emplearse. Las Figs. 125, 126 y 127 demuestran visiblemente la manera de esterilizar los aparatos y la de practicar las inyecciones en los animales sometidos á estos procedimientos.

**Material de laboratorio; reactivos.** — Por más que todos los que conocen la química tengan noción exacta de la importancia de los

reactivos en un laboratorio, no creemos ocioso insistir en algunos detalles aconsejados por la práctica y que podrán ser utilizados por los que se dedican á este género de trabajos.

En primer lugar, los reactivos deben ser preparados con productos químicamente puros, pues, de lo contrario, en la mayoría de los casos se falsean los resultados analíticos. Deben estar contenidos en frascos herméticamente cerrados y rotulados y de modo que sea imposible confundirlos ó emplearlos equivocadamente.



FIG. 123

Manera de efectuar la siembra del *B. virgula* en tubos de gelatina.

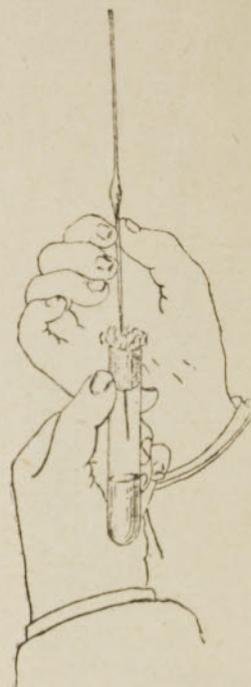


FIG. 124

Manera de tomar semilla en los tubos de cultivo.

Los reactivos generales que no deben faltar en un mediano laboratorio son:

- 1.º Ácidos clorhídrico, sulfúrico, nítrico y acético.
- 2.º Alcohol, éter, sulfuro de carbono.
- 3.º Potasa, sosa, amoníaco, agua de cal y de barita.
- 4.º Clorhidrato de amoníaco, sulfhidrato de amoníaco, carbonato, oxalato y molibdato de amoníaco; yoduro, cromato, ferrocianuro de potasio.
- 5.º Fosfato, carbonato, acetato de sodio.
- 6.º Cloruro de calcio, cloruro de bario, sulfato de calcio.
- 7.º Percloruro de hierro, nitrato de plata, bicloruro de mercurio, cloruro de platino.

Los reactivos salinos precedentes serán preparados en soluciones al 10 por 100, á excepción del nitrato de plata y el cloruro de platino que se preparan en solución al 3 por 100. El sulfato de calcio se prepara en solución saturada en frío.

Es muy ventajoso preparar los reactivos en solución de un grado conocido, porque esto facilita la evaluación de la cantidad de un precipitado obtenido después de una reacción, y la del volumen de reactivo que se ha de añadir cuando no se quiere añadir este último en gran exceso.



FIG. 125  
Vacunación de ganados.



FIG. 126  
Vacunación de ganados.

Como reactivos sólidos conviene tener: carbonatos de sosa y de potasa puros y secos, borato de sosa, clorato y nitrato de potasa y sales de fósforo.

Hay algunos reactivos especiales que conviene igualmente tener á mano. Se sabe que en la investigación de los fosfatos se emplea como reactivo el molibdato de amoníaco en solución nítrica. Para



FIG. 127  
Manera de practicar la vacunación de los bueyes contra la *bacera*.

prepararlo se disuelven por litro de agua 150 gramos de molibdato y se vierte la solución en un litro de ácido nítrico puro á 36° B. Es conveniente no preparar de una vez una gran cantidad de este reactivo, que se altera con el tiempo.

El hidrógeno sulfurado ó ácido sulfhídrico ( $H^2S$ ) es igualmente uno de los reactivos más importantes de la química analítica. Se le emplea en algunos ensayos disuelto en el agua, pero en su estado

gaseoso es como más comúnmente se le emplea. El olor de este gas es desagradable, por lo cual conviene prepararlo por medio del aparato Kipp, que permite detener la producción del gas cuando se desee.

**Tinturas.** — De todas las tinturas necesarias para la dosificación de las bases y de los ácidos, la más importante es la de tornasol. Recientemente se han empleado también la ptaleína del fenol y el anaranjado Poirrier n.º 3, llamado también *dimetil-orange*.

Para preparar una tintura de tornasol muy sensible y que se conserve indefinidamente, se procede de esta manera: se pulverizan finamente 170 gramos de tornasol en panes del comercio y se les hace digerir de 80 á 90° dura una hora con 500 cc. de agua; se filtra y se lava el filtro para completar los 500 cc. Doscientos cincuenta cc. de este líquido son adicionados con precaución con un ligero exceso de ácido sulfúrico dilatado hasta la coloración roja, añadiendo entonces á esta solución así tratada los 250 cc. restantes del líquido primitivo. En seguida se completa hasta un litro con 500 cc. de alcohol á 95°.

El papel azul de tornasol se prepara colocando en la tintura adicionada con un poco de potasa, hojas de papel sin cola que se hace secar rápidamente. El papel rojo se prepara de la misma manera con la tintura que se ha hecho virar al rojo por medio de un ligero exceso de ácido.

Se sabe que la tintura de tornasol vira al rojo bajo la influencia de los ácidos, aun de los más débiles, como el ácido carbónico, y vuelve al azul por la acción de las bases. Esta propiedad es debida á la presencia de un ácido especial, el ácido litmico. Este ácido en el estado de libertad da soluciones cuyo color es rojo piel de cebolla y combinado con los metales da, por el contrario, sales cuya solución colorea en azul. El ácido litmico existe en el tornasol en el estado de litmato de calcio.

**Ptaleína del fenol.** — Es un polvo blanco que se emplea en disolución en el alcohol de 30° al 1 por 100. Este líquido es incoloro en presencia de los ácidos, aun del ácido carbónico, y vira al rojo muy vivo por la acción de las bases.

**Anaranjado n.º 3.** — Llámase también heliantina y vira al rojo por los ácidos minerales; el ácido carbónico, el oxálico, el hidrógeno sulfurado y los ácidos orgánicos no tienen acción sobre este reactivo. Se le emplea en solución al 1 por 10,000 en el agua destilada; se añaden cuatro gotas en 100 cc. del líquido que se ha de graduar, el cual debe quedar débil pero claramente coloreado. Este reactivo sirve para la dosificación alcalimétrica de los carbonatos y para la investigación del ácido fosfórico libre en los fosfatos.

**Sulfato de índigo.** — Es la solución de índigo en el ácido sulfúrico dilatado en 20 veces su volumen de agua y sirve como indicador, principalmente en la dosificación del cloro.

**Engrudo de almidón.** — Para prepararlo se pulveriza un gramo de almidón en un mortero de porcelana, se le deslíe en un poco de agua y se le vierte en 200 cc. de agua hirviendo, agitando el todo. Sirve para reconocer el yodo libre, con el cual da un precipitado azul de yoduro de almidón. Conviene preparar este engrudo en el momento de servirse de él porque no se conserva.

**Empleo de los reactivos.** — Para que den buen resultado las investigaciones del análisis es necesario emplear convenientemente los reactivos. Cuando se trata de un análisis cualitativo deben irse añadiendo lentamente de modo que el químico pueda apreciar claramente todos los fenómenos, como la coloración, precipitación, redisolución, etc., que se verifican en el seno del líquido durante la operación. Deben ser siempre empleados en ligero exceso y procurando estar seguros de que la precipitación que se ha visto es completa. Esta última comprobación se obtiene sobre algunas gotas del líquido claro ó filtrado.

En las investigaciones cuantitativas no es necesario emplear los reactivos tan lentamente; basta con no añadir un gran exceso de reactivo, que resultaría inútil. Solamente por la práctica se adquiere la habilidad necesaria en este género de operaciones; pero sin embargo, es necesario dar una gran importancia á las precauciones indicadas, so pena de perder el tiempo y de comprometer los resultados analíticos que se buscan. Cuando se trate de efectuar el lavado de un precipitado convendrá siempre hacerlo escrupulosamente, teniendo cuidado de no añadir agua sobre el filtro sino cuando la cantidad que antes contenía se ha agotado completamente.

Se tendrá la seguridad de que el lavado es completo, examinado, generalmente por evaporación, si el líquido que se desprende no deja residuo.

**Modo de tomar las muestras para un análisis.** — En operaciones tan delicadas como todas las que se refieren á química orgánica en general y en particular á la biológica, desempeña un papel capital en la comprobación científica la manera de tomar las muestras que han de servir como materias de análisis, demostrándose en ello la iniciativa y la sagacidad del químico experto. Puede decirse que la manera de proceder en estos casos es tan diferente como la naturaleza misma de las materias sometidas al examen científico, siendo por tanto imposible dar reglas generales y precisas que sirvan de base infalible para la resolución de esta cuestión. Sin embargo, daremos algunas indicaciones que podrán ser útiles al manipulador novicio, ayudándole á adquirir en este camino los conocimientos experimentales que pueden serle útiles y dirigirle en el porvenir.

Se puede limitar la cuestión á los tres casos generales siguientes:

- 1.º Substancias homogéneas líquidas y sólidas.
- 2.º Substancias líquidas y sólidas no homogéneas.
- 3.º Casos particulares.

**Substancias homogéneas líquidas y sólidas.** — Este caso se re-

suelve fácilmente; si la sustancia es líquida basta en tomar de cada uno de los recipientes que la contengan una cantidad igual, mezclando todas estas partes así tomadas para obtener la mezcla media.

Si la sustancia está en polvo fino y contenida en varios recipientes, se opera como en el caso anterior. Si se halla en un solo conjunto se toman en diferentes puntos de la superficie y de la profundidad cantidades iguales del producto, mezclándolas en seguida íntimamente para obtener la mezcla media.

Si la sustancia está en placas ó en barras conviene tomar en todo su espesor en cuanto sea posible una cantidad suficiente para el análisis.

**Substancias líquidas y sólidas no homogéneas.** — Los productos líquidos pueden no ser homogéneos cuando están mezclados con substancias sólidas ó cuando están compuestos por líquidos de densidades diferentes.

En el primer caso conviene hacer el producto homogéneo por medio de agitación, centrifugación ó cualquier otro medio mecánico y tomar en seguida una parte alícuota.

En el segundo caso se tomará, por medio de un tubo que atravesase todo el espesor de la masa, una parte del líquido suficiente para las necesidades del análisis.

Todas estas indicaciones no constituyen reglas exclusivas; el químico hábil podrá modificarlas á su gusto en los diferentes casos que puedan presentarse, con tal de que lo haga en el sentido que deba conducirle á obtener los resultados más exactos.

Nótese bien que la atención indispensable para obtener las muestras varía con el valor científico y la importancia de las cuestiones que hayan de resolverse por medio del análisis.

**Muestras diversas.** — Todos aquellos productos que se relacionan con la vida de los seres orgánicos merecen atención especial y diversas manipulaciones de preparación antes de tomar las muestras, según hemos visto en muchos casos particulares. Especialmente en las preparaciones bacteriológicas hay que emplear una técnica particular, de la cual nos hemos ocupado en el lugar correspondiente, debiendo sólo añadir ahora que las muestras así obtenidas deben ser conservadas en vasos cuidadosamente cerrados, con etiquetas y fechas, puestos al abrigo de cualquier deterioro, sin inutilizarlas hasta que se haya agotado la discusión sobre su composición, propiedades y valor científico.

**Interpretación de los resultados analíticos.** — En todo laboratorio se debe llevar un libro en el cual se registren regularmente los resultados de todos los trabajos practicados, tanto los que den resultado positivo como los que lo den negativo.

Desde que empieza el análisis de una muestra se inscribirá la fecha en que comienza este trabajo y después se relatarán exactamente todos los signos exteriores, formas, etiquetas, sellos en lacre

ó plomo que presente el recipiente que contenga la materia, añadiendo todas las observaciones que parezcan convenientes.

En seguida se consignarán todos los métodos analíticos que se crea útil emplear, y por último y en un cuadro-resumen se consignarán todos los resultados obtenidos. Sólo en este caso podrán establecerse las correspondientes conclusiones.

El químico debe siempre desconfiar de sí mismo y penetrarse de su misión que á menudo le constituye en árbitro de las más altas cuestiones científicas y médico-legales.

Todos los que han observado el placer que encuentran los principiantes en encontrar muchas veces verdades inesperadas, comprenden la necesidad de dirigir estos entusiasmos para que los estudios químicos no sean considerados como mero objeto de pueril curiosidad, sino más bien como instrumento de investigación científica de la más alta importancia.

Detalles sobre el análisis orgánico elemental. — Ya en la página 20 y siguientes del tomo I nos ocupamos en dar algunas nociones sobre la manera de dosificar los componentes de las sustancias orgánicas. Allí ofrecimos ampliar aquellas indicaciones en el lugar oportuno, y creemos llegado el momento de consignar algunos procedimientos prácticos en aquel sentido, los cuales han de contribuir al ahorro de tiempo y de trabajo para el lector que se dedique á este género de investigaciones. Estas indicaciones han de ser necesariamente muy sumarias, teniendo en cuenta la índole de nuestro libro y suponiendo al lector iniciado en los procedimientos de la Química elemental.

Partimos del principio de que en la mayoría de los casos los compuestos orgánicos sólo contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Cuando se sabe practicar con seguridad la combustión y el análisis de tales combinaciones, se encontrarán grandes facilidades para operar sobre los compuestos que contengan el azufre, el cloro, etc.

La dosificación del carbono, del hidrógeno y del oxígeno en una materia orgánica, según hemos visto en el lugar citado, está basada en la acción que ejerce esta materia sobre el óxido de cobre calentado á la temperatura del rojo naciente. En estas condiciones, el carbono y el hidrógeno de la sustancia reducen el óxido de cobre para dar ácido carbónico y agua. Si, pues, partiendo de un peso conocido de sustancia se pesa el ácido carbónico y el agua formadas por la reacción, se podrá calcular fácilmente la composición centesimal de esta sustancia en carbono é hidrógeno, siendo dosificado el oxígeno por diferencia.

Preparación del óxido de cobre. — El óxido que se emplea es el procedente de las *batiduras* de cobre, que se encuentra fácilmente en el comercio bajo el nombre de óxido de cobre para análisis orgánicos. Se lo puede preparar uno mismo tostando en la *moufla* las hojuelas del cobre y moliendo en el mortero el óxido así obtenido.

Como quiera que sea, bien que se le fabrique ó bien que se le compre, es conveniente antes de emplearlo colocarlo en un tubo que se calentará al rojo, haciéndole atravesar por una corriente lenta de oxígeno hasta que el gas que se desprenda por la extremidad del tubo haga brillar una cerilla que presente sólo un punto de ignición.

Cuando el óxido se ha enfriado se le hace pasar por un tamiz del número 40; se pone aparte el óxido fino que atraviesa las mallas del tamiz y el óxido más grueso que queda encima. El óxido así preparado está dispuesto para servir en los análisis.

Para recoger el agua y el ácido carbónico se emplean, como ya sabemos, cuatro tubos: un tubo con pómez sulfúrica, otro con potasa líquida, otro con potasa sólida y un tubo testigo con pómez sulfúrica.

Preparación de la piedra pómez sulfúrica. — Conviene elegir la piedra pómez en pequeños fragmentos del grueso de un cañamón próximamente; se la humedece con ácido sulfúrico y se la calcina previamente al rojo en un horno de carbón. De esta manera se destruyen las combinaciones fluoradas que desprenden ácido fluorhídrico y producen después errores en las pesadas.

Cuando se ha enfriado la piedra pómez se imbebe de ácido sulfúrico, se la pone en una cápsula de porcelana y se calienta agitándola para desalojar el exceso de ácido sulfúrico. Después que se han desprendido vapores espesos se para la calefacción cuando la piedra está todavía suficientemente aceitosa en su superficie para que queden algunos fragmentos adheridos al agitador de cristal.

Entonces se recubre la cápsula con un disco de cristal y se la deja enfriar poniendo en seguida la piedra pómez en un frasco tapado al esmeril.

Para que la piedra pómez así preparada sea buena debe atraer la humedad lo bastante para que si se ponen algunos fragmentos en un platillo, el fondo de éste, al cabo de 24 horas, esté cubierto de una notable cantidad de agua.

Tubo para el agua. — Consiste en un tubo en U de 13 á 14 centímetros de largo y de 10 á 12 milímetros de diámetro interior. (Fig. 4.<sup>a</sup>, tomo I.) Se le llena de piedra pómez sulfúrica cubiertá con un pequeño tapón de amianto. Una de las ramas lleva un tubo de bola y la otra un tubo sencillo de desprendimiento. Estos tubos están fijos en tapones de corcho, según hemos dicho en el lugar citado.

Tubos para el ácido carbónico. — Se hace uso de tubos de Maquenne que presentan una gran solidez y provocan una absorción perfecta. Conviene soplar una pequeña bola sobre el tubo de llegada del gas para evitar los peligros de la absorción muy rápida. Este tubo está lleno de una solución de potasa cáustica pura á un gramo por cc., hasta el nivel de la extremidad superior del pequeño serpentín. Se puede igualmente hacer uso de los tubos de Liebig ó de Mohr.

Al extremo del tubo de potasa líquida se adapta otro tubo en U de las mismas dimensiones que el tubo para el agua, el cual se llena de potasa pura en pequeños fragmentos. (Fig. 5.<sup>a</sup>, tomo I.) Se recubre la potasa por medio de un pequeño tapón de amianto, relacionándolo con el aparato general como ya sabemos.

**Tubo testigo.** — Es este un tubo también en U como el precedente, lleno de piedra pómez sulfúrica, el cual se cierra con un pequeño tapón de amianto con las precauciones ya conocidas.

Todos estos tubos deben estar cerrados separadamente por pequeños taponos ó por tubos de cauchout cerrados por varillas de cristal. También deben estar provistos de hilos de platino ó de cobre que permitan suspenderlos al platillo de la balanza, cuando convenga pesarlos.

Remitimos el lector al lugar citado del tomo I, donde encontrará los detalles relativos al conjunto del aparato que sirve para la combustión y vamos á ocuparnos de algunos detalles omitidos en el lugar citado.

**Dosificación del nitrógeno orgánico por el método de Kjeldahl.**— Conocido ya el método de Dumas para determinar el nitrógeno orgánico, nos ocuparemos brevemente del procedimiento de Kjeldahl, que en algunas ocasiones presenta incontestables ventajas.

Para emplearlo se usan los siguientes reactivos:

Acido sulfúrico á 66°.

Mercurio.

Sosa cáustica, al 60 por 100.

Solución normal de potasa.

Acido sulfúrico normal.

Solución de sulfuro de sodio al 10 por 100.

Tintura de tornasol.

Se principia por tarar un recipiente de fondo plano, cerrado al esmeril y de forma cónica, cuya forma es ventajosa para facilitar la acción del ácido sulfúrico.

Si la substancia es sólida se introduce en este recipiente un peso elegido aproximadamente, y después de desecación en la estufa se toma por diferencia el peso definitivo. Si la substancia es líquida se introduce en el frasco un volumen conocido y se evapora á sequedad en la estufa.

Este método está basado en la transformación del nitrógeno orgánico en amoniaco por la acción, á la temperatura cercana de la ebullición, del ácido sulfúrico adicionado con el mercurio metálico, con el sulfato de cobre anhidro ó con el óxido rojo de mercurio. El amoniaco, combinado finalmente con el ácido sulfúrico, es puesto en libertad y dosificado.

El ácido sulfúrico necesario para la reacción puede prepararse de la manera siguiente: en una probeta graduada de un litro de capacidad se vierten desde luego 660 cc. de ácido sulfúrico puro á 66° B, y agitando se añaden 340 cc. de ácido sulfúrico fumante

llamado de Nordhausen. El líquido, que se calienta un poco durante la preparación, puede emplearse después de enfriado y se le conserva en frascos cerrados al esmeril.

En la práctica, después de hecha la pesada definitiva, se coloca sobre el frasco un pequeño embudo, por medio del cual se vierten próximamente 20 cc. del ácido sulfúrico preparado. Esta cantidad de ácido es suficiente, por regla general, para 0.5 á 1 gr. de materia que se emplea comúnmente; en el caso de substancias ricas á la vez en nitrógeno y en hidratos de carbono, se puede aumentar un poco.

Se añade en seguida una gota que representa próximamente un gramo de mercurio metálico, la cual se puede reemplazar por 2 ó 3 gramos de sulfato de cobre anhidro en polvo.

Entonces se coloca el frasco, provisto siempre de su embudo, sobre la plancha metálica de un soporte de calefacción, bajo del cual se enciende un mechero redondo de gas. La reacción es muy viva al principio á consecuencia del desprendimiento gaseoso; cuando ha disminuído se eleva la temperatura hasta que el ácido sulfúrico llegue casi á la ebullición, cuya temperatura se mantiene todavía media hora después que el líquido ha quedado completamente incoloro.

Generalmente se recomienda que se detenga la reacción cuando el líquido queda límpido sin que sea completa la decoloración. Pero esto es un grave error que puede transmitirse á los resultados hasta disminuir el 1 por 100 la cifra exacta. Se ha observado que ciertas leucéinas, que son formas de pasaje del nitrógeno orgánico al estado de amoníaco, son difícilmente atacables por el ácido sulfúrico. Estas son probablemente las que existen aún al fin del ataque, y no siendo completa su hidratación hasta que ha desaparecido toda la coloración del líquido, se cometen seguramente errores sensibles deteniendo demasiado pronto la acción del ácido sulfúrico. Es éste un punto capital sobre el cual conviene fijar particularmente la atención.

El frasco que hemos indicado es muy cómodo por su forma y reemplaza ventajosamente el globo que se emplea por regla general. En estas condiciones no se eleva demasiado jamás la temperatura sobre las paredes del recipiente, y el ácido sulfúrico volatilizado se condensa y cae á lo largo de las paredes limpiándolas perfectamente.

Cuando el líquido aparece incoloro se le deja enfriar, se le diluye con precaución en agua y entonces las aguas del lavado se vierten en un globo cuya capacidad varia de 750 cc. á un litro. Se sigue diluyendo con agua y se añade un ligero exceso de solución de sosa al 60 por 100 y después 40 á 50 cc. de la solución de sulfuro de sodio para destruir una combinación difícilmente descomponible de mercurio y de amoníaco, y se destila el amoníaco por medio del refrigerante de Schloesing que ya hemos descrito.

Estas últimas operaciones, saturación por la sosa y el sulfuro de sodio, adaptación del globo al refrigerante, deben ser hechas lo más vivamente posible, á fin de evitar toda pérdida de amoniaco. Durante la adición de la sosa, si el líquido se calienta demasiado es procedente enfriarlo por una corriente de agua.

Después se recibe el líquido amoniaco que destila en un vaso que contenga ácido sulfúrico normal medido por medio de una pipeta y adicionado con algunas gotas de tintura de tornasol. La extremidad del tubo de bola adaptado al refrigerante debe estar sumergida en el líquido ácido.

La operación está terminada cuando, presentando un papel de tornasol rojo á la gota de líquido que cae del refrigerante, se reconoce que ésta queda sin acción.

Entonces se quita el tubo de bola, se le lava y las aguas del lavado se reunen al líquido ácido; en seguida se gradúa por medio de la solución de potasa normal el ácido que no ha sido saturado por el amoniaco destilado.

Supongamos que se han puesto  $N$  cc. de ácido sulfúrico normal y que han sido necesarios  $n$  cc. de potasa normal para que el color rojo ácido vuelva al color azul,

$$(N - n) 0.014$$

indicará la cantidad de nitrógeno contenido en la muestra del ensayo.

Durante la destilación del amoniaco sucede á menudo que el líquido forma espuma ó que salta violentamente con peligro de que se rompa el globo que lo contiene; este inconveniente se remedia añadiendo después del sulfuro de sodio, bien el polvo de cinc, bien un poco de granalla del mismo metal.

Conviene asegurarse igualmente, por un ensayo en blanco, que los reactivos empleados no desprenden amoniaco durante la ebullición.

**Dosificación de la pectina.** — Es muy conveniente conocer las cantidades de esta substancia que se encuentran en las frutas destinadas á la alimentación. Para dosificarla conviene emplear el método de Aimé Girard, que vamos á describir.

Se toman dos volúmenes conocidos del jugo exprimido y filtrado, 50, 100 ó 200 cc. según la riqueza de pectina que se supone. Colocados en vasos de precipitar se les añade separadamente 8 ó 10 veces su volumen de alcohol fuerte y se les deja en reposo durante 24 horas.

Se filtra en seguida cada uno de estos líquidos sobre un filtro separado, se les lava con el alcohol fuerte y se les deja agotar. Se separa la pectina de cada uno de los filtros y se la pone á secar en cristales de reloj tarados. Se pesa y se tiene por diferencia dos pesos, de los cuales se toma la media que llamaremos  $p$ .

Sobre uno de los precipitados de pectina se dosifican por calcinación las materias minerales á cuyo peso llamaremos *a*.

Sobre el otro se dosifica el nitrógeno por el método de Kjeldahl, y la cantidad de nitrógeno encontrado multiplicada por 6.25 indicará la cantidad de materias nitrogenadas contenidas en la pectina; sea *b* esta cantidad.

La diferencia

$$p - (a + b)$$

indicará la cantidad de pectina contenida en el volumen de jugo sometido al análisis.

**Pectososa.** — Es insoluble en el agua y se transforma en ácido péctico bajo la influencia de los álcalis dilatados y calientes. Bajo esta última forma es como se la dosifica.

Supongamos que se trate de dosificarla en una raíz. Se reducen á pulpa fina 50 gramos de la raíz y se les lava con agua hasta la eliminación completa de las materias solubles. Se trata el residuo por 10 cc. de agua adicionada de 2 ó 3 cc. de ácido clorhídrico para transformar el pectato de cal si lo hay, en ácido péctico. Se quita este ácido péctico por una disolución tibia de oxalato de amoníaco al 4 por 100, dejando que el contacto se prolongue por algunas horas y lavando en seguida con agua.

El producto que queda contiene la pectososa que se transforma en seguida en ácido péctico.

Para esto se exprime completamente el residuo, se le coloca en un pequeño globo con dos gramos de carbonato de sosa cristalizado disueltos en 4 cc. de agua y 150 cc. de alcohol á 85°. El globo está cerrado por un tapón provisto de un tubo de un metro de largo. Se mantiene la ebullición en el globo por medio de un baño maría durante dos horas; el alcohol vaporizado se condensa en el tubo y vuelve al globo.

Se pone en el fondo de un embudo un pequeño tapón de algodón y se vierte en él el contenido del globo, lavando éste con un poco de alcohol. Se deja agotar y se vierte en seguida una mezcla de 2 á 3 cc. de ácido clorhídrico y 10 cc. de agua, dejando que la masa se impregne durante algún tiempo de esta solución ácida que descompone el pectato de sosa formado, poniendo en libertad el ácido péctico. Este, insoluble en el alcohol, queda sobre el embudo, mezclado con los productos celulósicos. Se le lava al principio con alcohol acidulado con ácido clorhídrico y después con alcohol solo, hasta que el líquido filtrado quede completamente neutro.

Para aislar el ácido péctico se deja que el residuo del filtro se evapore sin alcohol, al aire, y después se le introduce en un pequeño globo con 50 cc. de una solución de oxalato de amoníaco al 5 por 100. Se calienta á 35° al baño de maría durante algunas horas, se pone sobre un filtro y se lava el residuo insoluble con el agua tibia al 1 por 100 de oxalato de amoníaco.

El líquido filtrado contiene en disolución todo el ácido péctico; se precipita este ácido acidulando al principio por el ácido clorhídrico y añadiendo dos veces su volumen de alcohol. Se recoge el precipitado sobre un lienzo fino, se le exprime y se le pesa.

**Ácido péctico.** — Este ácido existe en los tejidos vegetales generalmente en el estado de pectato de cal insoluble.

Para dosificarlo se colocan 5 gramos del producto que se ha de examinar sobre un embudo provisto de un tapón de algodón y se les impregna de alcohol al 10 por 100 de ácido clorhídrico. Se le deja en contacto algunas horas, se disuelve la cal y el ácido péctico es puesto en libertad. Se lava al principio con alcohol ácido, después con alcohol, y se termina como antes la dosificación por disolución en el oxalato de amoníaco y precipitación del ácido péctico.

**Dosificación del tanino.** — Esta substancia tan abundante en muchos productos orgánicos puede dosificarse por diferentes métodos; pero elegiremos por su rapidez el que está fundado en el empleo de permanganato de potasa y del carmín de indigo. Fúndase este método en la decoloración del permanganato de potasa por el tanino en presencia del indigo, que sólo se decolora por el reactivo cuando todo el tanino ha experimentado la acción. El fin de la reacción es indicado por el color amarillo claro que toma el líquido sometido al ensayo.

Para este ensayo se ha de preparar:

- 1.º Una solución de tanino puro.
- 2.º Una solución de permanganato de potasa graduada con relación á la solución de tanino.
- 3.º Una solución de indigo graduada con relación á la solución de permanganato.

Para preparar la solución de permanganato, se pesan 10 gramos de esta substancia cristalizada y se les disuelve hasta hacer un litro de líquido, conservando esta solución al abrigo de la luz en un frasco tapado al esmeril. Esta solución cambia de graduación durante las primeras semanas después de su preparación; pero al cabo de algún tiempo esta graduación queda invariable y, por consiguiente, es preferible preparar á la vez una gran cantidad.

Para preparar la solución ácida de indigo se pesan 10 gramos de carmín de indigo seco, añadiendo 200 cc. de ácido sulfúrico y se completa hasta un litro con el agua destilada. Se debe emplear próximamente 1'5 cc. de solución de permanganato para decolorar 10 cc. de esta solución. Se añade bien el indigo, bien el ácido sulfúrico al 20 por 100, á la solución así preparada, para que esta solución llegue al grado que se desea.

Para preparar la solución graduada de tanino se purifica éste por solución en el alcohol absoluto; se evapora el alcohol y se lava el residuo con el éter anhidro. El tanino así obtenido se seca á 100º y se pesan 0'5 gramos, que se disuelven en agua hirviendo y después de enfriamiento se completa hasta 100 cc. La solución de

tanino así preparada sólo se conserva poco tiempo, debiendo prepararla nuevamente cada vez que se quiera guardar la solución de permanganato. Para graduar esta última se toman 20 cc. de la solución graduada de tanino correspondiente á 0'10 gramos de tanino puro. Se les adiciona, en un vaso de precipitar de un litro, 10 cc. de la solución de indigo y 500 cc. de agua. Por medio de una bureta se vierte en el líquido así obtenido, agitando rápidamente la solución de permanganato, estando colocado el vaso sobre un papel blanco. Se detiene la operación sin preocuparse de las tintas intermedias más ó menos sucias, cuando la solución llega al tinte del amarillo claro. Se anota al número de cc. de la solución que suponemos sea *N*.

Por otra parte, en otro vaso de un litro, se ponen 10 cc. de la solución de indigo y 500 cc. de agua; por medio de una bureta se vierte la solución de permanganato hasta la desaparición del color azul, anotando el número de cc. necesarios que suponemos sea *n*.

*N* — *n* indica el número de cc. de la solución de permanganato que corresponde á 0'100 gramos de tanino puro.

### ARTÍCULO 3.º

Materias colorantes en general. — Materias colorantes rojas. — Materias colorantes básicas. — Materias colorantes ácidas ó básicas de la clase de safraninas. — Materias colorantes amarillas y anaranjadas. — Materias colorantes ácidas. — Materias colorantes básicas. — Colores azoicos. — Materias colorantes verdes. — Materias colorantes azules. — Materias colorantes violeta.

Materias colorantes en general. — El estudio de las materias colorantes tiene grandísima importancia en la técnica bacteriológica, tanto, que sin la coloración hubieran sido imposibles los progresos de esta nueva ciencia.

Es infinito el número de sustancias que en tal concepto se emplean; pero sólo nos ocuparemos de algunas de las más notables y que tienen especial aplicación en bacteriología.

Materias colorantes rojas. — Generalmente son insolubles en el agua fría ó por lo menos muy poco solubles, pero se disuelven bien en el alcohol. Pueden suceder varios casos:

1.º La solución alcohólica es de color rojo salmón sin fluorescencia. La disolución en el ácido sulfúrico concentrado es de color rojo violeta (*carminasta*).

2.ª La solución alcohólica es de color rojo azulado con fluorescencia roja anaranjada marcada.

En el espectroscopo el líquido presenta una ancha banda de absorción que ocupa toda la parte amarilla y toda la parte verde

del espectro. La disolución en el ácido sulfúrico concentrado es gris verdosa, y dilatándola con el agua se colorea al principio en rojo y después abandona un precipitado rojo violeta (*rojo de magdala; rosa de naftalina*).

3.º Insoluble en el agua fría, se disuelve bien en el agua caliente.

En la solución alcohólica se comporta como la del rojo de magdala; sin embargo, la banda de absorción está situada un poco más á la derecha del espectro y el amarillo es algo más aparente. La disolución en el ácido sulfúrico concentrado es incolora, y cuando se la dilata en agua, cada gota de este líquido provoca una coloración roja intensa que se desvanece de nuevo por la agitación.

Cuando la dilución es suficiente, toda la masa del líquido aparece coloreada en rojo fuchsina intenso. Esta reacción es característica (*rojo de quinoleína*).

4.º La solución alcohólica ofrece una fluorescencia más verdosa que las precedentes; la disolución en el ácido sulfúrico concentrado es amarilla anaranjada, y cuando se la diluye no presenta ningún fenómeno de coloración particular; los diferentes ensayos por el alcohol se distinguen por los tonos que dan á la tintura (*eosinas al alcohol*).

5.º La solución alcohólica es de un rojo azulado sombrío. La disolución en el ácido sulfúrico concentrado es verde y vira al rojo azulado por la dilución (*rodindina*).

**Materias colorantes básicas.** — 1.º La solución acuosa es de color rojo azulado y vira al amarillo oscuro bajo la acción del ácido clorhídrico ó del ácido sulfúrico. La adición del acetato de sosa á estos líquidos les devuelve su color inicial. Un baño dilatado de este color tratado por el amoníaco, sólo conserva un tinte rojo muy pálido, y una muestra de lana sometida á este líquido en ebullición se tiñe en rojo intenso. El polvo de cinc decolora la disolución de una manera durable. El producto sólido se presenta en cristales bien definidos de color verde, ó en polvo verde con brillo metálico (*fuchsina*).

2.º Solución acuosa rojo azulada. El amoníaco precipita copos anaranjados que el éter disuelve en rojo con fluorescencia amarilla. Disolución verde en el ácido sulfúrico concentrado, la cual se vuelve roja pasando por todos los tonos intermedios del azul y del violeta (*rojo de tolueno*).

El rojo comercial es generalmente muy impuro y las coloraciones indicadas aparecen más ó menos sombrías.

**Materias colorantes ácidas ó básicas de la clase de safraninas.** — 1.º La adición de sosa cáustica hace virar el color de la solución acuosa al azul intenso. La solución en el ácido sulfúrico concentrado es amarilla oscura que se enrojece por la dilución (*galleína*).

2.º La adición de alcohol á la solución acuosa hace aparecer una fluorescencia amarillo agrisada muy clara. La adición de un

ácido no provoca precipitado, y el líquido decolorado por el polvo de cinc recobra al aire su coloración inicial.

Disolución sulfúrica verde que se convierte en azul y después en roja por adición de agua (*safranina, safranisol*).

Los dos compuestos se distinguen por los matices que dan á la tintura.

3.º La solución acuosa es de un rojo puro con fluorescencia amarilla verde, tanto más marcada cuanto mayor es la dilución. Los ácidos precipitan copos anaranjados solubles en el éter, y el líquido etéreo es de un amarillo puro sin fluorescencia. Solución sulfúrica de color amarillo puro (*eosina*).

4.º Solución acuosa más azulada que la precedente sin fluorescencia. Precipitado amarillo de paja por los ácidos y soluble en el éter con el mismo color. Coloración amarillo de oro con el ácido sulfúrico concentrado. El polvo de cinc decolora la solución acuosa adicionada de amoníaco, y el líquido decolorado absorbido por el papel de filtrar y en presencia del aire se colorea enseguida en rojo azulado intenso (*escarlata de eosina*).

5.º Solución acuosa de color rojo azulado sin fluorescencia; precipitado por los ácidos de color anaranjado amarillo; soluble con el mismo color en el éter. Disolución en el ácido sulfúrico concentrado de color amarillo concentrado. El polvo de cinc decolora la solución amoniaca (*floxina; rosa de Bengala*).

6.º La solución acuosa concentrada y caliente se coagula al enfriarse. La adición de un ácido determina un precipitado oscuro en copos. Calentado con el amoníaco y el polvo de cinc, el líquido se hace amarillo puro y más tarde incoloro. El ácido sulfúrico concentrado disuelve el producto con una coloración verde. La dilución hace virar el color al azul y después determina un precipitado oscuro bien definido (*escarlata de Biebrich*).

7.º El cloruro de bario determina en la solución acuosa la formación de un precipitado rojo en copos que súbitamente se hace cristalino y negro violeta por la ebullición. La disolución en el ácido sulfúrico concentrado es de color azul índigo y diluida pasa al violeta y después al rojo (*escarlata de croceína 3 B*).

8.º La más pequeña adición de ácido hace virar la solución acuosa al azul puro. El algodón sumergido en el líquido acuoso, adicionado ó no con un poco de jabón, se tiñe en rojo que resiste al lavado. La solución sulfúrica concentrada es azul pizarra y no cambia de color por la adición de agua (*rojo congo*).

9.º La solución acuosa se coagula por enfriamiento y deposita cristales de brillo bronceado. La disolución en el ácido sulfúrico concentrado es violeta; cuando se la dilata en agua, precipita con un tinte oscuro (*punzó de xilidina*).

10. La solución acuosa concentrada, tratada por el sulfato de magnesia, se posa por enfriamiento la sal de magnesia de la materia colorante en largas agujas sedosas. Disolución violeta en el

ácido sulfúrico concentrado. Tiñe la lana en rojo escarlata (*escarlata de croceína 7 B*).

11. La adición de cloruro de calcio ó de cloruro de bario á la solución acuosa provoca la precipitación de copos amorfos. La disolución en el ácido sulfúrico concentrado es de un rojo sonrosado ó rojo carmín puro; por la dilución precipita en rojo obscuro (*punzó R. 2 R, 3 R. Rojo de anisol, croceína*).

Estas materias colorantes, derivadas todas de los ácidos  $\beta$  nftol-disulfónico, se distinguen por los matices que dan á la tintura.

12. Color rojo fuchsina sobre la lana. El cloruro de calcio precipita la disolución acuosa en copos rojos cristalinos. La disolución del ácido sulfúrico concentrado es de color rojo azulado que se enrojece por la disolución (*azorubina ácida*).

13. Solución acuosa de color rojo obscuro tiñendo de igual color la lana; disolución azul en el ácido sulfúrico concentrado y precipitado amarillo obscuro por dilución. La solución acuosa concentrada é hirviendo, adicionada con algunas gotas de lejía de sosa concentrada, abandona la sal de sodio de la materia colorante bajo la apariencia de estriás brillantes (*rocellina*).

14. Solución acuosa rojo de Bordeaux. Precipitados amorfos en copos por el cloruro de calcio ó el cloruro de bario. Solución sulfúrica de color azul índigo (*rojo de Bordeaux, B*).

15. Solución acuosa de un rojo azulado bien definido. Líquido enteramente decolorado por la sosa cáustica; el ácido acético le devuelve el matiz primitivo (*fuchsina ácida*).

**Materias colorantes amarillas y anaranjadas.** — La materia colorante es insoluble en el agua fría y muy poco en el agua caliente, pero es soluble en el alcohol.

1.º La solución alcohólica es de color amarillo limón y se modifica muy poco por los ácidos y los álcalis que obscurecen ligeramente su matiz (*quinofalona*).

2.º La solución alcohólica es de color amarillo de oro. Los ácidos no la modifican; los álcalis y el ácido bórico la hacen pasar al rojo obscuro (*cúrcuma*).

3.º Solución amarillo de oro que vira al rojo por el ácido clorhídrico. En esta solución alcoholclorhídrica el nitrato de amilo no provoca cambio de coloración ni desprendimiento de nitrógeno con la ebullición (*dimetil-amido-azobenzol*).

4.º Se comporta como el precedente, salvo que el nitrato de amilo modifica el color y determina un débil desprendimiento de nitrógeno (*amido-azobenzol*).

**Materias colorantes ácidas.** — 1.º Solución acuosa de color verde amarillo. Su gusto es muy amargo; los álcalis la colorean en amarillo obscuro y los ácidos no la modifican (*ácido pterico*).

2.º Solución acuosa color amarillo de oro; los ácidos provocan en ella un precipitado blanquecino (*amarillo de Martius*).

3.º Solución amarillo de oro. No da precipitado por los ácidos.

El cloruro de potasio determina una cristalización en finas agujas [*amarillo de naftol ácido*].

4.º Solución amarillo oscuro, de espléndida fluorescencia verde que se desvanece por adición de un ácido precipitando copos amarillos [*uranina*].

5.º Solución amarillo de oro que no precipita por los ácidos. No se decolora ni bajo la acción del polvo de cinc y del amoníaco, ni bajo la más enérgica del estaño y del ácido clorhídrico [*amarillo de quinoleína*].

**Materias colorantes básicas.** — 1.º Precipitado por los álcalis amarillo en copos que en el éter se disuelve por un color amarillo puro y magnífico dicroísmo verde [*fosfina*].

2.º Precipitado blanco de leche por los álcalis. Se disuelve en el éter sin comunicar coloración, pero con una fluorescencia verde azulada [*flavanilina*].

3.º Precipitado blanco de leche por los álcalis. Se disuelve en el éter sin coloración ni dicroísmo. La solución acuosa amarilla de la materia colorante, hervida con el ácido clorhídrico, palidece poco á poco y acaba por decolorarse [*auramina*].

**Colores azoicos.** — 1.º La materia colorante tiñe la lana en amarillo y la solución acuosa forma por enfriamiento un coágulo color rojo de sangre. La disolución sulfúrica es de color amarillo oscuro [*crisoidina*].

2.º El color sobre lana es pardo anaranjado. La solución acuosa no se coagula por enfriamiento y la solución sulfúrica es agrisada. [*vesubina*].

En otros productos la sosa cáustica no produce precipitado. Entre éstos se encuentran:

1.º Solución sulfúrica amarilla que por adición de agua toma el color rojo salmón; solución acuosa amarilla [*amarillo sólido*].

2.º Solución sulfúrica amarilla que por dilución toma el color rojo carmín. Solución acuosa amarilla que por enfriamiento deposita pajuelas con brillo dorado. Los ácidos dilatados hacen nacer en la solución un precipitado rojo violado brillante [*anaranjado de metilo*].

3.º Solución sulfúrica violeta que se hace más roja por la dilución con formación concomitante de un precipitado gris de acero.

Disolución en el agua amarilla, cristalizando por el enfriamiento. Precipitado casi insoluble por el cloruro de calcio ó el cloruro de bario [*tropeolina oo*].

4.º Solución sulfúrica azul verde que se hace violeta por la dilución, con precipitado azul y reflejos de acero. Solución acuosa amarilla que cristaliza por enfriamiento. El cloruro de bario precipita una sal amarilla que cristaliza en el agua en hojuelas brillantes [*amarillo N*].

5.º Solución sulfúrica verde amarilla que pasa al violeta con precipitado gris por la dilución. Solución acuosa amarilla que cris-

taliza en frío. Por el cloruro de calcio da un precipitado anaranjado que se hace rojo cristalino por la ebullición (*luteolina*).

6.º Solución sulfúrica color rojo carmín virando al amarillo por la dilución. Solución acuosa amarilla generalmente turbia que se hace de color rojo obscuro y alguna vez violeta por adición de la sosa alcohólica (*citronina*).

7.º Solución sulfúrica de color anaranjado obscuro que no se modifica por la dilución. Solución acuosa anaranjada; por adición de cloruro de calcio da la cristalización de la sal de calcio en hojuelas (*anaranjado G*).

8.º Solución sulfúrica de color gris anaranjado sin modificación por la dilución. Solución acuosa amarilla; la adición de un poco de ácido clorhídrico determina una cristalización en hojuelas amarillas; forzando la dosis de ácido clorhídrico se separa el ácido libre en agujas grises (*tropeolina o*).

9.º Solución sulfúrica rojo carmín que se hace anaranjada por la dilución. Solución acuosa rojo anaranjado; el cloruro de calcio precipita una sal de calcio roja que cristaliza en agujas en el agua hirviendo (*anaranjado 2*).

10. Solución sulfúrica violeta que se hace anaranjada por la dilución. Disolución rojo anaranjada en el agua, volviéndose rojo carmín por la adición de sosa cáustica (*tropeolina ooo*).

**Materias colorantes verdes.** — 1.º Poco soluble en el agua con un color obscuro de oliva. Una adición de álcali favorece mucho la disolución en verde obscuro. El ácido sulfúrico disuelve la materia colorante y obscurece aún más el color (*ceruleína*).

2.º Muy soluble en el agua con un color francamente verde. Los álcalis determinan un precipitado morado ó gris. Los ácidos fuertes colorean la solución en amarillo (*verde Victoria*).

3.º Muy soluble en el agua con un color azul verde. Los ácidos colorean el líquido en amarillo; los álcalis lo decoloran sin ocasionar el menor precipitado. Una muestra de lana teñida con la materia colorante vira al violeta cuando se la expone á una temperatura superior á 100º (*verde de metilo*).

4.º Muy soluble en el agua con una coloración verde relativamente débil. La adición lenta de un ácido obscurece al principio el líquido; una mayor cantidad de ácido la hace virar al amarillo. Los álcalis lo decoloran totalmente. La seda y la lana azufrada sólo se tiñen en el baño ácido. Las muestras teñidas con esta materia colorante soportan sin alteración una temperatura de 150º mantenida durante algunos instantes (*verde á la esencia de almendras amargas*).

**Materias colorantes azules.** — 1.º El producto es siempre insoluble en el agua y se disuelve en el alcohol con matices que varían del azul violeta al azul puro. El ácido clorhídrico añadido al líquido alcohólico no modifica el matiz, pero determina la precipitación de pequeños cristales microscópicos verdes. Los álcalis hacen virar el

líquido al rojo obscuro. El ácido sulfúrico concentrado disuelve la materia colorante en rojo obscuro (*azul de rosanilina*).

2.º La materia colorante es insoluble en el agua. La solución alcohólica se colorea en rojo bajo la acción del ácido clorhídrico; los álcalis no modifican la coloración (*indofenol*).

3.º Materia colorante fácilmente soluble en el agua; el ácido clorhídrico la precipita en verde y los álcalis en rojo violeta. El polvo de cinc decolora el líquido que recobra su tinte al aire. La materia colorante contiene cinc (*azul de metileno*).

4.º Producto medianamente soluble en el agua. Coloración amarilla agrisada por los ácidos y precipitado rojo obscuro con los álcalis (*azul Victoria*).

5.º El producto es muy soluble en el agua y los álcalis decoloran casi totalmente el líquido. La lana extrae la materia colorante del baño alcalino y tratada por un baño acidulado aparece intensamente coloreada en azul (*azules alcalinos R á 6 B*).

6.º El producto es muy soluble en el agua y la lana sólo se tiñe en baño ácido. La solución acuosa no precipita por los álcalis. El polvo de cinc la decolora de un modo durable (*azul algodón R á 6 B*).

7.º Producto muy soluble en el agua y que sólo tiñe en baño ácido. El polvo de cinc y el amoníaco engendran un líquido incoloro cuyo matiz primitivo reaparece por la acción del aire. El ácido nítrico diluido provoca por la ebullición una decoloración definitiva (*carmin de indigo*).

8.º Producto insoluble en el agua pero soluble en el alcohol. El líquido alcohólico es coloreado por los álcalis en matices que varían del gris rojo al violeta. El ácido sulfúrico concentrado disuelve el producto con un color azul (*indulinas B á 6 R*).

9.º Producto soluble en el agua; los ácidos precipitan el líquido acuoso en azul; los álcalis lo colorean en matices que varían del rojo al violeta. El polvo de zinc y el amoníaco producen un líquido incoloro. El ácido nítrico diluido no decolora el líquido ni aun por la ebullición (*indulinas solubles*).

10. El producto comercial es una pasta gris. La sosa cáustica en presencia del aire determina enseguida la coloración azul aumentando poco á poco de intensidad (*leukindofenol*).

11. La misma forma comercial que el precedente. El producto disuelto en la sosa cáustica no se colorea inmediatamente; sólo por adición de azúcar reductor y elevando la temperatura del líquido se produce un precipitado azul de indigotina cristalizada (*ácido ortonitrosfenido-propiólico*).

**Materias colorantes violeta.** — 1.º El producto es difícilmente soluble en el agua y muy soluble en el alcohol. El agua sulfúrica la disuelve en gris canela (*violeta imperial*).

2.º Producto muy soluble en el agua. Los ácidos colorean el líquido al principio en azul, después en verde y por último en amarillo; los álcalis dan un precipitado (*violeta de metilo R á 6 B*).

3.º Producto poco soluble en el agua; los álcalis provocan un precipitado violeta. El ácido sulfúrico disuelve la materia colorante en gris; diluyendo este líquido pasa sucesivamente al gris verde, al azul de cielo, azul violeta y después violeta (*mauveína*).

4.º Producto soluble en el agua. Los ácidos precipitan en azul puro, los álcalis en rojo violeta. El polvo de cinc reduce totalmente y forma un líquido incoloro lo mismo en líquido amoniacal que en líquido ácido. La disolución en el ácido sulfúrico concentrado es verde esmeralda, pasando al azul de cielo por la dilución (*violeta de Lauth*).

5.º El producto sólo se disuelve en el agua hirviendo. El ácido clorhídrico colorea el líquido en rojo carmín puro. El ácido sulfúrico disuelve la materia colorante en azul, virando al rojo por la dilución (*galocianina*).

6.º Producto soluble en el agua en rojo violado. La adición de alcohol determina una fluorescencia roja carminada. El ácido sulfúrico concentrado disuelve la materia colorante en verde esmeralda, pasando del azul al violeta por la dilución (*fuchsia*).

#### ARTÍCULO 4.º

Instrumentos de observación. — Microscopios; objetivos y oculares. — Lente montada.  
Aparato de polarización. — Microspectroscopo.

Instrumentos de observación. — Microscopios; objetivos y oculares. — Todos los microscopios contienen dos partes esenciales: una *óptica* y otra *mecánica*; la primera y más importante está constituida principalmente por el *ocular* y el *objetivo*; la segunda está destinada á hacer la observación más segura y relativamente fácil, contribuyendo á la mejor posición relativa del aparato.

El *ocular* y el *objetivo* están relacionados entre sí por un tubo de latón de longitud variable.

Los *objetivos* son de construcción mucho más delicada que los *oculares*, y deben ser ensayados antes de aceptarlos definitivamente. Para las observaciones ordinarias basta con un objetivo débil, que dé un aumento de 50 á 60 diámetros, y otro de una fuerza media, con un aumento en diámetro de 200 á 300. Un objetivo débil y de largo foco es á menudo muy útil para tomar una vista del conjunto de los objetos grandes.

Por medio de un collar móvil que se encuentra sobre la montura de estos objetivos, en el punto en que se encuentra el collar de los objetivos de corrección, se puede hacer variar el aumento en la proporción de 1 á 2'5 ó 3. El movimiento del collar aproxima ó separa

entre sí las dos lentes que constituyen el objetivo y en proporción disminuye ó aumenta la amplificación propia del objetivo.

Este collar lleva un índice que, cuando las dos lentes están lo más aproximadas posible y por consiguiente el aumento es más débil, se encuentra en el cero de una escala graduada de 0 á 10. El punto 10 marca la separación máxima de las lentes y el mayor aumento del objetivo. Haciendo girar gradualmente el collar desde 0, la amplificación aumenta en proporción. Naturalmente en este caso la longitud focal del objetivo va disminuyendo, encontrándose en razón inversa de la amplificación. Se puede obtener así con diferentes oculares, aumentos que varían de 4 á 30 diámetros.

Un objetivo fuerte en seco es muy útil en algunos casos. Con estos objetivos se puede obtener, sirviéndose de la serie de oculares, aumentos reales que varían de 500 á 1,000 diámetros, perfectamente suficientes para observar con fruto las preparaciones naturales ó coloreadas de bacterias, y preparar el empleo de los sistemas de inmersión.

Para los estudios muy delicados y para las investigaciones bacteriológicas un poco completas es necesario recurrir á los objetivos llamados de inmersión.

Desde hace tiempo se empleaba la inmersión en el agua, pero hoy se prefiere la inmersión en un líquido más refringente que el agua, y á estos objetivos se les llama de inmersión homogénea.

Para suprimir los inconvenientes que resultan de la refracción violenta de los rayos que al salir del cubreobjetos entran en el aire, y de la nueva refracción que sufren al entrar en la lente frontal del objetivo, se puso al principio entre el objetivo y la lámina una gotita de agua que suprimía en gran parte estas diferencias de refracción y aumentaba además el número de rayos que llegaban al objetivo, disminuyendo la desviación de los que salen del cubreobjetos.

Pero el agua sólo llenaba en parte el objeto apetecido, puesto que su índice de refracción es mucho más débil que el del cristal de las lentes.

Por esta razón se buscaron líquidos que poseyesen un índice de refracción cercano al del cristal. Ciertos aceites puros ó mezclados tienen un índice de refracción y un poder dispersivo sensiblemente iguales al del cristal, é interponiendo tales líquidos entre la lente frontal del objetivo y la lámina cubreobjetos, se forma un medio homogéneo para los rayos luminosos.

Si la preparación está montada en el bálsamo del Canadá ó en Dammar, y se deposita una gota del líquido de inmersión entre la lámina portaobjetos y la parte superior del aparato de iluminación, el resultado es todavía mejor, pues los rayos experimentan poco cambio desde su salida de la lente superior del condensador hasta su llegada al objetivo. Se obtienen también imágenes muy superiores en cuanto á claridad y limpieza, con relación á las que

se obtenían con los antiguos objetivos de inmersión en el agua. Esta tendencia á uniformar la reacción en los diferentes medios que deben atravesar los rayos ha hecho dar á este procedimiento el nombre de *inmersión homogénea*.

Los líquidos empleados varían según los constructores, y es conveniente no emplear para un objetivo dado, sino el líquido recomendado por el constructor. Zeiss emplea la esencia de cedro, espesada por una larga exposición al aire, hasta hacerle ganar un índice de refracción de 1.515; otros recomiendan el aceite de ricino adicionado con aceites esenciales, ó los aceites esenciales puros.

Todo líquido con índice de refracción igual, debe ser considerado *a priori* como bueno, con tal de que no ensucie el objetivo.

Después de usar el aparato se desaloja fácilmente el aceite sobre el objetivo por medio de un poco de algodón ó de lienzo fino, empapado de cloroformo ó de xilol.

Los nuevos objetivos homogéneos *apocromáticos* de Zeiss merecen ser recomendados. Se distinguen por una perfecta corrección de la aberración cromática y la de esfericidad que tanto perjudican á la limpieza de la imagen. Además permiten la combinación con oculares muy fuertes. Naturalmente, su precio es más elevado que el de los sistemas equivalentes construídos por otras casas igualmente recomendables.

Los sistemas *oculares* son menos importantes que los objetivos; su construcción menos delicada no exige cuidados tan minuciosos ni cálculos tan complicados. Es necesario poseer un ocular débil y uno fuerte.

La medida de los objetos que se examinan reclama un ocular micrométrico. Consiste éste en un ocular ordinario sobre cuyo diafragma se puede colocar un disco de cristal que lleva una escala graduada, grabada al diamante; de ordinario son 5 milímetros divididos en 50 partes iguales. El diafragma en cuestión se halla exactamente situado en el foco de la lente superior ocular y la imagen de la escala se ve muy claramente. Además el disco de cristal puede quitarse quedando el ocular como de ordinario.

La parte mecánica del microscopio tiene desde luego menos importancia que la parte óptica. Sin embargo, no se deben rechazar como inútiles ciertos perfeccionamientos introducidas por constructores hábiles. Al contrario, todos los accesorios se emplean convenientemente para la mayor comodidad del observador y contribuyen á la seguridad de la observación.

La platina deberá ser todo lo ancha posible, porque en la mayoría de los casos se la encontrará demasiado estrecha. Una platina ancha es muy cómoda para apreciar las disociaciones que se hacen en el microscopio. Una platina móvil bien dispuesta es de gran importancia, especialmente cuando se estudian objetos de pequeñas dimensiones, principalmente las bacterias. En estas condiciones, aun los dedos más ejercitados sirven mal; cuando se emplean obje-

tivos muy fuertes, los movimientos más imperceptibles hacen salir del campo del microscopio algunos puntos que puede ser difícil encontrar después. Los mecanismos movibles permiten mover la preparación con toda seguridad y además permiten encontrar los detalles que se quieren estudiar de nuevo sobre preparaciones conservadas. Sin embargo, cuando se emplea esta modificación conviene elegir un modelo fácilmente manejable y de suficiente aptitud en sus movimientos.

La consecuencia del empleo de objetivos á inmersión homogénea es la adaptación bajo la platina del microscopio del aparato de iluminación conocido con el nombre de condensador de Abbe. Este aparato debe ser considerado como indispensable, especialmente para el estudio de las bacterias. No se adapta fácilmente á los pequeños modelos de microscopios que construyen los fabricantes y consiste en una ingeniosa modificación del antiguo sistema condensador de Dujardin. Se compone esencialmente de un sistema óptico formado de 2 á 3 lentes, destinado á concentrar sobre la preparación la luz que procede del espejo ó directamente del foco luminoso. Se le dispone bajo la platina del microscopio, de manera que su lente superior, entrando en el orificio de la platina, llega á la superficie interior de la lámina portaobjetos, con la cual se puede poner en contacto directo. El condensador es dirigido por un collar en el cual entra á frotamiento duro, pudiendo reemplazarle fácilmente por un círculo de cobre que recibe los diafragmas ordinarios cuando esto se cree preferible.

A este sistema óptico va anejo un aparato portadiafragmas especial. Consiste en un tambor rebajado en el cual se puede instalar una serie de discos con agujeros de diámetros diferentes ó un disco de centro lleno destinado á dar el campo negro suprimiendo la luz central. Para cambiar los discos se hace girar el tambor por medio de un tornillo.

Zeiss reemplaza ventajosamente en estos nuevos modelos todos los discos con diafragmas móviles por un diafragma iris fijo en el tambor del condensador, que permite reducir ó agrandar á voluntad la abertura central, de una manera lenta y gradual, sin cambiar nada en el aparato y haciendo sencillamente girar un pequeño botón.

Para obtener el fondo negro conviene cerciorarse con un disco lleno que se pone en su lugar después de abrir completamente el iris. Todo este aparato de iluminación puede subir ó bajar á voluntad por medio de una cremallera que se pone en movimiento haciendo girar el botón. También se puede disminuir fácilmente la intensidad de la luz bajando el condensador, lo cual es especialmente necesario cuando se emplean objetivos débiles, en cuyo caso es necesario separar todo el sistema óptico para examinar con débiles aumentos, en cuyo caso si se emplean los diafragmas se usan los ordinarios sostenidos por el cono que se coloca en lugar del condensador.