

# Análisis de cebada y malta en la maltería final siglo XIX hasta la primera mitad siglo XX

**Autor: Uldarico García.**

## 1. Introducción y análisis época preindustrial

El objetivo de este artículo es la descripción de los métodos de control de cebadas y malta en la época comentada, elegida como representativa del final de la maltería de eras e implantación de la maltería neumática. Entendemos como métodos de control los análisis habituales en el laboratorio de la maltería para asegurar la compra de cebada, los escasos análisis realizados a la malta verde y los habituales en la malta como producto final.

En el artículo publicado sobre la teoría de las transformaciones de la cebada en malta, comentamos que al final del siglo XIX estaban ya disponibles técnicas de análisis cuantitativo y cuantitativo para la determinación de la composición química de la cebada y la malta, análisis complicados de realización, lentos y costosos, más propios de la investigación que del control de una industria que acababa de salir de su fase preindustrial, insistiendo que este no es el objetivo de este artículo.

La industria se dio cuenta muy rápidamente que los análisis complejos que hemos comentado (determinación de celulosa, almidón y sus transformaciones, malto dextrinas, dextrinas amilo dextrina etc. y algunas enzimas) no ayudaba mucho al control rutinario del proceso de malteado, eran muy costosas y lentas ya en consecuencia comenzó a final de siglo y comenzó a poner en marcha técnicas más sencillas, situación muy parecida a la actual ya que la composición química de la cebada y malta, con pequeñas diferencias, no representa ni la calidad de la cebada ni la de la malta.

**En la etapa preindustrial** de la industria maltera y cervecera no existió laboratorio alguno ya que el primero conocido data de los finales del XIX, pero si existieron controles de características físicas cuyo conocimiento aportaron una primera idea tener la calidad de cebadas y maltas, dichas características las comentaremos en la introducción de este capítulo.

A continuación, expondremos las técnicas cualitativas existentes desde final del XIX hasta 1960 incluyendo los procedimientos (solo incorporado en el siglo XX) cual, de estandarización de los análisis anteriores, proceso que se inicia con la primera estandarización sobre análisis de malta por el Institute of Brewing en 1906 (Report of the Malt Analysis Committee) y la EBC con su Analytica publicada en 1953 y solo citando algunos organismos internacionales más.

## **2. Examen de características físicas época preindustrial.**

El examen de las características físicas de la cebada y malta durante varios siglos hizo que aparecieran criterios útiles para tener un concepto aproximado de la calidad. Podíamos llamar a la época preindustrial o artesana o quizás mejor época donde la elaboración de cerveza y malta eran un arte, entendiendo arte como “ conjunto de

preceptos y reglas necesarias para hacer algo “ o también “capacidad ,habilidad para hacer algo “.Por ejemplo muchos manuales de la fabricación de cerveza y malta se titulaban El arte etc. como por ejemplo The art of brewing and fermenting .....de Levesque 1836 ,The art of brewing de David 1829 ,A treatise on the art of brewing de Christian 1820,The maltsters Guide de S.White etc .siendo hasta final del XIX muchos de los manuales de cervecería incluirán en su título el noble arte del malteado entre otros. Esta época preindustrial podemos decir que duro hasta las últimas décadas del siglo XIX.

Fue habitual que la mayoría de los autores de la época incluyeran criterios más o menos resumidos, en los mismos solo debía de ser la cebada de calidad. Como eran absolutamente repetitivos solo incluiremos algunos ejemplos. Uno de ellos el incluido por Lepileur de Apligny en su obra de 1802y el Morrice también en 1802 “Es necesario que la cebada que se compre sea de color claro y un poco brillante, que este bien alimentada en la planta de la cual procede, qué este sana y firme al tacto, sin mezclas de paja u otros cereales.

En el libro A treatise on Brewing de Morrice de 1802 el autor recomienda que la calidad de la malta se evaluara únicamente mediante la masticación (en inglés sinker test que se utilizara de forma generalizada durante muchísimos años incluso en el siglo XX) y que, si se encuentra “dulce y melosa, tiene un cuerpo redondo, se parte con suavidad, está llena de harina en toda su longitud, huele bien y tiene una piel fina, entonces es buena. Si el aspecto es duro y acerado conserva algo de la naturaleza de la cebada, será más pesada y no estará correctamente malteada “

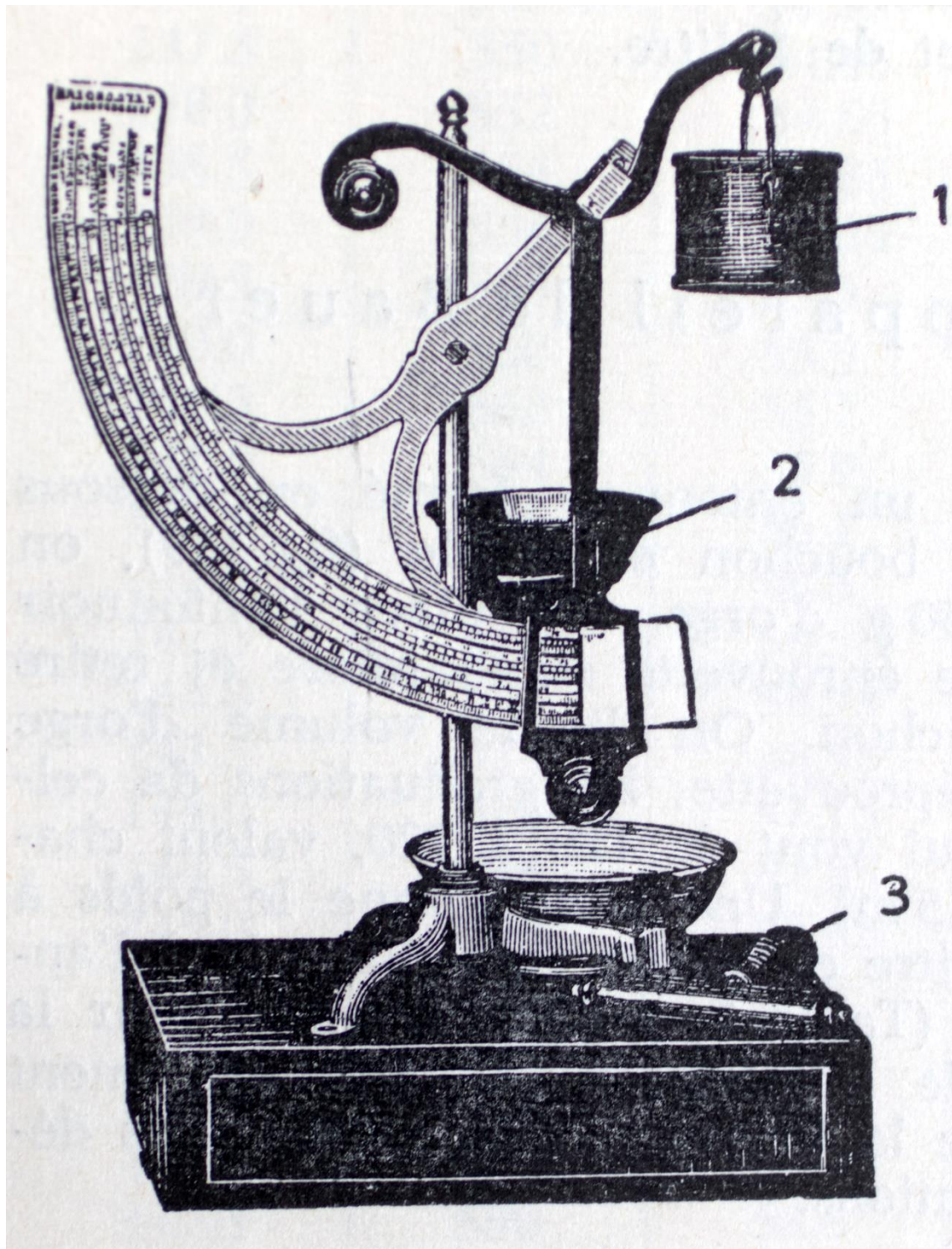
En muchos de los manuales consultados incluían un comentario (quizás copiado de unos a otros) sobre la necesidad para la obtención de una buena cebada para maltería que tenía que haber sido cultivada en tierra calcárea ligera, aunque también podía haber sido plantada en suelos arcillosos ricos pero que las cebadas que crecen en suelos fríos y húmedos tendrán un grano delgado, piel gruesa y áspera que darán como resultado maltas de muy inferior sabor ¿? Y menos cantidad de extracto y su harina será dura como el pedernal y por lo tanto se deberán evitar.

E.S. Beaven (1857-1941) autor, de un excelente libro titulado “Barley, fifty years of observation and experiment” y una de las personas más influyente en el mundo de la genética y la experimentación en G. B sobre la cebada malta, comento un libro llamado “Bouht Barley “de su difundo suegro. En el mismo describía la compra de cebada para malta en 1857 que le realizo a su padre. El trato se realizó en la Market Place de Warminster. En la principal calle del pueblo donde todos los sábados al aire libre llegaban los vendedores de cebada para malta con sus sacos, se colocaban en una doble fila -como habían sido la costumbre durante cientos de años el alguacil del mercado sacaba de cada comprador una muestra con un vaso de latón para ver las mezclas de paja y otros que tenía y poco más. El mercado duraba de once a trece de la mañana y después compradores y vendedores comían discutiendo sobre la calidad de la ginebra y llegaban los compradores con billetes colocados en las copas de sus sombreros para pagar los tratos sin más comprobaciones adicionales.

#### **Tres excepciones aparecidas en esta época que se pueden considerar científicas:**

La primera resolvió de las obsesiones de la época por la **determinación del peso por unidad de volumen** en cebadas, maltas y en general en todos los cereales que se vio

cumplida con el descubrimiento de la densidad y del peso al hectolitro de estos. No me ha sido posible encontrar una fecha cierta del descubrimiento de la medida (peso al hectolitro) pero debió ser antes del último cuarto del siglo XIX. A partir del descubrimiento de este se escribió hasta la saciedad en la necesidad que una buena cebada malta tuviera un peso al hectolitro superior a 72 para las buenas cebadas para malta. Esta insistencia, que se ha mantenido se mantuvo hasta épocas no muy lejanas, terminó siendo solo una recomendación, en el sentido que era preferible pero no suficiente para una buena calidad de esta, circunstancia de la cual no tardaron nuestros antepasados malteros en darse cuenta. En la figura siguiente se muestra el aparato de Greiner para su determinación.



**La segunda fue la aparición del termómetro** y su aplicación en la maltería y cervecería, que ya tuvimos la ocasión de comentar en el capítulo de la teoría de las transformaciones.

**La tercera fue la aparición del sacarómetro** descubierto por el cervecero Jon Richardson (1743-1815) que, usando un hidrómetro, instrumento que mide la densidad o la densidad relativa midió el contenido de azúcar en el mosto, invento perfeccionado por el Dr Fritz Plato basándose en la publicación de Balling (que ya

había publicado un artículo sobre el uso del sacarómetro en 1843) pero que el calibre a veinte grados centímetros.

En resumen, antes de final del siglo XVIII se contaba con la medición necesaria para que el cervecero pudiera determinar el extracto (materia que fermentara después de un mosto cervecero) y por lo tanto el rendimiento en la transformación de la malta en el proceso de maceración.

Continuando con la descripción de las características esenciales que debía tener la cebada destinada a ser malteada se citan (en este caso utilizamos las palabras de Cartuyvels):

- El color debe de ser uniforme y amarillo pálido, sin aspectos grisáceos, ni puntos rojos o azules. Estos últimos índices se encontrarán en los granos que han germinado anticipadamente y estarán vacíos en sus extremos. La cebada de buena calidad no presenta jamás manchas oscuras.
- Los granos deben de estar duros, ser pesados, poseer una envoltente fina y lisa, unas dimensiones (diámetro) uniforme. No aconsejamos jamás emplear para el malteado cebadas con peso al hectolitro inferior a 60 kilos por hectolitro. Cuando los granos están desarrollados, menos bagazo producirán proveniente de sus envoltentes como las células contienen exclusivamente sustancias grasas y albuminosas se encuentra inmediatamente al interior de la envoltente, debajo del pericarpio, los granos más gruesos son también los que los que contienen más cantidad de almidón, circunstancia de una alta importancia en la cervecería.
- El interior de los granos debe ofrecer una harina blanda y blanca y jamás con un aspecto vítreo.
- La cebada debe de estar perfectamente seca, estar fría en la mano debe deslizar a través de los dedos como arena seca ya que esta sensación es índice de una envoltente fina y lisa. Durante la germinación, las cebadas antiguas y las que provienen de lugares diferentes se comportan muy diferentemente, por lo tanto, es preferible trabajar solo con granos de la misma región y edad. La cebada nueva no debe de ser malteada durante las cuatro semanas al menos y debe de estar recogida en un granero bien ventilado, todos los granos adquieren así el mismo grado de sequedad y germinan uniformemente y se evita tener que usar cebada con una edad superior a los dos años. El olor debe de ser fresco y no recordar en ningún caso a húmedo y no debe de contener semillas extrañas, medios granos y pajas.

Por supuesto todas estas características físicas también formaron parte del análisis de las cebadas hasta nuestros días, pero con una consideración de complemento de los análisis químicos que se han implementado algunas y otras se normalizaron posteriormente.

Un criterio ,quizás rudimentario para nuestra época y utilizado habitualmente en la época era la comprobación de si la **cebada una vez limpia flotaba** al sumergirlo en agua y considerar la calidad de la misma según permaneciera flotando o se depositara en el fondo del vaso ,incluso en un texto del 1902 se aconsejaba “ Se recomienda la medición de la densidad de la cebada como análisis rápido de calidad -si no se dispone del peso al hectolitro- y en este caso realizar el procedimiento de Habich que trata de sumergir la cebada en una solución acuosa de cloruro de calcio en disolución

acuosa –perfecciono el sistema-Habich preparaba la disolución hasta una solución con 55 grados Baumé de densidad ,añadía la cebada en el líquido y si este no descendía volvía a añadir agua hasta que sucediera y después calculaba la densidad con un densímetro ,Marken determino la densidad de la cebada y las clasifico en pesadas si era 1.3 ,medias entre 1.15 y 1.2 y ligeras entre 1.05 y 1.15.Estas mediciones son una comprobación que la prueba tenía un fundamento lógico ,lo que no quiere decir que sea un criterio de calidad exclusivo.

A cualquier lector lucido no le habrá pasado invertido después de la lectura de las características anteriores que no incluyan ninguna característica relacionada con la medida de la germinación de la cebada ,naturalmente lleva razón y reconozco que también te tenido la misma duda y puedo asegurar que después de revisar los manuales citados y muchos publicados en francés ,inglés y alemán solo he encontrado uno que cite una prueba de germinación es un libro publicado en 1868 en Alemania por O Wendt en Leipzig cuyo título traducido al español es: avances recientes de la cervecería el autor aconseja “ examinar la facultad germinativa como hacen los jardineros ,es decir envolverla cebada en una tela de lino y ponerla en una maceta llena de tierra húmeda” ,insistiremos en el capítulo siguiente por ahora solo comentar que los conceptos teóricos de energía y capacidad de germinación son conceptos aparecidos a inicio del siglo XX y el de dormancia a media de dicho siglo.

**Respecto a los análisis físicos de la malta** la situación fue bien diferente por dos motivos ,primero porque la mayoría de los cerveceros eran malteros y su preocupación estaba dirigida hacia la compra de cebada e intentar que esta fuera lo más adecuada posible y la segunda porque como varios autores comentaron en sus manuales (Cartuyvels ,Thausing ,Black,et.) que las características físicas de la malta no suministran valor al cervecero y solo son aproximativas ,criterio que hoy comprendemos fácilmente ,al ser la transformación de cebada en malta un proceso enzimático interno del grano y el análisis de las características exteriores no da una sola idea de cómo ha sido la realización del mismo.

Para comparar los comentarios de los autores de la época ,utilizaremos al mismo autor del como resumimos las características físicas de una buena cebada para malta, comienza diciendo “ Para que un cerveceros conozca la calidad de su malta debe de ser maltero ya que las características exteriores de la malta no suministran su valor y aportan ideas solo muy aproximadas, el color de la harina debe de ser blanca ,los granos de malta de buena calidad se romperán fácilmente al diente y se reducirán a harina bajo la presión de la uña, el sabor de la malta debe de ser dulce ,agradables y con una aroma especial reconocida por los prácticos, la malta debe de flotar en el agua ,siendo imprescindible asegurar de un grano con sequedad, la malta húmeda no rompe y se aplasta la prueba del extracto seco debe ser superior al 62 %.

### **Análisis de cebada y malta desde fin del siglo XIX hasta mitad siglo XX.**

Hooper en su obra “ Manual of Brewing “ publicado en 1885 ,paginas 89 -98 ,es de los primeros además de introducir los criterios físicos para la valoración de la malta ,incorpora el análisis químico para la misma ,entendiendo este como análisis de

laboratorio sin ánimo de investigación ,incluye análisis de la humedad (determinada por un medio absolutamente primitivo a través de calentar la malta ,presumiblemente sin moler, en una capsula de platino que por medio de un baño de agua caliente por un periodo indefinido, el extracto a través de realizar una infusión de malta en agua ,filtrando el sólido que diluye otra vez y determinando la gravedad específica, el ratio maltosa /dextrina determinado por estimación volumétrica de la reducción de la azúcar en el extracto en agua caliente antes y después de una hidrólisis acida ,la albumina soluble que fue medida por evaporación del extracto de malta, quemando el residuo en presencia de hidróxido sodio y estimando el amoniaco en los gases emitidos y la acidez, cuyo método consiste en valorar parte del extracto con hidróxido de sodio usando fenolftaleína como indicador. Intento poner en marcha unos análisis de control, pero por las técnicas utilizadas parecerían mucho mas de investigación, pero fue un pionero.

Las siguientes aportaciones al análisis de malta fueron aportadas por Heron (1888) y por Moritz-Morris (1891) recomendando el análisis del extracto en agua fría, el ultimo autor recomendaba examinar el extracto en agua fría como la estimación de la azúcar realmente formada en él. Excepto la determinación del nitrógeno por el método Kleidahls, los métodos utilizados en esta época eran enteramente empíricos y crearon mucha controversia en el sector y estas fueron el inicio de los procesos de estandarización de los análisis y en consecuencia The Institute of Brewing (TIOB) aprobó la creación de un comité que examinara los métodos existentes e hiciera recomendaciones. El 1906 se emitió la primera recomendación con los procedimientos para el extracto en agua caliente, el color, humedad actividad diastática y extracto en agua caliente, en el continente la necesidad de estandarización de los métodos por los científicos cerveceros se implanto en el tercer Congreso Internacional de Química Aplicada celebrado en Viena.

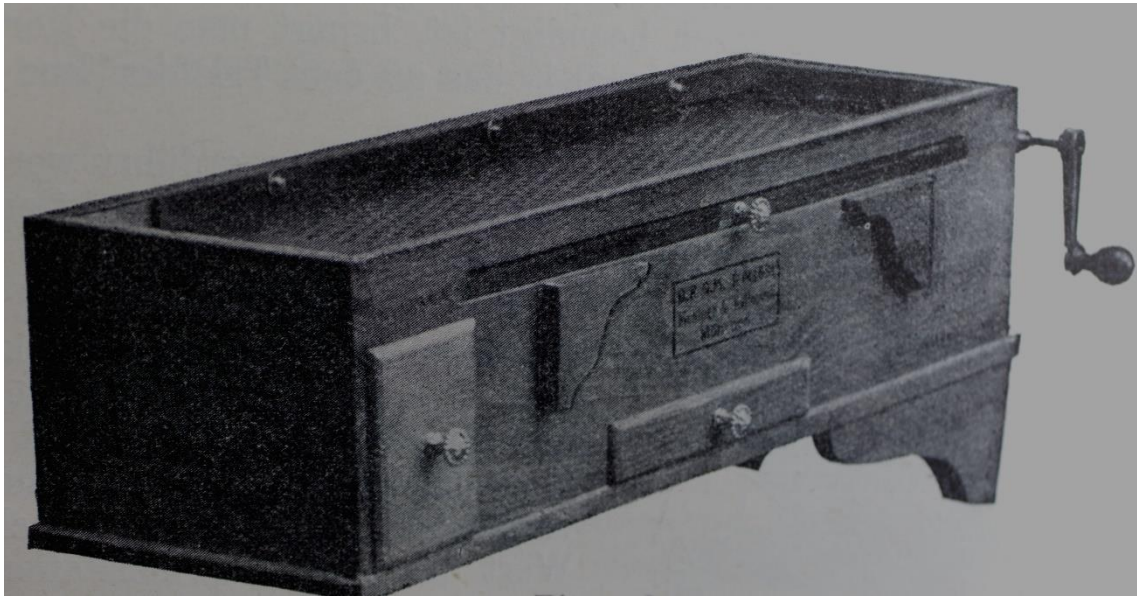
## **2.1 Evaluación físicas de cebada y malta**

### **Medición de peso y volumen de las cebadas**

Se aceptó la premisa que una cebada con un peso relativamente alto por unidad de volumen produce más extracto que una cebada con un peso más bajo, por lo tanto era necesario el análisis de estas propiedades a través del peso del hectolitro pero se comprobó que factores como el contenido en humedad, forma del grano proporción entre cascara y endospermo ,dependiente de la humedad y la variedad y rápidamente se pasó a considerar el peso de los mil granos ,además que el procedimiento del peso del hectolitro ,con los aparatos existentes inicialmente ,dependía del procedimiento estándar para llenar el recipiente ,influyó la rugosidad de la superficie del grano si la cebada estaba limpia y la condensación de la humedad en la superficie.

Respecto a la medida del peso de los mil granos en 1936 aparecieron ya críticas sobre la medición ya que se calculó que podían aparecer errores del 12% si solo se pesaban mil granos y que se podían reducir si se pesaban cinco mil , comentando que los errores se reducían si se utilizaban 400 granos seleccionados por un divisor de muestras ,estos se hicieron muy comunes lo mismo que los contadores de granos como los de Kicckelhyn y el de Learner ,el primero una placa de recuento en la que se han practicado 500 aberturas cerradas en la parte inferior por un obturador amovible

,el segundo una simple placa contadora en la que se cortado 50 ranuras y cada una contiene un grano.



El TIOB no incluyo sus recomendaciones sobre análisis de cebada (excepto error por mi parte, aunque si disponía de comités de análisis de cebada), la EBC incluyo en su primera edición el análisis de los mil granos, con recomendaciones de muestras duplicadas con divisor de muestras y con no menos de 40 gramos de cebada, aconsejando pesar primero y contar después, recomendaba el contador de Kickelhayn para 500 granos, eliminar los medios granos y los materiales extraños y pesar después.

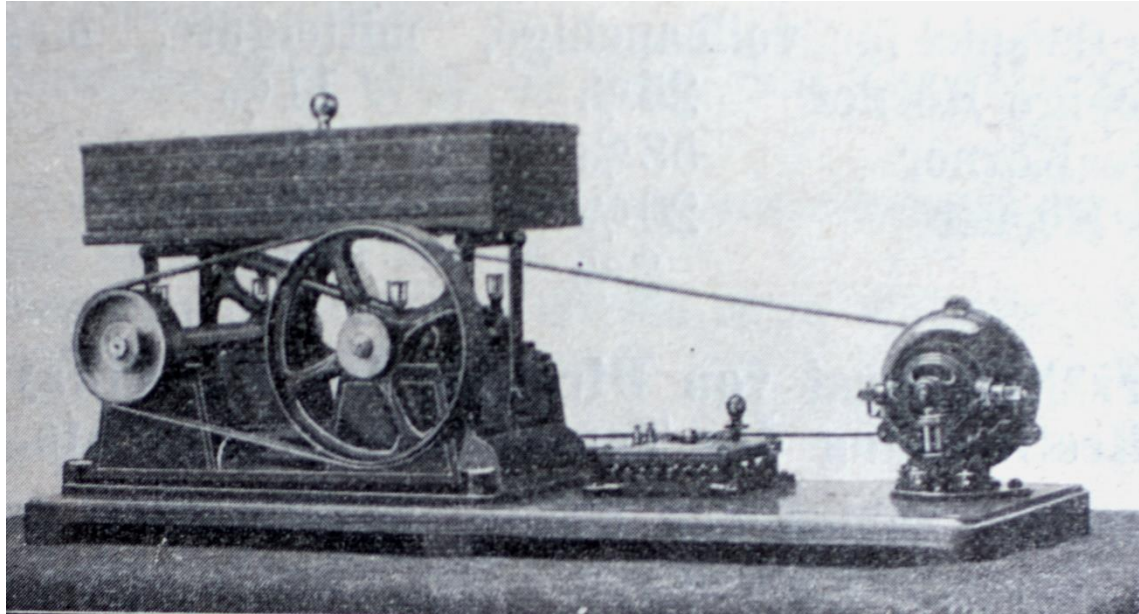
### **Clasificación del grano por diámetro en cebadas**

El análisis tiene como objetivo la determinación de las fracciones del peso de una muestra que existen con determinados diámetros del grano

Ya a partir de 1905 se consideró una excelente evolución de la cebada para el momento de la compra. Es mucho más precisa que el peso de los mil granos ya que detecta la existencia de granos de granos pequeños con un error del 2% cuando la prueba anterior tenía más del 5%. Las cribas que se utilizan son rectangulares, aunque en 1938 se propuso un aparato basado en el movimiento rotativo de una criba cilíndrica por ser más fácil de mantener y más eficaz en la separación de los granos, aunque la realidad no confirmo la previsión de su inventor.

La EBC la recomendó desde su primera edición 1953 recomendó el equipo de Steinecker y especifico sus dimensiones de altura, separación de chapas y superficie, el material de los tamices, la dimensiones y el ancho de las ranuras (para comprobar diámetro del grano) a 2.8 .2.5 y 2.2, la prueba se realizaba con 100 gramos colocando la cenada en el tamiz superior, pesando la fracción contenida por encima de cada criba.



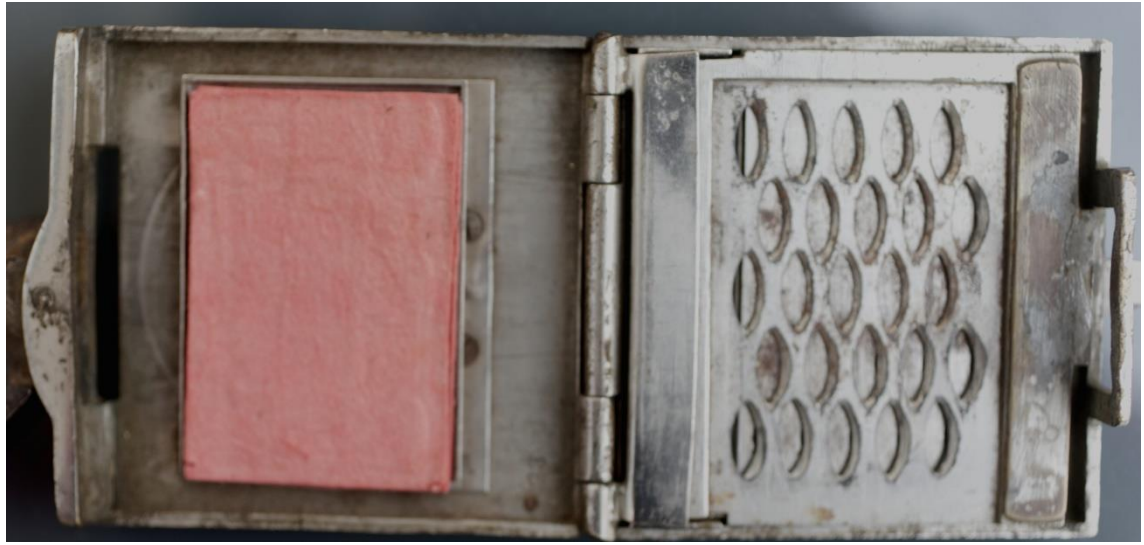


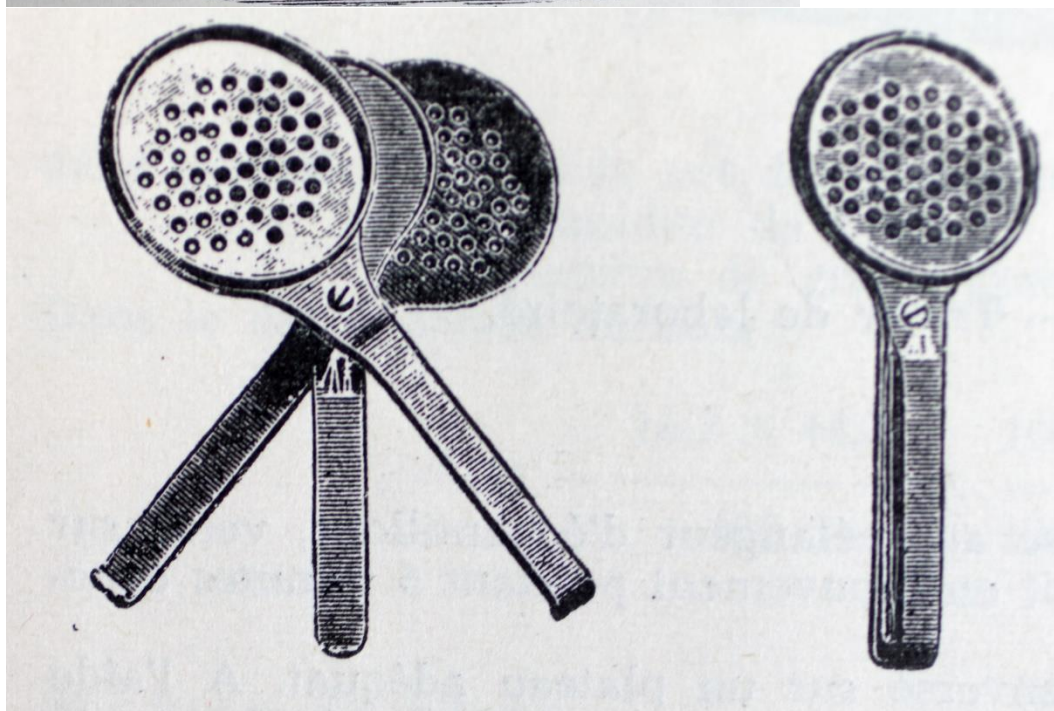
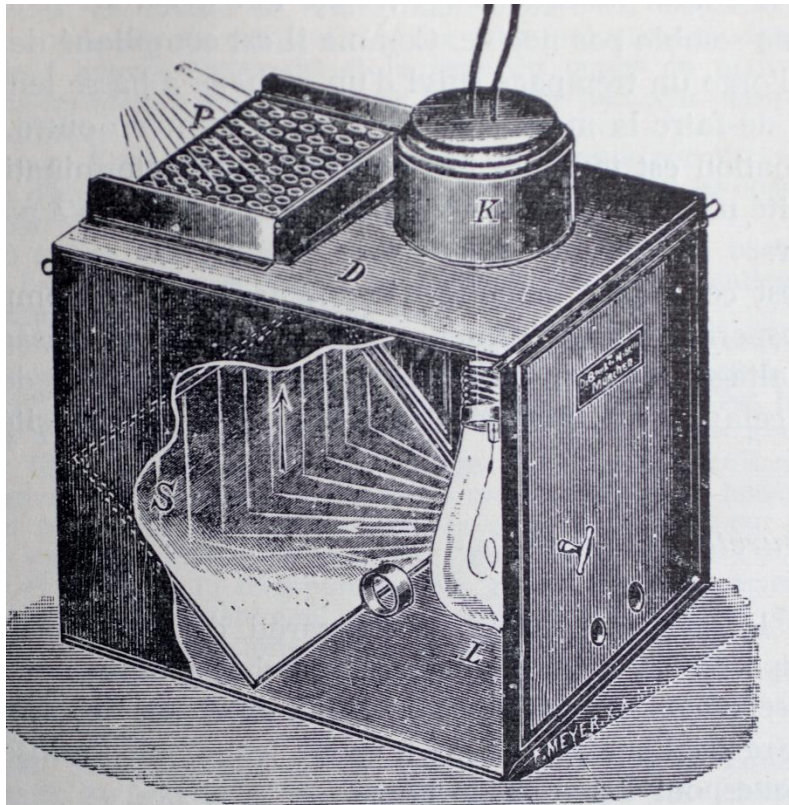
### **Vitrosidad de la cebada**

Esta prueba pretendía clasificar la cebada en harinosa o vítrea, cualquier grano de cebada es vítreo por lo que la determinación de la prueba en bruto no indica nada ,por lo tanto para que sea útil hay que someter al grano a un remojo de 24 horas y secar enseguida a baja temperatura ,en general los granos que contienen más proteínas continúan siendo vítreos y se desagregan peor, a causa de la necesidad del remojo .este ensayo es muy lento y se practicó poco, la prueba se realizó seleccionando 50 o 100 granos que se cortaban longitudinalmente o transversalmente y se sometían a inspección visual .

En Gran Bretaña los granos se clasificaron en harinosos,  $\frac{1}{4}$  harinosos  $\frac{2}{3}$  harinosos y vítreos y en 1956 se recomendó lavar la cebada con ácido sulfúrico al 50 % seguido de un lavado energético para eliminar la cascarilla y permitir la inspección del grano.

También se usaron aparatos como el farimatome de Grobecker o el de VLB con cortes longitudinales o el famoso diafanoscopio, los dos primeros como se verá en la figura adjunta consistían en equipos para cortar y permitir ver su aspecto más fácilmente, en el tercero después de cortar los granos en la placa superior se le sometía a la acción de la luz y los granos aparecerían opacos –harinosos- o transparentes-vitreos



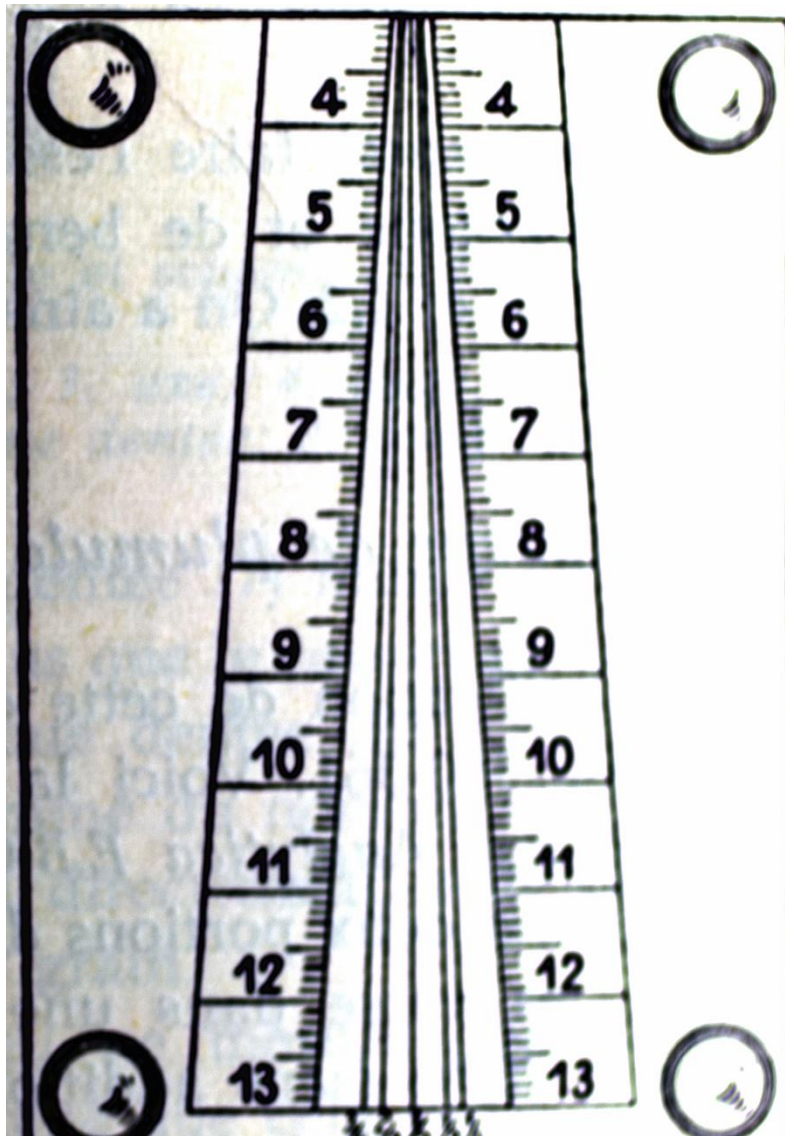


### **Longitud de la plúmula en malta**

Durante la germinación de la cebada se produce el crecimiento de la raicilla (futura raíz de la planta en una germinación natural) y la plúmula (yema localizada en el lado opuesto de la radícula de la planta), la raicilla se separa de la malta después del secado, pero la plúmula queda en el grano y por tanto se puede determinar su longitud en función de la longitud total del grano.

Las longitudes de análisis iniciales fueron siete y su análisis fue muy laborioso por lo que en 1950 se redujeron a mayor de la longitud del grano (1), menor que  $\frac{1}{4}$  (A), un grupo entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  (B), entre  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  (C) entre  $\frac{3}{4}$  y 1 (D) y mayor que 1 (E) y estableciendo una fórmula que era sumar los cuadrados de los valores A, B, C, D, E dividida por cien. En la evaluación de la malta se consideraba que una buena malta debía tener un 80 % entre los granos en C o en D según el tipo de malta deseada, y se consideró como más representativo que la cifra de la fórmula anterior que se usó mucho más en GB. A continuación, se detalla el método de análisis.

La EBC añadió el análisis como opcional en su primera edición de 1953 con su procedimiento de análisis en el cual se seleccionaban dos lotes de 100 granos mediante el divisor de muestras y se le sometía al tratamiento de hervir los granos en una solución de sulfato de cobre al veinte por ciento durante medio minuto dejando en remojo durante hora y media y luego lavando en agua y así se podía ver la plúmula fácilmente de color verde a través de la de cascara traslúcida, a continuación se medía la longitud con un aparato adecuado (aparato de Eckhardt en la figura adjunta) y se clasificaban las longitudes contadas. La plúmula media se determinaba por un sistema diferente al inglés. El número de granos de cada categoría se multiplicaba por su longitud (por ejemplo, si había 5 con  $\frac{1}{4}$  se multiplicaba  $5 \times \frac{1}{4}$ ) y se sumaban todos los grupos.



### Sinker test en malta

Test típicamente inglés donde se usó habitualmente y se escribió en el Journal sobre sus ventajas e inconvenientes en 1922. Beaven cita en un artículo de 1902 que su uso se realiza desde el siglo XVII y que últimamente se ha expresado sus dudas sobre la validez en los últimos setenta años. el principio básico es sencillo la malta tiene una gravedad específica ligeramente inferior al agua (0.95-1 ) mientras que la cebada como ya comentamos la tiene superior y teniendo en consideración estos datos ,si la malta se parece a la cebada (mala calidad ) no debe flotar si es de buena calidad flotara, Laer en 1898 ,condeno la prueba diciendo que muchas maltas se calidad se hundían en el agua ,que la diferencia entre el extracto entre las que lo hacían y las que no y que la misma malta una vez se hundía y otras no ,sin embargo para perfeccionar el método se introdujeron algunas mejoras como a introducida en 1899 utilizando agua con alcohol metílico que reducía la gravedad específica del líquido y mejoraba su poder humectante, posteriormente en 1900 y 1928 tuvieron más éxito al introducir un líquido consistente en mezclas de benceno y tetracloruro de carbono (sp.gr entre 1 y 1.2 ) y se llegó a la conclusión que una buena malta debería contener más de un 10% de granos que se hundan en un líquido con 1.2 .pero en 1933 la base

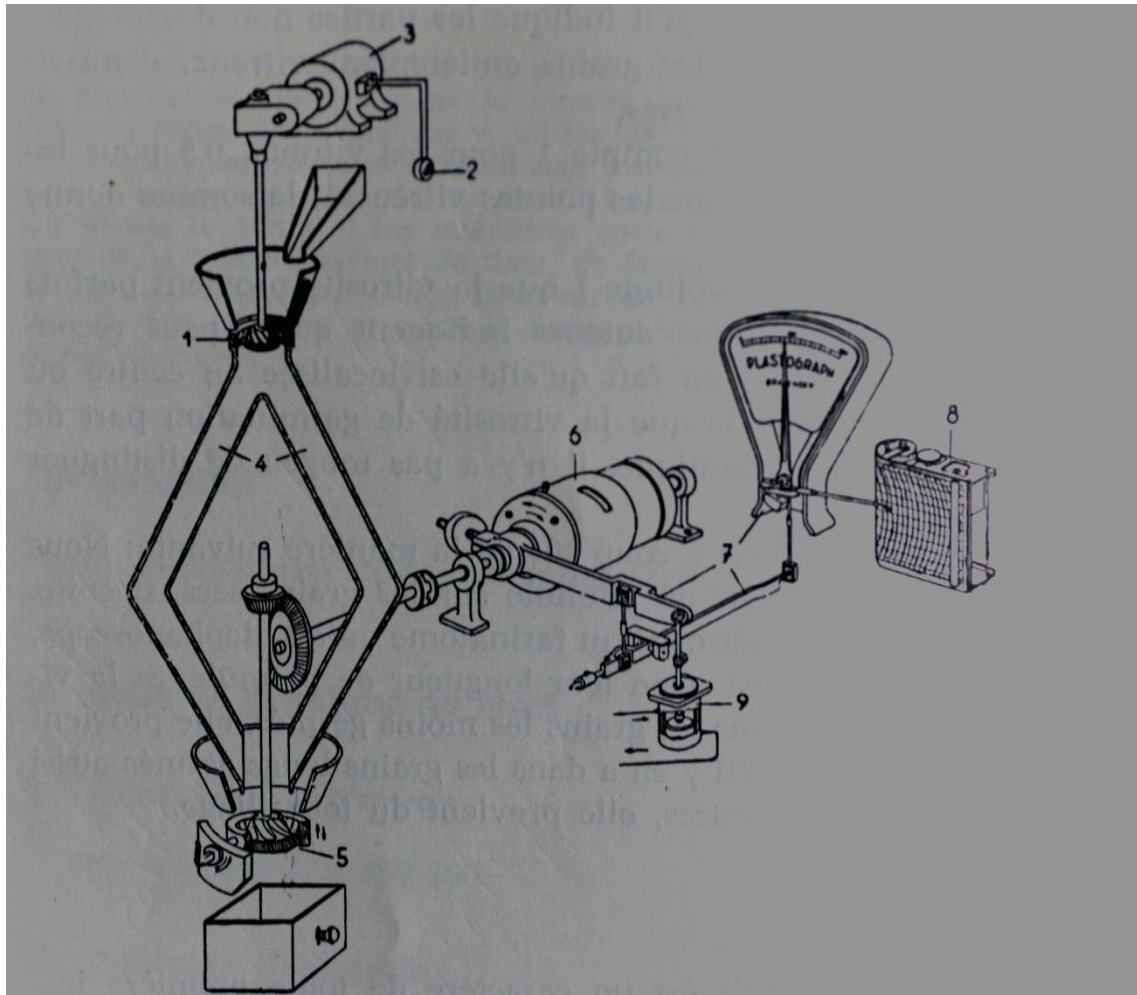
de las pruebas se descartaron cuando algunos autores afirmaron que la capacidad de flotación de la malta depende de la cantidad de aire atrapado, por ejemplo en la contracción de la plúmula en el secado y que el daño de la cascarilla era un factor dominante en la prueba sin embargo en 1935 Eckhart considero que la prueba tenía un cierto valor acompañada de la mordedura del grano y de su inspección visual de la longitud de plúmula de las fracciones separadas (según hemos visto ,mayor que 1 ,etc.,)

### **Dureza malta**

#### **Brabender**

La antigua prueba física de la dureza al diente como evaluación de la malta realizada durante siglos se perfecciono con la aparición del Brabender, firma especialista en construcción de aparatos de control para la fabricación de harina, construyo un equipo derivado del farinografo de la harina, que permitió medir la dureza de la harina. El equipo consta de dos molinos, el primero de los cuales rompe los granos con una harina gruesa que el segundo molino vuelve moler hasta obtener una harina muy fina. Este molino está conectado mediante unas poleas adecuadas a un dispositivo que unido que mide y registra la presión ejercida al reduce la muestra de harina gruesa a harina fina y registra el valor en unidades arbitrarias Brabender. Vilsmeier en 1938 estudiando maltas de Bohemia estableció una buena relacion entre la dureza y el extracto y concluyo que esta se reduce del valor inicial de 700 unidades a 230 en el octavo día de crecimiento de la plúmula, Singruen en 1939 encontró que habiendo una buena relacion entre la dureza y la desagregación, pero depende de la variedad de la cebada y Kleber determino en 1951 que dependía tambien de la cosecha.

Se establecieron unas cifras para evaluar la calidad de la malta con esta medición considerando que mas de 64000 la malta tenía muy mala desagregación ,inferior a 50000 la desagregación era excelente ,de 51000 a 58000 era buena y de 59000 hasta 63000 era media pero se insistía que había que tener en consideración variaciones posibles según año y variedad, esta prueba daba un resultado de una muestra de forma general pero no aportaba dato alguno sobre la homogeneidad de la desagregación en la muestra pues como pasaba y pasa en muchas determinaciones el resultado medio puede ser la media de distintas durezas, el equipo se puede ver en la figura adjunta.



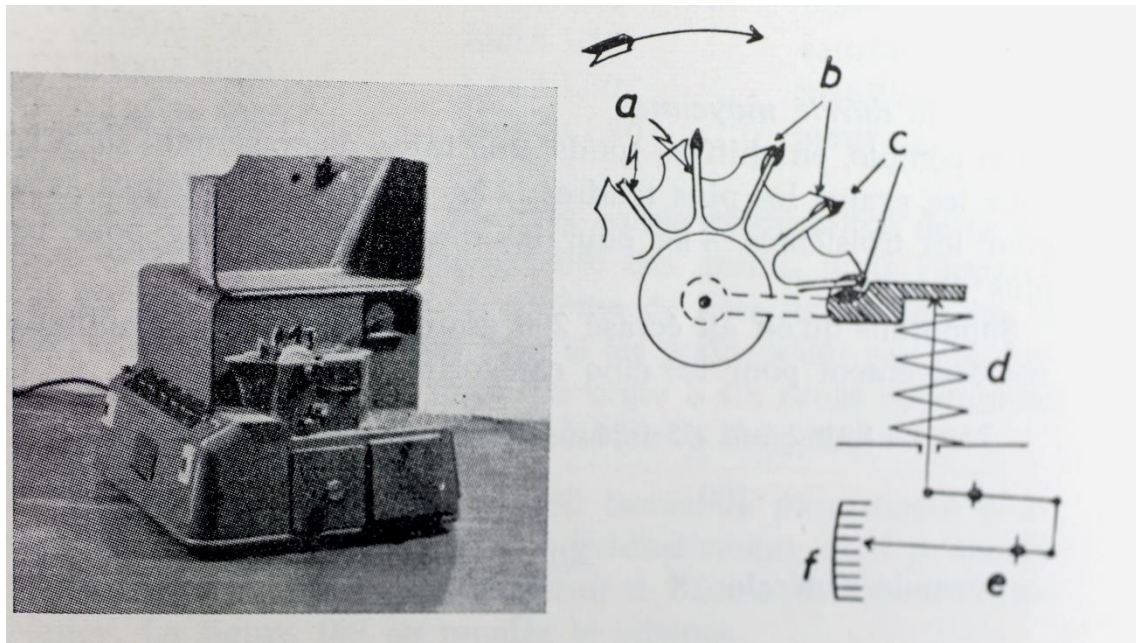
### Esclerometro

La Escuela de Cervecería de Nancy perfeccionó este método con el aparato llamado así. En 1955. Los granos se depositan en un plato donde un cuchillo obtuso los hace estallar bajo la acción de un resorte que presiona sobre el cuchillo, la compresión del resorte es apercibida por unos contactos eléctricos y transmitida a unos contadores, que son cinco y que indican por tanto el número de granos de cinco categorías de dureza, pudiendo calcular a partir de estas cifras la dureza media y también la heterogeneidad de los granos de malta, diversos autores mostraron que las medidas son independientes del diámetro y de la humedad del grano, el equipo estaba preparado para hacer pasar 200 granos de una forma automática, el aparato tuvo el inconveniente de su precio elevado y la propia Escuela demostró durante muchos años y análisis la correlación entre la dureza media y la heterogeneidad, el error máximo del equipo era del 5%. El primer contacto respondía a una compresión dada por un peso de 1030 gramos de media, la segunda de 1955, la tercera de 2880, la cuarta de 38005 y la quinta de 4730 o más, la cifra de dureza media se calculaba haciendo la suma de los granos de cada calidad multiplicados desde el 1 al 5 según la categoría y dividiendo la suma por 200.

Para la homogeneidad se multiplicaba el número de granos de cada calidad por el cuadrado de la cifra de la calidad, por ejemplo, si para la calidad 1 menos peso había

23 granos, para la dureza se multiplicaba 23x1 y se continuaba con las restantes y para la homogeneidad se multiplicaba por su cuadrado.

Los valores considerados para evaluar la malta iban desde 1800-2000 para una excelente desagregación hasta más de 3000 para una mala y en la homogeneidad, una de 0,7 hasta 0.95 era excelente y más de 1,3 mala, estableciendo en ambos casos cinco categorías de desagregación, en la figura adjunta se muestra el equipo.



### **Murbimetro**

Chapon en 1960 concibió un aparato mucho más simple para medir la dureza de los granos individualmente igualmente construido en la Escuela de Nancy. En lugar de utilizar un diente para romper el grano, se utilizaba dos agujas que perforan al grano. Una de ellas perfora el grano en la región del germen y la otra en la punta, los granos son depositados uno a uno sobre una copa cortada en un eje que está animado de un movimiento lento de descenso y subida. Al bajar se sumerge en la entrada de los granos recoge uno que empuja contra las agujas en su camino hacia arriba, las agujas están unidas a un resorte calibrado que será comprimido tanto más cuanto más duro sea el grano. Un alabe solidario del resorte empuja un rueda dentada provista de un tope y esta gira cuando más se comprime el resorte por delante. El avance de la rueda dentada es registrado por un contador que indica la suma de número de dientes desplazado por el soporte y por lo tanto sin cálculos una cifra expresa la dureza. Los valores de dureza encontrados van desde 250 a 700. El quipo salió al mercado en 1962 y tuvo un éxito extraordinario y su uso fue intensivo, no apareciendo otros sistemas de medición hasta mediados de los años setenta del siglo pasado, época fuera de nuestro estudio.

## **2.2 Evaluación química cebadas y malta**

### **Humedad**

Como ocurre con la mayoría de los análisis realizados en relación con la malta y la cebada, la estimación de la humedad es empírica y los valores obtenidos pueden



variar sustancialmente con los métodos utilizados. Varios autores (1950) encontraron que el agua que existe en los cereales está en varias formas por ejemplo como agua absorbida físicamente y mantenida en su superficie, agua absorbida y retenida en los intersticios y poros o agua unida químicamente retenida por enlaces secundarios o en grupos hidroxilos del almidón. La distinción entre estos varios estados es vaga en la práctica y es discutible hasta qué punto la hidratación del grano se puede llevar a cabo sin alterar la naturaleza de este ya que ciertamente la textura se altera a medida que se elimina la misma, como puede ser observado con el descascarillado de las maltas y la dificultad de la molienda de las maltas húmedas.

Por lo tanto deberíamos definir este valor con los procedimientos adecuados para obtenerlo, afortunadamente, desde el punto de vista comercial, se han desarrollado varios procedimientos capaces de dar resultados comparables y se han establecido condiciones normalizadas en Gran Bretaña (1947), Europa Continental (1953) y Estados Unidos (1949) a través de las entidades normalizadoras de cada lugar, TIOB, EBC y ASBC. No obstante, cabe destacar que no existe un procedimiento universal y es fácil insistir de la importancia correcta de la medida no solo desde punto de vista comercial, que lo es, sino además por la importancia de la misma en la conservación de los cereales en general.

Un análisis rutinario hoy en día, ha tenido una gestación en la época que comentamos larga y con varios sistemas de medición que se utilizaron hasta que como hemos comentado en el párrafo anterior se estandarizaron las medidas ya que los resultados de la medición dependen de la eficacia del horno empleado, ventilación, uniformidad y consistencia de la temperatura en el mismo. Se utilizaron varios tipos de hornos y procedimientos y al final se aceptó como medida estándar la desecación lenta en estufa calentada por resistencias eléctricas colocadas en la pared de esta y reguladas termostáticamente, la misma debe estar aireada con una pequeña entrada en la parte inferior y una evacuación en la superior.

Se utilizaron otros métodos de medir la humedad, como por ejemplo la medición por destilación que consiste en hacer hervir la harina de cebada o malta en un líquido no miscible con el agua y hervir a altas temperaturas condensando los vapores en un tubo de ensayo y pesar la cantidad de agua recogida, este método no es apto para la cebada ni la malta ya que no permite hacer nada más que un ensayo a la vez y el recogido de los vapores de condensado no son suficientes siendo útil para la determinación de la humedad de la malta verde y cebada remojada.

Otro de los métodos utilizados fue la medida por el método conductímetro, método basado en la conductividad de la harina de cebada se comprimía a presión constante, la harina entre dos electrodos, que seque se conectaba a un conductímetro y según la escala de este se graduaba el % de humedad, se construyeron también aparatos más sencillos, pero menos precisos con los electrodos en forma de sonda que se podían introducir directamente en los sacos.

Se utilizaron equipos de medición para granos enteros basados en la medición de la constante dieléctrica, el equipo no fue muy preciso en los años que comentamos ya que las mediciones daban errores superiores al sistema de la estufa de desecación, este método tuvo una variante con la harina de cebada con la ayuda de un solvente no dipolar de constante dieléctrica débil.

Otro intento que se pretendió utilizar es elevar la temperatura en la desecación ya que así el aire puede absorber más cantidad de agua y la desecación era más rápida,

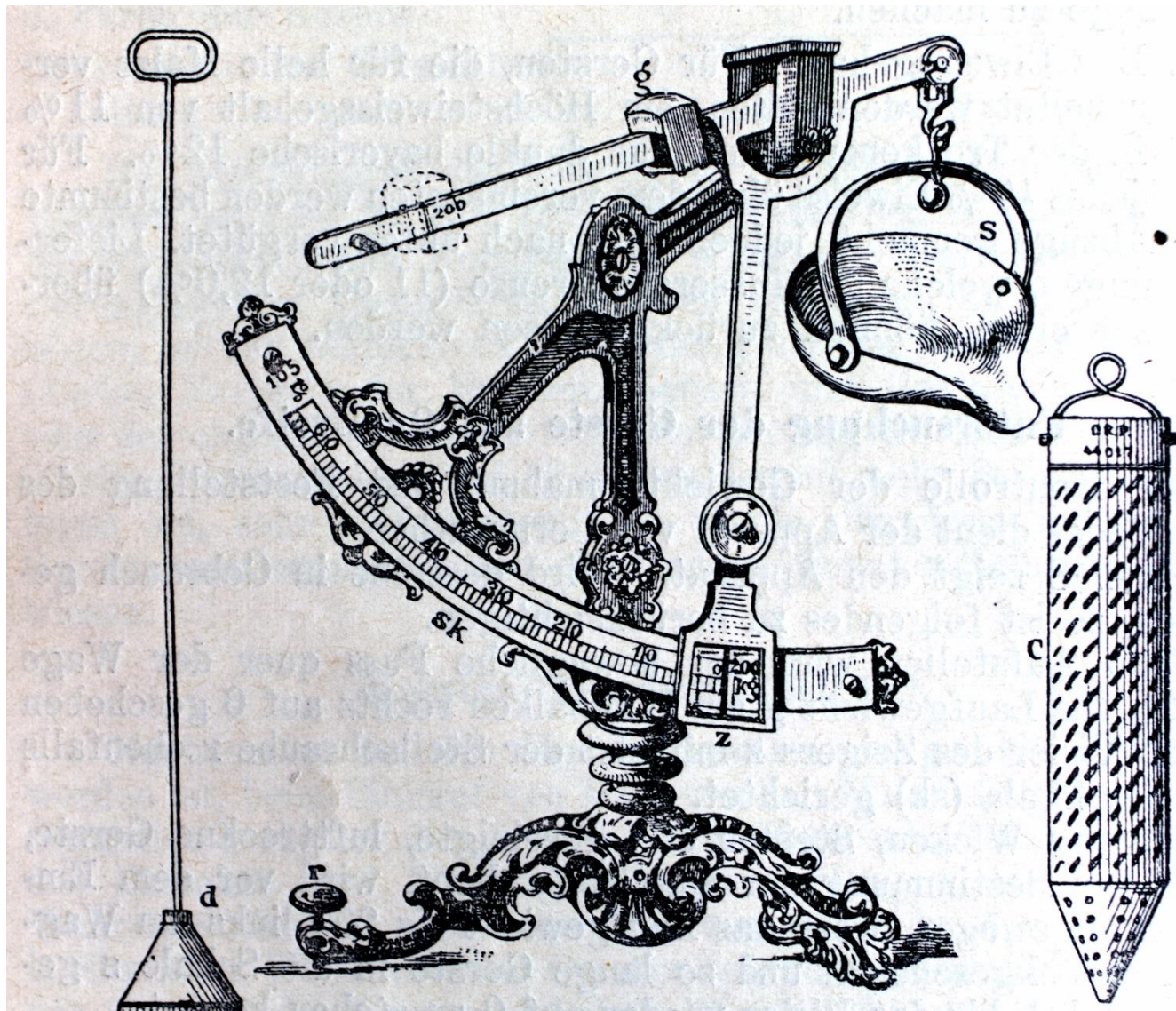
por el contrario, la oxidación y volatilización de los materiales se podían producir con rapidez ya que la cebada a partir de 115 grados comienza a descomponerse.

Al final de la época comentada comenzaron a aparecer la estimación rápida de humedad a través del uso de la radiación infrarrojos, los equipos comercializados tenían una lámpara de infrarrojos montada sobre una bandeja que proporcionaba medidas directas sin necesidad de molienda en el grano, la temperatura que se alcanzaba por la muestra durante la prueba era considerablemente superior a la utilizada en el horno convencional por lo que se intentó estandarizar el tiempo que se debía someter la muestra para obtener resultados comparables con otros medios pero por la experiencia en su uso no fue posible.

La EBC desde su primera edición publicó un procedimiento riguroso para esta determinación incluso preparando el procedimiento para el análisis de contenido de humedad superior al 17%, a estas recomendaba realizar un procesado en grano y a una temperatura inferior a 50 grados, incluía recomendaciones sobre el molino tipo Wiley y el horno tipo Ulsch o horno eléctrico, tiempo de proceso a tres horas, temperatura a 105/107 grados, proceso de verificación del horno

En resumen, la medición de humedad para cebadas y malta debido a su importancia comercial y en la conservación del grano captó la atención de los mayores fabricantes de equipos de laboratorio para intentar sin mucho éxito, sustituir el método estándar de la desecación lenta por procedimiento más rápidos y tan fiables como estos intentos tuvieron un éxito muy relativo y su desarrollo solo ha alcanzado éxito en épocas recientes

No obstante no me resisto a comentar un equipo de medición de humedad de la malta en remojo llamado equipo de Bernreutther encontrado en un libro publicado en 1910 en Mannheim por Karl Michel titulado Betriebs-Kontrolle für Brauerei und Malzerei, se pesaba una cantidad determinada de cebada y se introducía en un cilindro perforado el cual se cerraba y se llevaba a la tina de remojo para ser parte de la tina y cuando terminaba el mismo se llevaba directamente a una balanza de dos brazos ya calibrada para dar la lectura del peso total, con deducir el peso de la cebada seca y pesar el de la cebada húmeda era fácil determinar el grado de remojo y aunque es evidente que esto se podía y se hacía de forma más rudimentaria tener preparada una balanza especial y un cilindro apropiado facilitaba extraordinariamente la lectura, según se muestra en la figura adjunta.



### **Determinación del nitrógeno**

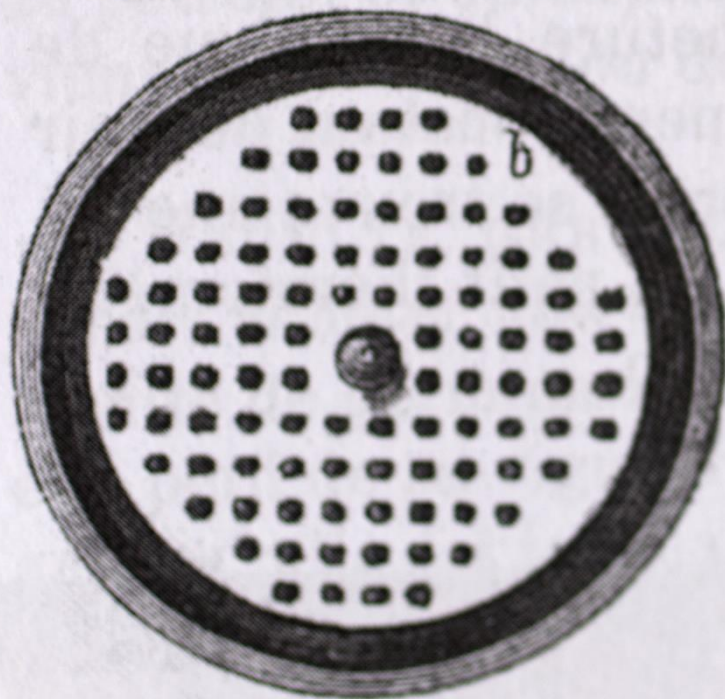
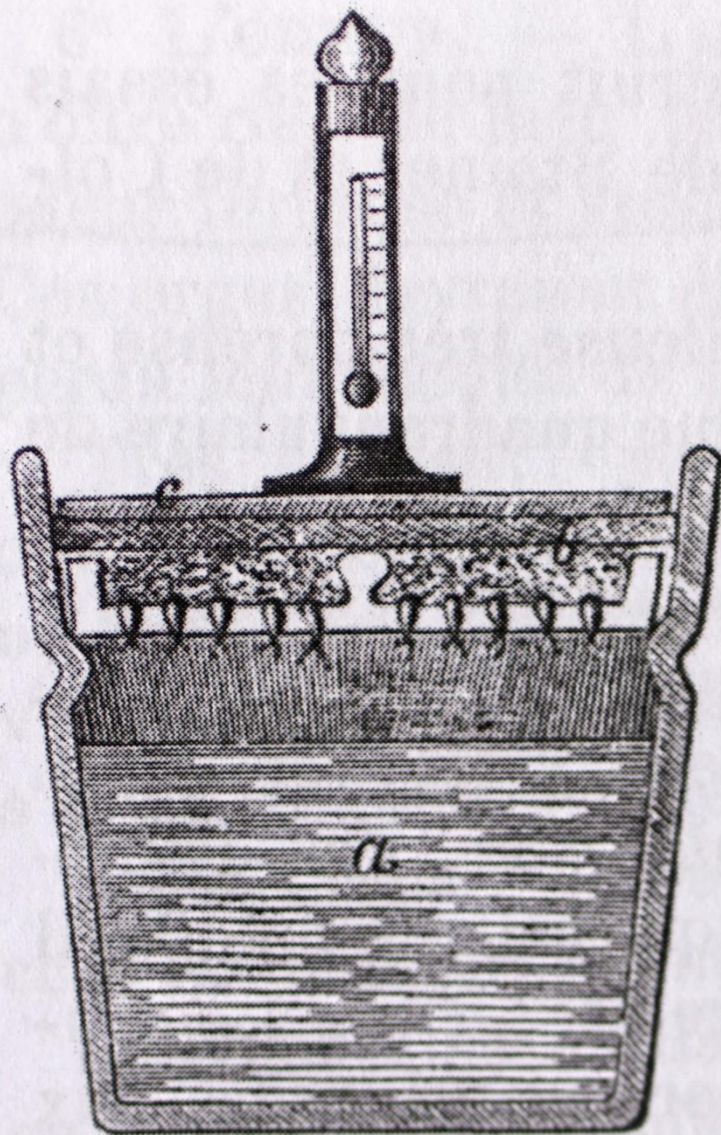
Método Kjeldahl. La estimación del nitrógeno en cebada y malta ha ocupado la atención de numerosos investigadores en una amplia variedad de campos científicos y el volumen de la literatura sobre este tema deja en claro que no fue una estimación nada sencilla, en 1947 Kirk publicó un artículo sobre las fuentes de las variaciones de los resultados que surgen durante la digestión de la muestra ,entre ellos ,en resumen ,citaba : la complejidad química del nitrógeno contenido ,el uso de los agentes oxidantes ,la presencia en el digerido de sales que elevan el punto de ebullición ,la duración del tiempo de la digestión, la interferencia de otras sustancias y el efecto de los catalizadores.

En vista de las observaciones anteriores no es sorprendente que la experiencia en el mundo cervecero con la determinación del nitrógeno haya ido cambiando, ya en 1932 se afirmó que la digestión con peróxido de hidrogeno daba cifras más precisas que utilizando permanganato y en 1933 que la oxidación con peróxido produce valores más altos que la digestión en presencia de sulfato de cobre ,también en el 1933 se favoreció el uso de una mezcla conteniendo sulfato de cobre y selenio como catalizador alegando que la digestión se terminaba en menos tiempo, en 1954 se

evaluó el mercurio y selenio como catalizadores ,llegando a la conclusión que mientras el nitrógeno de la cebada podía convertirse en amoniaco en una hora usando selenio se requería el doble de ese tiempo si se usaba mercurio, no existió ninguna unanimidad en el uso de catalizadores etc. como hemos expuesto en resumen por lo que se tuvieron que normalizar su uso para que los resultados fueran equivalentes.

Así el TIOB especifico el uso de una mezcla de sulfato de cobre, sulfato de potasio y selenio junto al ácido sulfúrico. La ASBC una mezcla de óxido de cobre, selenio pentóxido de fosforo y ácido sulfúrico y la EBC en su primera edición no especifico el catalizador, aunque si recomendó el uso de mercurio y su eliminación por sulfuro de sodio.

Existió la necesidad de una rápida determinación de nitrógeno en relacion con la compra de cebada en el momento de la compra y Jeramills en 1926, propuso calentar cebada en un tubo de cobre con hidróxido de sodio sólido y acetato de sodio de manera que el amoniaco evoluciono y se pudo estimar como sulfúrico estimado, se afirmaba que el método tardaba unos veinte minutos, pero no debió ser generalizada su implantación. Se propuso otro procedimiento rápido para evitar la digestión preliminar de la muestra con ácido, en este caso solo el nitrógeno que puede liberarse como amoniaco en el tratamiento con hidróxido sodio se estima por destilación directa de la muestra en vapor en un aparato diseñado ex proceso, tampoco se generalizo, en la figura adjunta se muestran equipos de determinación de proteína de un laboratorio de final del siglo XIX.



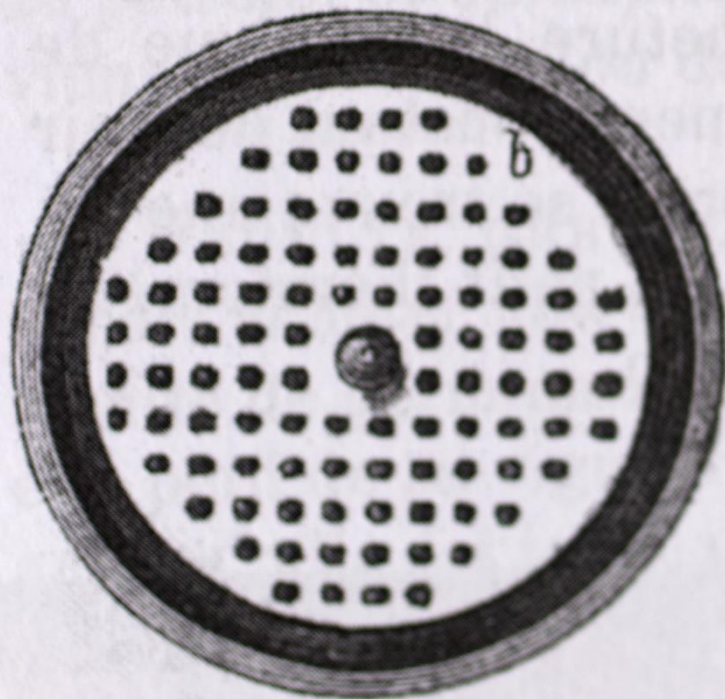
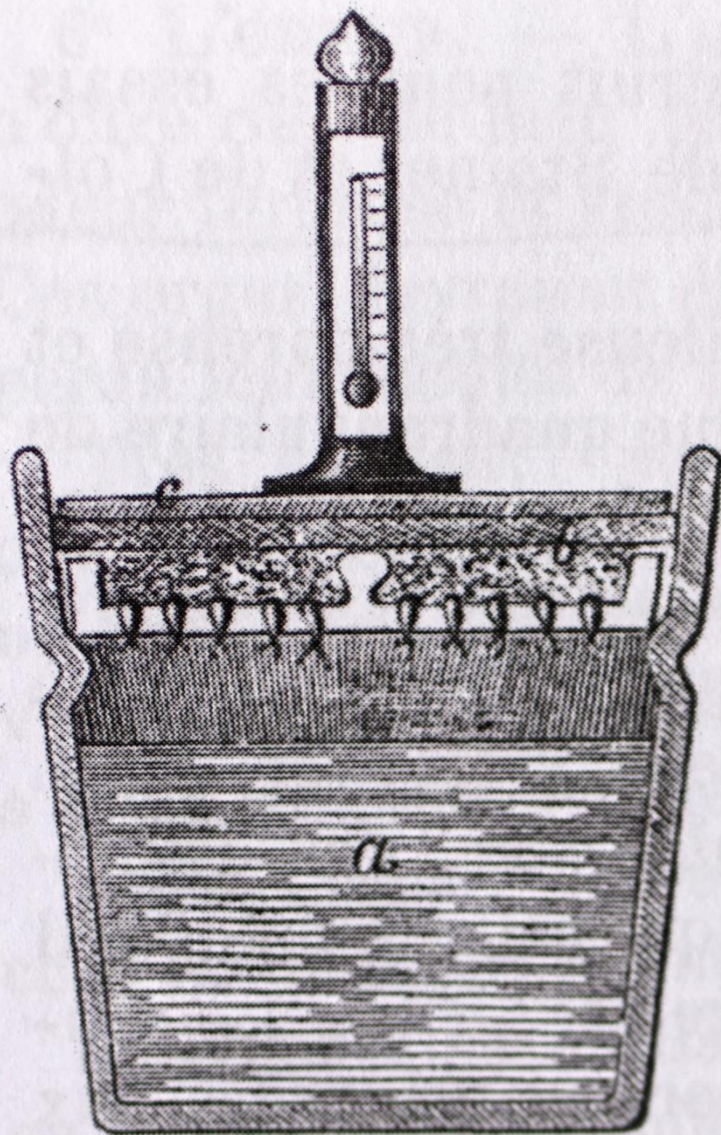
## **Propiedades Germinativas**

### **Procedimiento Germinación**

La energía de germinación fue medida por los métodos de Aubry ,Schonjhn ,Schonfeld como los más representativos ,estos métodos eran ya conocidos en la última parte del siglo XIX y los mismos no cambiaron mucho hasta que fueron abandonados los dos últimos quedando como habitual solo el de Aubry en cajas Petri ,el abandono solo se produjo en la década de los setenta-ochenta y por ejemplo en la segunda edición de la EBC en 1963 continuaba recomendando los métodos de Aubry y Schonfeld y el de arena (Schonjahn)

### **Descripción breve de los métodos:**

- Aubry: Los granos se colocan entre hojas de papel de filtro húmedo y se guardan en un armario de germinación examinándolas a diario y se vuelven a humedecer si están demasiado secas y los recuentos (como en todos los demás procedimiento se leen a los tres y cinco días). Al porcentaje de granos germinados se le denomina energía de germinación y al porcentaje de los cinco días poder germinativo.
- Schonjahn: Los granos se colocan con los gérmenes hacia abajo en las perforaciones de una placa, se cubren con arena estéril, se riegan y se almacenan sobre un recipiente donde se almacena agua a temperatura constante como se muestra figura adjunta.



- Schonfed: Los granos se colocan en embudos, se remojan durante dos horas, se lavan, se vuelven a remojar durante 6 horas y se dejan germinar en el embudo recubriendo el embudo con una placa de vidrio (los ciclos de remojo variaron con el tiempo).

Ya en 1904 fueron comparados y se consideró en general satisfactorios para las cebadas maduras observando que el método de Schonfed daba resultados inferiores a los otros procedimientos

En 1928 se investigaron las técnicas para evitar estos inconvenientes y se comprobó que los granos seccionados germinaban más rápidamente que los enteros y que el índice de germinación aumentaba cuando más cerca se cortara la sección transversal. Eckhardt propuso realizar la prueba utilizando únicamente la mitad del grano, con esta prueba el resultado era similar si la cebada estaba madura o no y proporcionaba junto a la prueba de los granos enteros, una medida de la madurez del grano indicando así cuando la cebada estaba lista para germinar, además la prueba del medio grano podía realizarse en dos días, permitía medir de forma indirecta la capacidad de germinación con relativa rapidez y finalmente detectó que los granos muertos podían detectarse hirviéndolos en agua y secándolos a continuación cuando adquirirían un color rojizo, hipótesis confirmada en 1929.

Visto que las pruebas daban resultados distintos según el laboratorio en 1932 se decidió que era necesario un procedimiento definitivo y se abogó por un lavado energético del grano y un remojo de hasta 16 horas seguido de un lavado ulterior y de una germinación de 250 granos a una temperatura entre 15-20 grados en algodón estéril en una caja Petri dispuesta para permitir el ascenso del aire, siendo el recuento del cuarto día la energía germinativa y el recuento del sexto la capacidad germinativa. Posteriormente se sustituyó el algodón por arena estéril para no tener que controlar el suministro de agua, comprobaciones posteriores llevaron a recomendar un procedimiento más exacto, consistente en colocar 50 granos con el germen hacia arriba sobre arena humedecida con una cantidad medida de agua 20 grados, procurando que el aire tuviera ascenso a los granos y se efectuaban recuentos san cada uno de los dos días siguientes de los granos picados, determinado la energía germinativa el número de granos picados en 20 horas y se sugirió que la cebada debía almacenarse hasta que la energía germinativa fuera del 50% en 20 horas.

La necesidad de tener un método fiable para cosechas recogidas con humedad llevó a Thunaens en 1938 utilizar el peróxido de hidrógeno para estimular el crecimiento incluso de granos inmaduros y formuló un procedimiento en el cual el grano se remoja durante 24 horas en una solución diluida del reactivo antes de colocarlo entre papeles de filtro en una caja cubierta, Bishop en 1944 recomendó pelar los granos para exponer el germen antes de la germinación sobre arena húmeda a 21 grados para calcular la capacidad de germinación de las cebadas latentes, llegando a la conclusión Pollock y otros en 1955 de que algunas cebadas que presentan sensibilidad al agua lo suficientemente alta se debía controlar el agua añadida estrictamente y propusieron que se realizaran dos pruebas en las que 100 granos germinaban en dos placas de Petri que contenían papeles de filtro humedecido con 4 y 8 ml de agua y según estos autores si la diferencia entre ambos resultados era superior al 20% la cebada debe de considerarse como sensible y deben de ser



malteadas cuidadosamente ,proponiendo tambien emplear ácido sulfúrico para desprender las cascarillas y eliminarlas antes de hacer la prueba de la capacidad de germinación.

Todo lo escrito anteriormente está relacionado fundamentalmente con la energía de germinación y el perfeccionamiento de los tres métodos comentados inicialmente que al final del siglo XIX se realizaban de forma primaria y sin un orden muy preciso y aparece la Capacidad de Germinación de forma lateral y algunas veces como una determinación posterior a los días que se hacen los controles de la energía de germinación siendo esto un procedimiento no muy científico con la óptica actual.

Continuaremos describiendo los métodos relacionados con la **Capacidad Germinativa**, que mide exclusivamente el porcentaje de granos que están vivos frente a la Energía de Germinación que mide el porcentaje de granos de germinar en tres días o en los días que se considere la evaluación.

Para la determinación de la Capacidad existen dos caminos diferentes, o usar pruebas indirectas que se basen en algún indicio, aparte de la germinación de que el grano este vivo o forzar al grano a germinar, superando la lactancia usando varios trucos.

**La mayoría de las pruebas indirectas** dependen de la capacidad de las enzimas reductasas y sus sustratos que están presentes en los embriones de granos viables, para reducir sustancias a productos coloreados e insolubles que se detectan fácilmente y a continuación veremos varias utilizadas hasta llegar a las sales de tetrazolio. Las pruebas directas de CG se basan en tratamientos particulares que no siempre tuvieron éxito, de entre ellas la más conocida es la prueba de someter los granos a un remojo en hidróxido diluido que comentaremos posteriormente.

Para la valoración de la cebada en el momento de la compra, la capacidad de germinación es la característica más importante del grano y ya en la época analizada varios investigadores emplearon métodos químicos para diferenciar granos vivos y muertos, siendo probablemente Weinwurm en 1945 que utilizo sulfato ferroso que ennegrece el grano del grano muerto ,técnico que no se adoptó porque Bishop demostró que esta técnica no es viable, existieron otros colorantes como el di nitrobenceno que produce una mancha purpura en el embrión del grano pero no permanente ,el bi-selenio sódico etc.....

Los únicos reactivos que resolvieron el problema fueron las sales de tetrazolio que tiñen de rojo a los embriones de los granos rojos que se comenzaron a utilizarse partir de 1948, en principio sumergiendo los medios granos cortados

Longitudinalmente, previamente remojados durante 18 horas y manteniéndolos durante 4 horas a 20 grados. De nuevo Bishop modifico la prueba para forzar la entrada del colorante calentando a 40 grados, aunque la prueba presento errores y finalmente sustituyo el colorante por yodo-nitro-tetrazolio, siendo las pruebas exitosas excepto para cebadas dañadas por calentamiento anterior o almacenadas en sitios húmedos.

La EBC en su edición primera de 1953 acepta como métodos recomendados para los análisis de la EG los métodos de Aubry, Schonfed o los procedimientos en arena (pensamos que es la prueba de Schonjahn sin citar el nombre) haciendo la medición a los tres o cinco días. Para la CG advierte que el método es provisional, advierte muy inteligentemente que el objetivo de la determinación de esta no siempre se puede lograr mediante una extensión del tiempo en los test de la EG y es necesario utilizar un

pretratamiento de los granos antes de la determinación de esta por la técnica de coloración.

Acepta dos análisis posibles, el indirecto con coloración por trifenilo o yodo-nitotetrazolio o selenio (es decir que no especifica excesivamente) usando uno de los procedimientos reconocidos que tampoco especifica, y da instrucciones para la considerara como granos muertos todo germen de los cuales menos de la mitad este coloreado.

**El método directo es el método de Thunaes** con el añadido de la prueba de pelado según Bishop y que consiste en someter al grano a un remojo de agua oxigenada al 0.75 % durante dos días y si al cabo de los dos días el porcentaje de granos germinados es mayor del 95% la prueba termina ,si no los granos que no germinan deben ser pelados y describe la técnica de cómo deben de ser pelados y se colocan a germinar en arena o papel de filtro, en conclusión ,durante la época preindustrial no existió ningún procedimiento para el control adecuado de la capacidad de germinación excepto algún control razonable citado anteriormente , y durante el periodo posterior no aparecen los análisis de CG hasta los últimos veinte años de la misma.

La EBC no acepto inmediatamente la prueba rápida elaborada por Bishop en 1957 (gracias al aparato de corte longitudinal de los granos construido por Van Gastel y Van Veldhuizen en 1948 ) la prueba consistía en utilizar los granos cortados en un tubo de ensayos con una solución de yoduro de tetrazolio y se somete al vacío durante tres o cuatro minutos de una trompa de agua, se permite la entrada de aire y por lo tanto el yoduro penetra en los gérmenes ,estos se extienden sobre un papel de filtro y se cuentan después de cinco minutos y la reacción se puede acelerar calentando a treinta grados. Este método se automatizo con uno de los aparatos de laboratorio que más éxito ha tenido en los laboratorios de la malteria el **“Vitascope “**que desde el año 1960 hasta ahora está presente en los mismo como equipo responsable del análisis de la CG habiendo desplazado a todas las técnicas y procedimientos anteriores.

### **Predicción extracto de la cebada**

La prueba que se utilizó, intentaba calcular el extracto potencial que se obtendría de la cebada, y se emplearon do enfoques diferentes, uno el directo ,basado en la estimación del extracto tras el tratamiento de la cebada de preparados enzimáticos para simular los cambios que se producirían en el malteado y posterior cocimiento de la malta obtenida (intento ambicioso que hizo que la prueba no fuera muy exitosa) y el indirecto, utilizando relaciones empíricas de la cebada relacionadas con los factores que se pensaba que eran los más influyentes en la obtención del extracto potencial de la malta que se obtendría de esa cebada como la proteína ,el peso de los mil granos y un factor relaciona con la variedad

#### **Método directo**

Se hervía una harina se cebada en agua y se atacaba enseguida a las temperaturas de la proteólisis y la sacarificación por las diastasas de la malta, el extracto obtenido se atribuía a la cebada. En los primeros métodos se atacaba la cebada por un extracto de malta, pero el problema fue no disponer siempre de una malta homogénea y los resultados variaban con necesidad de un ensayo en blanco.

El primer método fue propuesto en 1905 mezclando harina de cebada con agua y extracto de malta ,dejándolo a reposar 15 horas y después de la gelatinización a

través de calentar en un baño maría ,se enfriaba y añadía otra porción de extracto de malta, la mezcla se enfriaba ,se volvía a calentar añadiendo de nuevo otra porción de extracto y se calentaba finalmente hasta 70 grados manteniendo la temperatura una hora ,se retiraba el mosto ,se completa el peso hasta 400 gramos ,se filtra y se determina el extracto a través de la medición de la densidad .Desde este primitivo método se realizaron numerosas variaciones para mejora el proceso ,que no describimos ,se sustituyó la malta añadida por malta de alto poder diastásico o por un preparado de trigo malteado en forma de polvo más estable o por preparados enzimáticos comerciales

**El segundo método o método indirecto** se introdujo a principios del siglo pasado después de varias investigaciones que intentaron establecer correlaciones entre varias propiedades de la cebada y el extracto que daría la misma, relacionándose al final con los parámetros comentados anteriormente. El responsable de la fórmula utilizada fue Bishop que en 1930 determinó que para una variedad determinada existe una correlación inversa entre las cantidades de nitrógeno de la cebada y el extracto obtenido de la malta producida por la misma y una directa con el tamaño del grano, después de la aplicación de tratamientos estadísticos a los resultados analíticos recogidos publicó su primera ecuación para la variedad Plumage-Archer  $E=110.1-11.2N+0.18G$  ,siendo E el extracto potencial ,N el nitrógeno de la cebada y G el peso de los mil granos , al autor señaló que dicha fórmula no se debía aplicar a cebadas con bajas propiedades germinativas y que como las condiciones de la maltería son variables cada maltero tendría que ajustar la ecuación a sus circunstancias ,después la ecuación sufrió varios cambios ,como introducir un factor para tener en consideración la proteína soluble o el porcentaje de granos muertos que no triunfaron .Bishop advirtió que la fórmula era una guía para la calidad de la cebada en el momento de la compra y proporcionaba información a los mejoradores de las variedades de malta para la evaluación de las mismas. En la primera edición de la EBC aparece la siguiente fórmula adaptada a variedades europeas.  $E=84.5-4.7N+0.16G$ .

### **Extracto de la malta**

Se puede definir el Extracto como la materia sólida que se disuelve cuando la malta molida se tritura, es decir, se con cierta proporción de agua caliente un tiempo específico a temperaturas estrictamente reguladas, el líquido que contiene el extracto se denomina mosto y su densidad es mayor que la del agua, recordemos que el hidrómetro o sacarómetro fue introducido en la industria hace siglos para determinar la densidad del mosto y rápidamente se utilizó para evaluar la calidad de la malta. En palabras profanas si se muele una cantidad de malta se mezcla con una cantidad de agua y la mezcla se somete a una maceración y si esta se filtra el producto obtenido que se llama mosto tiene disueltas en el agua materias solubles (generalmente maltosa que serán los alimentos de las levaduras en el proceso de fermentación) que son las responsables que la densidad del mismo sea mayor que el agua, si se prepara un mosto en el laboratorio en condiciones determinadas se puede medir este extracto y en consecuencia el rendimiento en extracto de la malta añadida.

La investigación del rendimiento en extracto de la malta en laboratorio ya se realizaba en los inicios de la aparición del laboratorio de la maltería y ya en 1870 y antes

existieron procedimientos para su elaboración, el primero que he encontrado descrito está en un libro titulado El laboratorio del Cerveceros de 1889 el método es absolutamente similar al actual aprobado por la EBC actualmente ya que es un cocimiento de 50 gramos de harina con 200 centímetros cúbicos de agua con paradas a 45 y 70 grados y terminando después de alcanzar la sacarificación ,ya obtenida por la prueba del yodo ) con determinación de la densidad por picnómetro y utilizando las tablas de Balling para el cálculo del extracto.

La primer procedimiento estandarizado encontrado en un manual ha sido en el libro ya comentado publicado en 1910 por Karl Michel haciendo referencia a los acuerdos para la realización del análisis comercial de la malta de Munich de 1907 que se utilizaron en Alemania y Austria (me refiero a la Europa continental) ya que Gran Bretaña en 1888 a través del TIOB su primera recomendación de determinación de extracto basada en el método desarrollado por Heron , siendo los sistemas de cocción de los dos métodos son absolutamente distintos ,ya que el inglés solo considera una parada en el cocimiento a 150grados Fahrenheit (65.55 grados Celsius).

Otra actualización de los métodos estandarizados en Europa continental se realizaron en la Convección de Salzburgo en enero de 1930 ,en lo que después se denominó Congreso de Salzburgo ,esta incluía respecto a los análisis de malta la humedad ,el extracto, la sacarificación ,el color y las determinaciones físicas del peso al hectolitro y mil granos y la prueba de nitrosidad y no se incluían ni el poder diastático ni el análisis de nitrógeno aunque los métodos para este análisis eran de sobra conocidos ,la gravedad del mosto comenzó a medirse en grados platos aunque algunos países como Dinamarca y Hungría continuaban con las tablas de Balling.

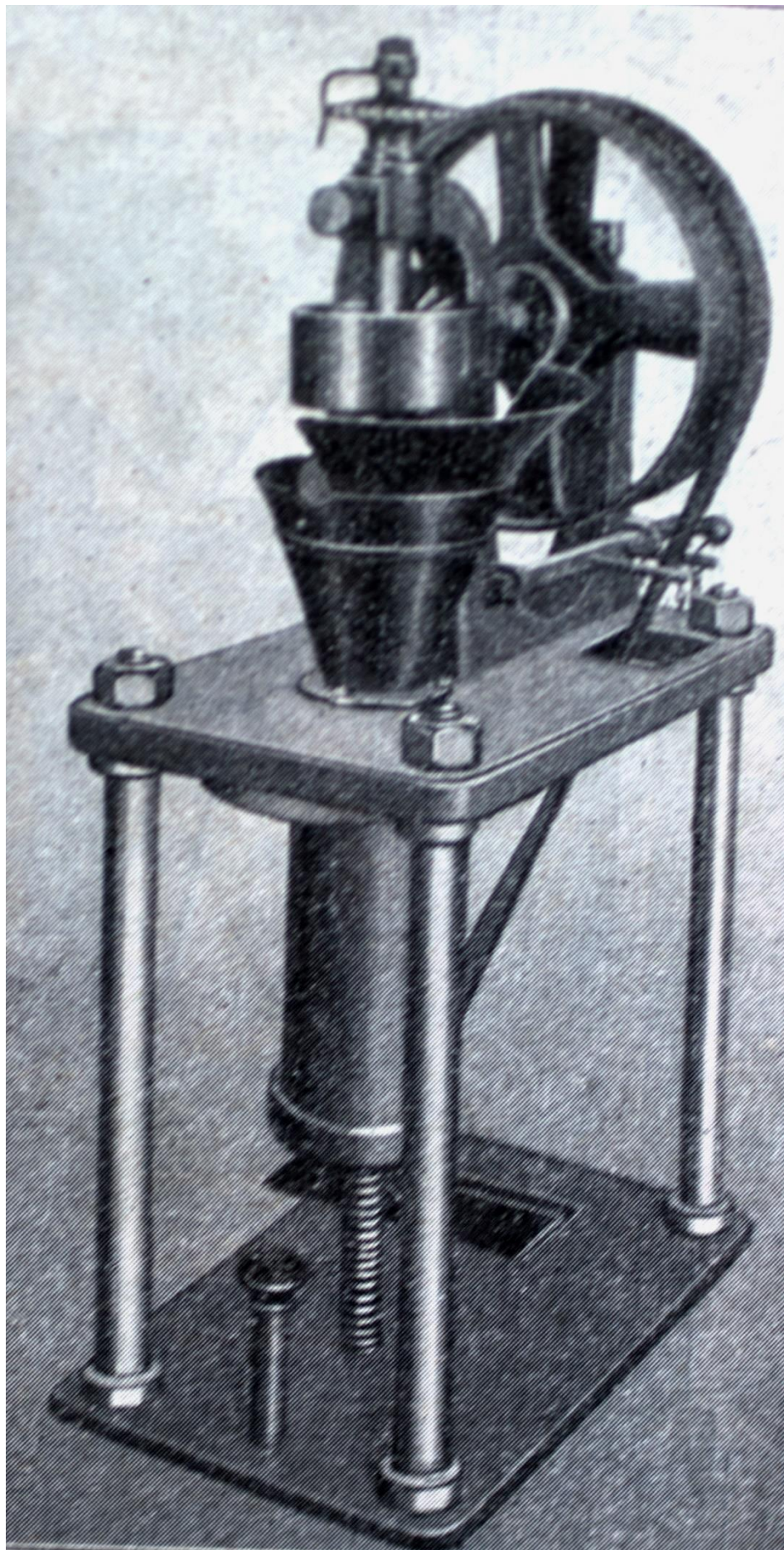
En el prefacio de la publicación de la primera edición de las normas EBC se cita que la base para la mayoría de los análisis de la cervecería en el continente europeo han sido las decisiones de Congresos de análisis de malta de Alemania y Europa Central y a pesar de que ha habido una base de acuerdo sobre los análisis utilizados en los laboratorios cerveceros de Europa existía ,diferentes regiones del mismo habían alcanzado diferentes conclusiones en base a su experiencia y asegura que la aparición de la EBC ofrece una posibilidad de armonizar las diferencias encontradas y de formular métodos uniformes (como sucedió en la realidad)

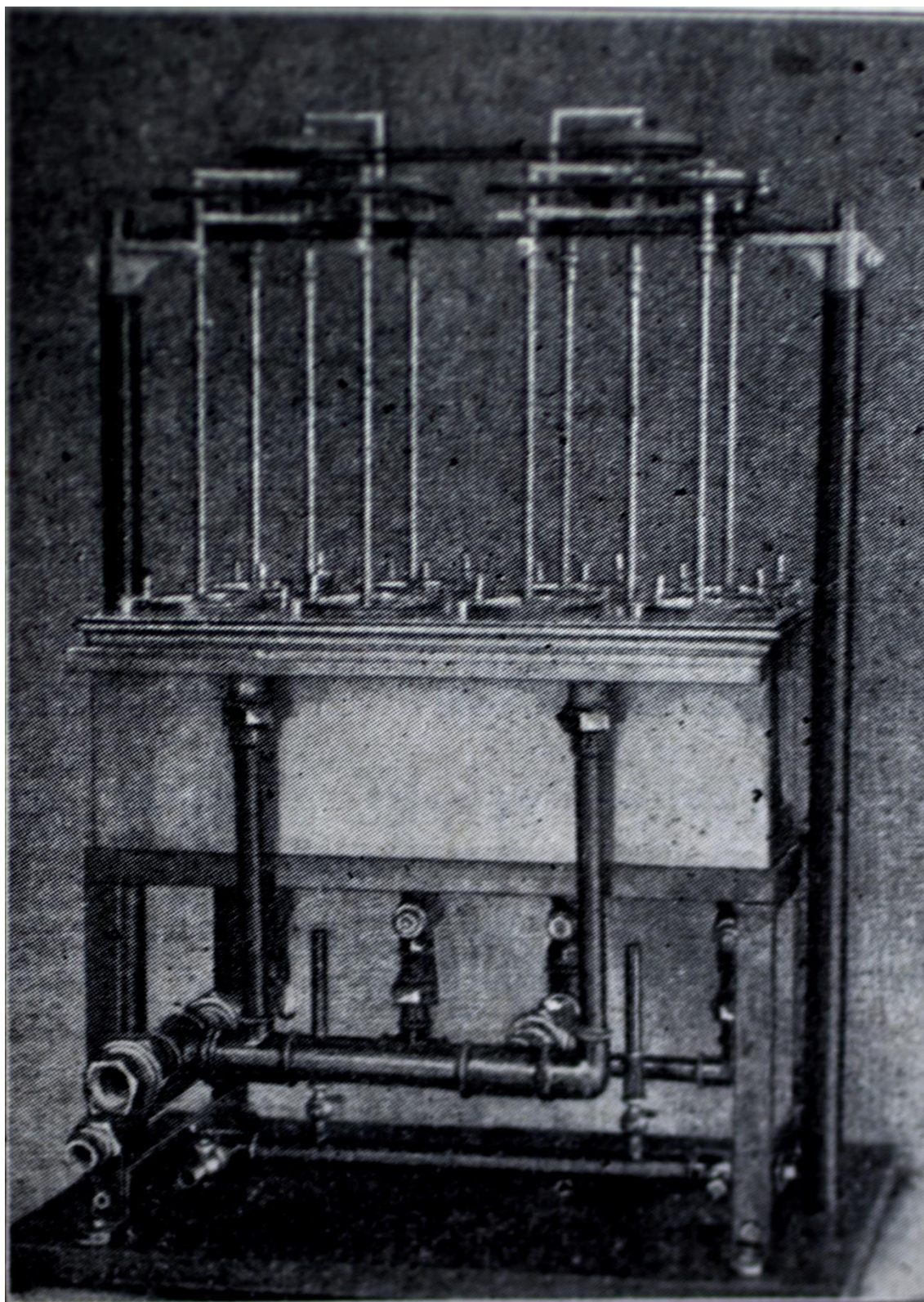
Solo para terminar incluimos la fórmula de determinación del extracto para lectores no relacionados directamente con el sector y que hayan tenido la paciencia de llegar hasta aquí.

Después de filtrar el mosto obtenido con el cocimiento según el procedimiento elegido se determina la densidad de este, con esta densidad generalmente con cinco cifras se determina por tablas el extracto en gramos en 100 gramos de mosto (Plato) y la fórmula es sencilla  $E = \frac{P(H+800)}{100-P}$  que será el extracto de la malta sobre base tal cual, siendo P el valor de llevar a la tabla la densidad obtenida y H la humedad de la malta.

Adicionalmente al valor del extracto (rendimiento de extracción de la malta) una vez obtenido el mosto Congreso se está en condiciones de determinar características de este mosto que las cuales es responsable (no siempre) la malta analizada pasando las mismas a ser características de la malta: color, proteína total y soluble, sacarificación, olor, viscosidad, claridad del mosto, diferencia de rendimiento entre molienda fina y gruesa.

La EBC en su primera edición citada en varias ocasiones, dedica atención preferencial a la determinación del extracto y su procedimiento, aunque no lo vamos a copiar, comentaremos que en la misma se recomienda tipo de molino, configuración de este, baño de maceración y lo más fundamental el proceso de maceración. En la misma considera la molienda gruesa como opcional, las pruebas deben de ser por duplicado y con 50 gramos de malta o 58 si se incluye la determinación de proteína )la temperatura se sube 45 grados y se mantiene exactamente 30 minutos ,se incrementa esta hasta 70 grados con incrementos de un grado minuto durante 25 minutos y se determina la sacarificación ,se mantiene una hora y luego se enfrían temperatura ambiente y se filtra con un papel específico (en resumen).Se determina la densidad con un picnómetro específico a veinte grados y se calcula el extracto según fórmula anterior. Las determinaciones incluidas son: Sacarificación, olor, velocidad de filtración, claridad del mosto y recomienda el análisis de la proteína soluble. También recomienda una maceración a 40 grados adicional para la determinación del poder diastásico. Se muestra a continuación los primeros molinos y baño de maceración utilizados a principio de siglo.





### **Modificación de la malta**

El término fue usado para describir los cambios que suceden desde el malteado de la cebada que finalmente influyen en el extracto original y las proteínas disponibles como sustancias en el mosto, la modificación es un término que incluye análisis físicos y químicos como reveladores del cambio de la cebada a malta. Como análisis incluidos

en la modificación citaremos: Diferencia de extracto entre molienda fina y gruesa, el índice de Hartong, la medida de la viscosidad, la proteína soluble, pentosanas y características físicas.

### **Diferencia de extracto entre molienda fina y gruesa.**

Bode en 1903 después de evaluar más de mil muestras de malta llegó a la conclusión que la determinación del extracto realizado a la malta con una molienda fina revela el extracto máximo disponible en una malta independiente de su estado de modificación y que el de molienda gruesa da resultados que dependen considerablemente de la misma. Así pues, se propuso que la diferencia de los valores entre ambas como medida de la modificación. Se discutió posteriormente si había que someter a la extracción de la molienda fina a una segunda maceración después de un breve periodo de ebullición y se discutieron los valores de la diferencia de extracto para maltas sobre o infra modificadas ( 0.6-1.6), Kolbach abogó por la utilización de una molienda que solo contuviera un 25% de harina para el extracto grueso justificando que de este modo las diferencias se triplicaban y el rango de interpretación sería más fácil de analizar ,pero no se obtuvo éxito ninguno .

### **Índice de Hartong**

Un procedimiento que ofrece información alternativa sobre la modificación fue introducido por Hartong en 1936, la base de la técnica es una maceración a diferentes temperaturas 25,45,65 y 85, con representativas de las diversas acciones enzimáticas, según el autor la evaluación de los resultados arroja luz sobre la calidad de la cebada original y sobre las condiciones que se han realizado el malteo. El método es similar a la maceración de un mosto Congreso a las temperaturas indicadas, se filtra y se determina el rendimiento en extracto mediante las tablas Plato, el mosto a 85 que es difícil de filtrar, se deja reposar la noche. El número de Hartong expresa los porcentajes de extracto como porcentajes haciendo la suma de la media de las cuatro medias menos sesenta. La valoración de la modificación va desde 0-3.5 como su modificada hasta 6.5 hasta 10 como excesivamente modificada y sus valores intermedios, en 1940 el autor modificó la cifra a 58. Dado el trabajo que ocasiona el método en 1953 intentó reducir las maceraciones a dos con temperaturas 40 y 85, sin éxito alguno y Fuss en 1954 propuso, por su importancia solo tener en consideración la maceración de 45 grados, única que continuó realizándose.

### **Nitrógeno soluble**

Schjerving del laboratorio de Carlsberg en 1910 ya consideraba que era necesario conocer de los compuestos nitrogenados en el mosto para conocer la calidad de la malta y consideró una cifra del 33% para aceptar una malta con calidad. Bishop en 1932 reveló que la proporción de compuestos nitrogenados solubles existentes en el mosto era una observación que proporcionaba un nuevo enfoque en la evaluación de la modificación. Kolbach en 1933 sugirió el índice que lleva su nombre relacionando la proteína soluble con la total de la malta y visto su éxito en 1935 propuso unos valores de evaluación, >41 como malta muy buena hasta valores de <26 como maltas de pobre desagregación, valores que no han cambiado mucho en la época actual.



La desagregación de las proteínas durante el malteado tiene el efecto de aumentar las cantidades de nitrógeno amino libre en los mostos y la estimación de los grupos amino usualmente por medio de la titulación con formol fue utilizada por Leberle en 1919 y Menzel en 1935 para evaluar la calidad de la malta. La técnica para estimar el nitrógeno formol utilizada por Kolbach en 1928 era tediosa y complicada y no fue posible un procedimiento de análisis razonable hasta el que describió Clerk en 1958. Menzel, estableció una escala de evaluación considerando sobre desagregada a maltas con valor > 230 hasta <180 como sub-modificadas.

### **Viscosidad**

Una de las características del proceso de malteado es la desagregación de las sustancias complejas como las gomas, éstas son degradadas y son los compuestos que aportan su contribución a la viscosidad del mosto, este hecho fue introducido entre 1937-1940 como un intento de estimación de la desagregación midiendo la viscosidad del mosto. Congreso por medio del viscosímetro de Hoppler, se comprobó que la misma disminuye según avance la germinación y que los valores mínimos son siempre similares para maltas desagregadas normalmente. Feys en 1951 demostró a través de la medición de 53 maltas que los valores de la desagregación (o modificación) debe de estar entre 1.74-1.53 cp. para una modificación satisfactoria, valores confirmados por otros en 1952.

### **Pentosanas**

Su cantidad durante el malteado se duplican aproximadamente. Esta circunstancia fue aprovechada desde 1935 para ser utilizada como otro factor de la desagregación, como habitualmente se procedió a su análisis en el mosto. Congreso aunque Enders y otros en 1939 descubrieron que los cambios en la concentración de estas sustancias se complementaban antes que la modificación fuera completada y que además la magnitud de dichos cambios dependía de la variedad de la cebada por lo que el análisis no pasó a las recomendaciones ni de la TIOB ni de la EBC.

### **Poder diastásico**

El desdoblamiento del almidón se realiza en el proceso de cocimiento a través de las enzimas alfa y beta amilasas por lo que el conocimiento de la cantidad de estas dos enzimas en la malta siempre ha sido un objetivo del análisis de laboratorio, siendo el problema la dificultad de su obtención por la complicación del análisis de las dos enzimas. Se comenzó al final del siglo diecinueve con el análisis denominado determinación de la acción diastasa de la malta, que traducido a los términos actuales sería la determinación del poder diastásico siendo el método más empleado el método del Lintner, proceso de una complejidad extraordinaria, en 1925 Kolbach puso en marcha un nuevo procedimiento que también era muy complicado y que para llegar a la determinación del poder diastásico necesita la preparación de una solución tampón a pH 4,3, sacarificación, valoración de la maltosa formada y ensayo en blanco, por lo que su descripción no es necesaria por poder encontrarse en cualquier manual. La EBC en su primera edición consideraron este método como recomendado, pero con un proceso distinto en la dosificación del azúcar formado por un método de reducción de ferrocianuro de potasio o licor de Fheling.

## La estandarización de los análisis

El objetivo fundamental de la EBC ,TIOB ,La ASBC en sus trabajos de normalización de análisis es regular las relaciones entre los agentes comerciales del sector estableciendo procedimiento para que las relaciones comerciales tengan unos procedimientos estándar y siendo esto cierto también es cierto que han contribuido enormemente al avance de las técnicas de análisis y procedimiento de todo el sector de manera que hoy en día no hay empresa que no use sus recomendaciones como análisis imprescindibles para el control de procesos casi independientemente de su valor comercial. Por ejemplo, en la publicación del TIOB de 1933 de su revisión de métodos, en la introducción dice

“Standard Methods of Malt Analysis for Commercial Purposes” y en la presentación de la primera edición de la EBC se dice

“The results of this process are presented in the present volumen, which gives the methods recommended for routine and commercial analyses of barleys and malts “en esta presentación se añade la palabra routine muy inteligentemente.

A través de este artículo hemos hecho referencia a la EBC y su primera edición de sus normas en 1953 y ocasionalmente a similar trabajo de normalización del The Institute of Brewing (TIOB),el mismo comenzó la publicación de recomendaciones en 1906 con normas sobre malta y recomendando análisis de humedad ,color ,extracto ,actividad diastásico y extracto al agua fría, esta prueba solo se usó en GB y es una prueba más de determinación de la desagregación de la malta consistiendo en una extracción de malta a través de una disolución de amoníaco durante tres horas a 21 grado ,la cual una vez filtrada se le media su densidad exactamente a 15.5 grados y el exceso de densidad sobre 1.0 se divide por 3.8 y se multiplica por diez resultando una cifra que debe estar entre 19 y 23% para maltas bien modificadas. Las normas tuvieron actualizaciones importantes en 1933 y 1948.La de 1933 introduce los análisis de malta cristal, malta tostada y adjuntos (copos de maíz y arroz ,grits y otros ) determinando para estos todos los elementos introducidos extracto y color y para los copos también la grasa ,en 1948 introduce un cambio en el horno para la determinación de la humedad ,modificación en el análisis del extracto de las maltas color y adjunto y como análisis nuevo el de la proteína soluble y la proteína permanentemente soluble (la anterior por 0.94) y finalmente en la revisión 1961 introduce las recomendaciones para la cebada con análisis de humedad ,nitrógeno y capacidad de germinación

En 1932 se publicó un artículo en Brewers Journal sobre el laboratorio de la cervecería de Tuborg de Copenhague, cervecería de producción anual de 600000 hectolitros, el trabajo de este es analizado desde la cebada hasta la cerveza incluyendo lúpulo u otros. La maltería solo compra variedades puras desde 1923-1924, siendo las más importantes Binder y Opal, variedades producidas por la estación de agricultura experimental de Abed para la empresa y también compran las nuevas como Sterling, Isaria y Kenia y ocasionalmente las más antiguas Sparrt-Archer y Plumage-Archer. Los análisis de cebada incluyen: Humedad, peso de los mil granos, calibrado y poder germinación (que no es la capacidad de germinación si no una prolongación de dos días en las pruebas que hemos descrito anteriormente de la energía de germinación) y proteína de la cebada, no informan de la norma de calibrado pero sí de la proteína máxima del 10.5 y del poder de germinación mínimo del 90%, no analizan el extracto de la cebada ya que no refleja la realidad ni tampoco la estimación del almidón contenido ni el fraccionamiento de los componentes de la

cebada (hordeínas etc.). Sobre la malta analizan: Humedad ,extracto, color, actividad diastásica(método Lintner) longitud de plúmula y granos vítreos ,para su control consideran que la acción de la citasa está representada por la diferencia de extracto entre molienda fina y gruesa, la dela proteasa por la medición de la proteína soluble y coagulable y la diastasa con la conversión del almidón (cocimiento para la determinación del extracto ) con análisis microscópico del test de sacarificación Para terminar, adjunto fotografía análisis de una malta alemana en 1900.

Malz . . . . .	Nr. 8	Eingegangen am: 31. 10. 00
Provenienz . . . . .	dän. Insel- gerste	Lieferant . . . . . S. C. Fuglsang, Hadersleben.
Preis pro 1000 kg franko Kiel. . . . .	M. 280	Abdarrtemperatur 68° R.

Allg. Bemerkungen auf Grund der Vorprüfung	gleichmäßsig im Korn, gesund	Durch- leuch- tungs- probe	glasig . . . . .	0 %
			1/2 glasig . . . . .	5 %
Hektolitergewicht	53,5 kg:	Schnitt- probe	mehlig . . . . .	95 %
1000-Körnergew.	33,96 g		braune Körner	1 %
Bei d. Keimprobe wachsen . . . . .	0 %		verbrannte Körner . . . . .	0 %

Blattkeimentwicklung

0	unter 1/2	1/2	2/3	3/4	1/1	über 1/1
0	0	20	26	41	10	3

Wassergehalt . . . . .	3,93 %	Geruch der Maische . . . . .	{ schwach aromat.	
Verzuckerungsdauer . . . . .	10 Min.	Ablauf der Würze . . . . .	{ schnell u. blank	
Extrakt- ausbeute	lufttrock. Malz	75,54 %	Maltose im Extrakt . . . . .	67,9 %
	Malztrocken- substanz . . . . .	78,63 %	Maltose zu Nicht- maltose . . . . .	1 : 0,47
Farbentiefe $\frac{N}{100}$ -Jod- lösung auf 10 % Würze	2,33	Gär- versuch	{ scheinbarer Vergärungsgrad . . . . . 69,5 % wirklicher „ . . . . . 56,5 %	
Preis	pro 1000 kg lufttrockenes Malz franko Kiel	M. 280,—		
	„ 1000 „ Malztrockensubstanz „ „	291,45		
	„ 1000 „ Extrakt . . . . .	370,66		

Malz . . . . .	Nr. 8	Eingegangen am: 31. 10. 00
Provenienz . . . . .	dän. Insel- gerste	Lieferant . . . . . S. C. Fuglsang, Hadersleben.
Preis pro 1000 kg franko Kiel. . . . .	M. 280	Abdarrtemperatur 68° R.

Allg. Bemerkungen auf Grund der Vorprüfung	gleichmäßsig im Korn, gesund	Durch- leuch- tungs- probe	glasig . . . . .	0 %
			$\frac{1}{2}$ glasig . . . . .	5 %
Hektolitergewicht	53,5 kg:	Schnitt- probe	mehlig . . . . .	95 %
1000-Körnergew.	33,96 g		braune Körner	1 %
Bei d. Keimprobe wachsen . . . . .	0 %		verbrannte Körner . . . . .	0 %

Blattkeimentwicklung

0	unter $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{1}$	über $\frac{1}{1}$
0	0	20	26	41	10	3

Wassergehalt . . . . .	3,93 %	Geruch der Maische . . . . .	{ schwach aromat.	
Verzuckerungsdauer . . . . .	10 Min.	Ablauf der Würze . . . . .	{ schnell u. blank	
Extrakt- ausbeute	lufttrock. Malz	75,54 %	Maltose im Extrakt . . . . .	67,9 %
	Malztrocken- substanz . . . . .	78,63 %		
Farbentiefe $\frac{N}{100}$ -Jod- lösung auf 10 % Würze	2,33	Maltose zu Nicht- maltose . . . . .	1 : 0,47	
Gär- versuch	scheinbarer Vergärungsgrad . . . . .	69,5 %		
	wirklicher „ . . . . .	56,5 %		
Preis	pro 1000 kg lufttrockenes Malz franko Kiel	M. 280,—		
	„ 1000 „ Malztrockensubstanz „ „	291,45		
	„ 1000 „ Extrakt . . . . .	370,66		

