

Tesis de Posgrado

Contribución al estudio de los trigos argentinos : relación entre la aptitud panadera y el contenido en bromo natural de las harinas

Montero, Leopoldo M.

1941

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Montero, Leopoldo M.. (1941). Contribución al estudio de los trigos argentinos : relación entre la aptitud panadera y el contenido en bromo natural de las harinas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0266_Montero.pdf

Cita tipo Chicago:

Montero, Leopoldo M.. "Contribución al estudio de los trigos argentinos : relación entre la aptitud panadera y el contenido en bromo natural de las harinas". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1941.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0266_Montero.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LOS TRIGOS ARGENTINOS

FOENBA

Relación entre la aptitud panadera y el contenido en
bromo natural de las harinas.

---000---

Elisis: 266

PADRINO DE TESIS

Dr. CARLOS GUERRERO ESTRELLA

TESIS

L. M. MONTERO

- 1 9 4 1 -

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LOS TRIGOS ARGENTINOS

Relación entre la aptitud panadera y el contenido en bromo natural de las harinas.

Antecedentes.-

La presencia del bromo como componente normal en los trigos argentinos ha sido estudiada en nuestro país por varios investigadores que han establecido los valores promedios del contenido de este halógeno para distintas variedades y zonas de la región triguera. Cattaneo y Viggiano (1) han estudiado un método de dosificación mediante el cual se ha podido establecer cifras que oscilan entre 1.4 mg/Kg y 25.1 mg/Kg de trigo entero y seco, de la cosecha 1939-40 y éste se encuentra repartido entre los distintos productos de la molienda, estando en mayor proporción (84 % de los casos) en el afrecho.-

Los mismos autores (2) también determinaron los valores correspondientes a los distintos departamentos provinciales de la zona triguera y encuentran una faja con valores elevados que atraviesa la región de Este a Oeste y que abarca el Centro Sud y Este de Entre Ríos; Norte de Buenos Aires; Sud de Santa Fé; Centro, Este y Oeste de Córdoba y Noreste de San Luis.-

En esta franja los valores máximos y mínimos son de 18.2 mg/Kg para el Dto. de Baradero, Pcia. de Buenos Aires y 7.0 mg/Kg para el Dto. de Calamuchita, Pcia. de Córdoba.-

Estas cifras según indican los autores, son el promedio de las determinaciones sobre las tres variedades cultivadas en mayor tonelaje en cada partido o departamento.-

Existe dentro de esta zona, la región que abarca el N. de Bs. Aires, Sud de Santa Fé y Oeste de Córdoba, cuyos trigos son muy cotizados comercialmente, pues es "vox populi" entre los industriales que sus harinas son de muy buena calidad para la panificación.-

Propósitos.-

Los trigos de esta zona acusan altos contenidos de Br natural y es por esta razón que se trató de determinar si existía alguna rela-

ción entre el contenido de dicho halógeno y las propiedades plásticas y elásticas de las pastas obtenidas con esas harinas.-

Estas propiedades juegan un papel muy importante durante la panificación, pues son responsables del aspecto y volumen del pan obtenido y es también uno de los factores principales de la aptitud panadera de las harinas, denominación que reúne en sí un conjunto de condiciones cuyo balance indica la posibilidad de obtener un producto de calidad determinada.-

Elección del dispositivo mecánico.-

En la harina el asiento de las propiedades plástica y elástica residen en la fracción proteica o sea el gluten.-

Durante la fermentación panaria se produce el desprendimiento de gas (CO₂), producido por las levaduras a expensas del almidón que les sirve de alimento y es retenido por una membrana proteica que debe reunir ciertas condiciones de resistencia y elasticidad, para poder retener este gas que se expande durante el horneado. Si esta resistencia fuese muy pequeña, la burbuja de gas al expandirse rompería esta membrana, obteniéndose entonces un pan achatado y de miga compacta de muy bajo valor comercial.-

Como los ensayos de panificación están sujetos a muchos errores, es por esta razón que en la práctica molinera y panadera se usan una serie de aparatos que basados en diferentes principios, tienen por finalidad medir estas propiedades plásticas y elásticas, que nos dan un índice aproximado del valor panadero de una determinada harina, ya que aún no se ha desarrollado un método suficientemente completo y exacto para valorarlo.-

Entre nosotros, los aparatos más usados son el farinógrafo de Brabender y alveógrafo de Chopin.-

En el presente trabajo se usó el alveógrafo de Chopin que dá resultados reproductibles, aún usando distintos aparatos, no sucediendo lo mismo con el nombrado en primer término.-

Método de Chopin.-

El principio del método de Chopin (3) es sencillo, pues consiste

en medir la resistencia a la deformación de una probeta de pasta de harina, sometida a la presión originada por el desplazamiento de un volumen determinado de aire.-

Este aire es admitido a velocidad constante y se registra su variación de presión en función del tiempo. Al deformarse la probeta se forma una burbuja cuyas paredes, semejantes a una membrana elástica, se rompen por efecto de la presión interior.-

Durante el transcurso del ensayo se inscribe un gráfico similar al de la Fig. 1 cuya forma puede explicarse de la manera siguiente:

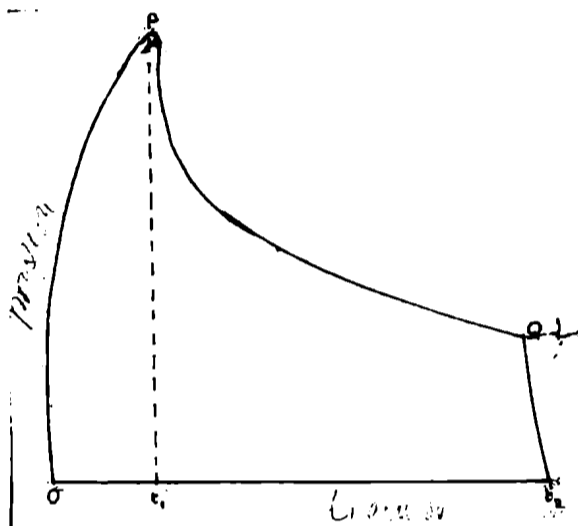


Fig. 1

La ordenada t_1P representa la resistencia máxima de la pasta durante la experiencia y el punto P es similar al punto de escurrimiento de la ley de Hooke. Después del tiempo t_1 , la presión disminuye indicando que la burbuja aumenta de tamaño, proceso que está relacionado con un flujo plástico del glúten.

La ordenada t_2Q es una medida de la presión que soporta la membrana en el momento de su rotura y su valor sería una medida del esfuerzo de ruptura de la pasta; en este instante el volumen de la burbuja es máximo.

El criterio adoptado por Chopin (4) para juzgar el valor panadero de la harina cuya pasta se ensaya, se basa en estos dos resultados:

a).- El área total Ot_2PQ que representa el trabajo efectuado sobre la probeta y

b).- el llamado coeficiente o índice de extensión indicado por el volumen de aire necesario para provocar la rotura de la probeta. Más adelante volveremos sobre este punto.-

El ensayo puede efectuarse sobre pastas de igual composición o de igual consistencia, pero el método más comunmente usado es el nombrado en primer término, dejando el segundo sólo para casos especiales.-

El peso de harina estipulado por el autor es de 250 gr. a los cuales se le agrega una solución de Cl Na al 2.5 % equivalente al 50 % en peso de la misma, incluyendo dentro de este porcentaje el agua correspondiente a la humedad de la harina.

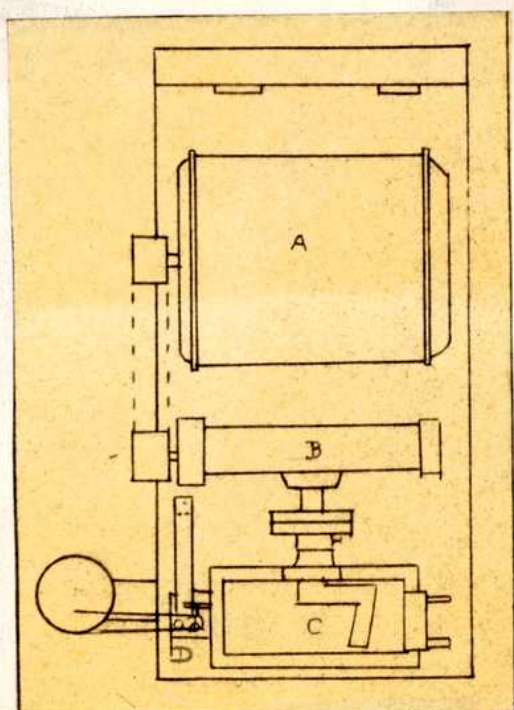
La técnica del método está dividida en dos operaciones básicas: la primera consiste en obtener la pasta en una forma perfectamente establecida y la segunda es el ensayo propiamente dicho de obtención del alveograma.-

Nazalsyi (5) ha estudiado analítica y sumariamente cada una de las etapas del proceso de amasado y reposo de las pastas y su influencia sobre los resultados obtenidos en el alveógrafo, siendo sus trabajos la base de la técnica actual del método de Chopin.-

APARATOS.-

Amasadora registradora y extractora de pasta.-

En este aparato tiene lugar la formación de una pasta homogénea y la inscripción de un diagrama que indica la variación de consistencia de la misma durante el amasado. En la Fig. 2 puede verse un esquema en planta de la amasadora, que está compuesta de un motor eléctrico (A) con su inversor de marcha, un reductor de velocidad (B), la amasadora (C) y el registro ^{de} de consistencia (D).-



En la Fig. 3 se representa esquemáticamente un corte vertical de la amasadora y registrador de consistencia (D).-

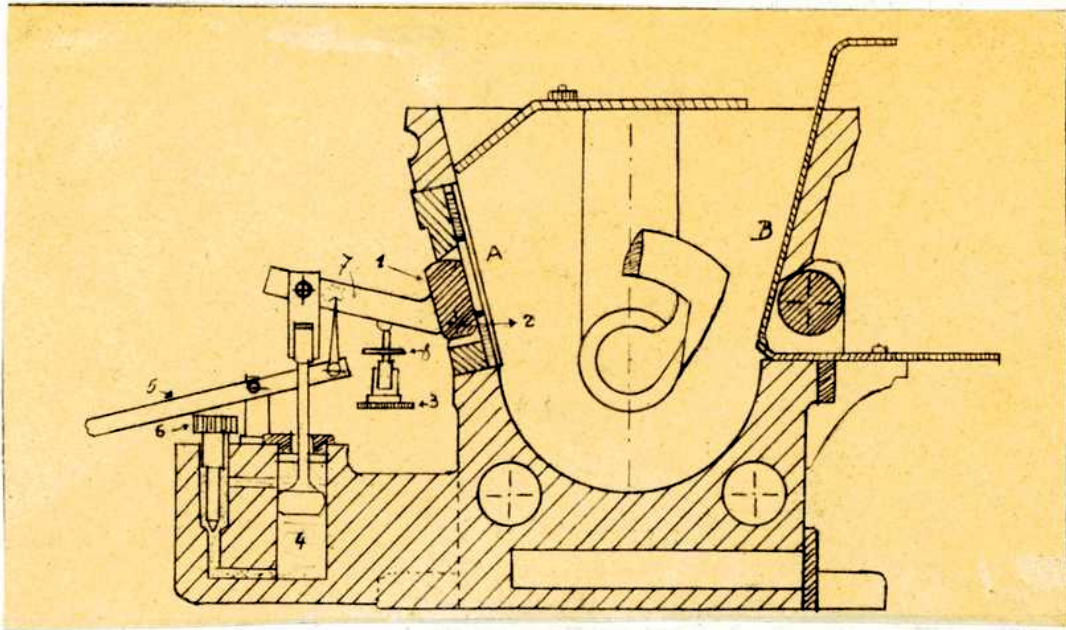


Fig. 3

La cuba, de la forma indicada en el esquema, tiene una paleta helicoidal que está unida al reductor de velocidad por un acoplamiento movable y que puede ser retirada quitando la parte superior de la guía.

El cuerpo de la amasadora tiene un sistema de calefacción eléctrico regulable con un reóstato colocado en la parte posterior del tablero de control y además un sistema de circulación de agua para poder mantener la temperatura constante. En la cara A tenemos el registrador de consistencia y en la opuesta B el dispositivo de extracción. Se pasa del registro de consistencia a la extracción invirtiendo el sentido de la marcha de la amasadora.

El registrador de consistencia, como puede verse en la figura, consta de una parte de la pared, movable, sobre la cual es comprimida la pasta durante el amasado y donde se ejerce una presión variable a medida que la pasta va tomando mayor o menor consistencia. Esta variación de presión es transmitida por un juego de palancas a una pluma que inscribe un gráfico sobre un tambor giratorio. El sistema de palancas está separado de la pasta por una membrana de caucho.

El juego de palancas está formado por una pieza oscilante (1) alrededor del eje (2) colocado en la parte plana del cuerpo de la ama-

sadora; esta pieza está vinculada a un juego de palancas, en cuyo extremo lleva la pluma, cuyo movimiento está controlado por un resorte (3) y por un amortiguador de aceite (4), regulable dentro de amplios límites mediante el tornillo (6).

La extracción de la pasta tiene lugar a través de una abertura rectangular en la pared B, que se tapa mediante un registro (7).

Alveógrafo.-

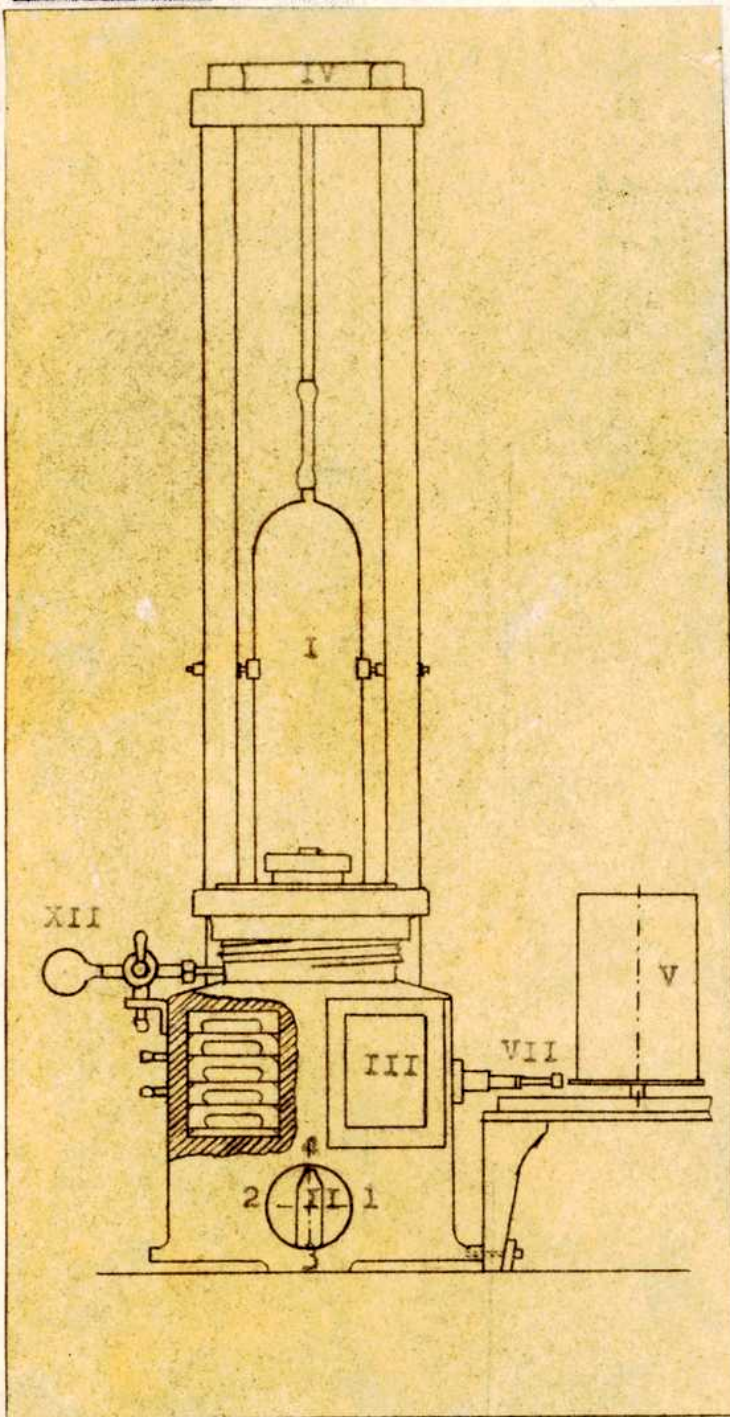


Fig. 4

En la Fig. 4 se muestra un esquema del alveógrafo de Chopin que consta esencialmente de un cuerpo metálico que lleva en la parte posterior un tubo de vidrio graduado (I), donde se mide el volumen de aire necesario para provocar la rotura de la probeta. Este aire es inyectado mediante un sistema de vasos comunicantes. En el frente está el comando central del aparato (II) que es un árbol de levas que acciona un juego de resortes y que en la posición 1 fija el tambor registrador (V) mediante un tope (VII). En la posición 2 permite, simultáneamente, la entrada de agua en el tubo graduado y la rotación del tambor; en la posición 3 frena el tambor

y cierra el acceso de agua; la posición 4 es similar a la 2. En la parte superior lleva una platina (VIII) que puede verse en detalle en la

Fig. 5. Esta consta de una parte fija (a) y otra móvil (b) que están

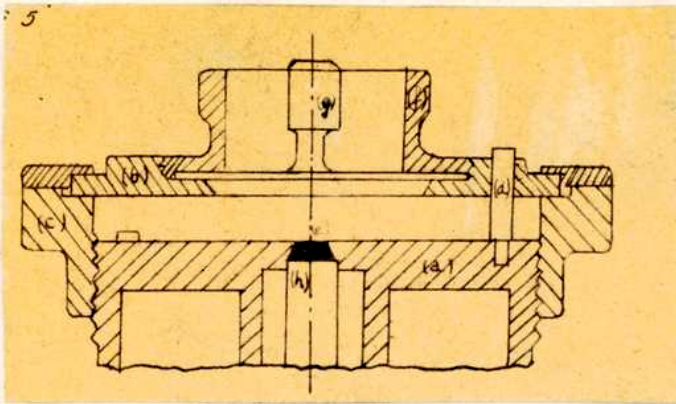


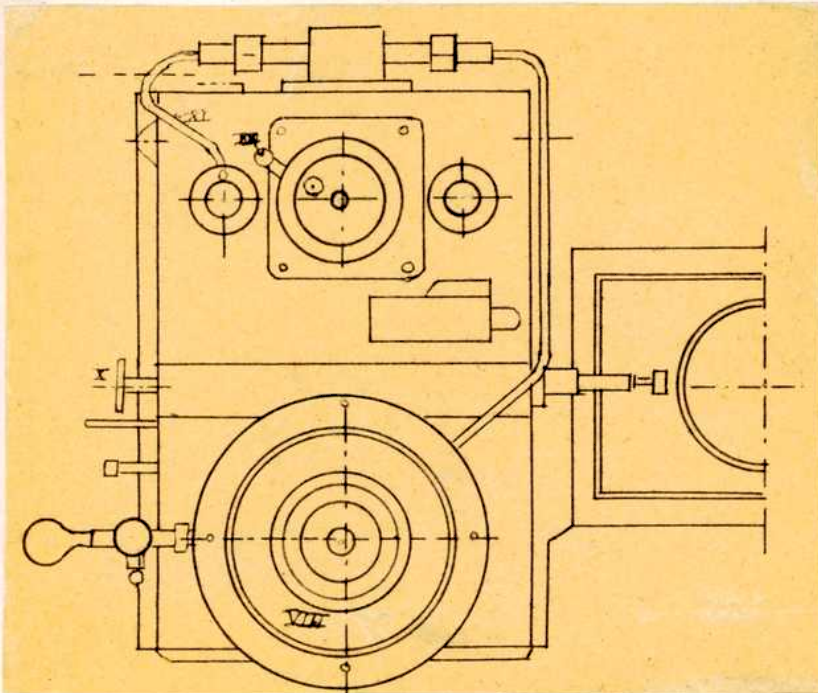
Fig. 5

vinculadas entre sí por el aro a rosca (c); mediante tres espigas similares a (d) se impide el movimiento de rotación de la parte móvil (b).-

La parte fija lleva en su centro una abertura circular (e) que se cierra mediante un tapón metálico tronco-cónico (h). La parte móvil está cerrada por una tapa metálica removible (g) que se fija mediante el aro roscado (f).-

Haciendo girar el aro (c) se aplasta la probeta en forma progresiva y con igual intensidad en toda su superficie, obteniéndose de este modo un espesor fijo y uniforme.-

En el cuerpo del alveógrafo también se encuentran el sistema de calentamiento y dos cámaras de reposo (III) para las probetas de pasta.-



En la Fig. 6 puede apreciarse la platina, el tornillo regulador de entrada de agua, las conexiones del circuito de aire (XI) y el termo regulador (X).

Fig. 6

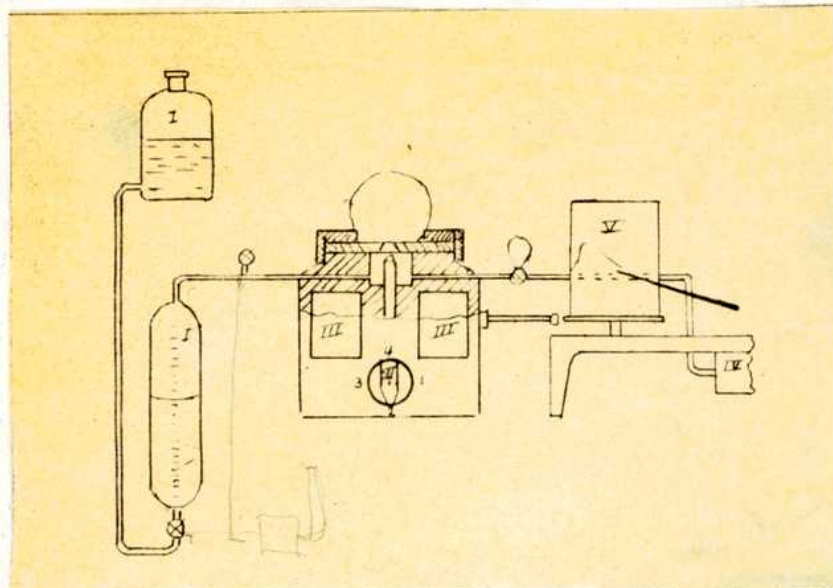


Fig. 7

En la Fig. 7 puede verse el circuito del aparato en forma esquemática y en ella puede apreciarse el sistema de vasos comunicantes, mediante el cual se inyecta el aire que provoca la deformación de la probeta, con su derivación al manómetro

que registra la variación de presión del sistema en función del tiempo. El manómetro registrador es un diafragma conectado a un juego de palancas que acciona la pluma que inscribe el gráfico en el tambor.-

La temperatura de trabajo de ambos aparatos es de 25°C y las experiencias se efectuaron en una habitación cuyo ambiente estaba acondicionado a esa temperatura y con 60 % de humedad relativa.-

CONTROL DE LOS APARATOS.-

Control de la amasadora registradora.-

Regulación de la tensión del resorte.- Para regular la tensión del resorte (3) se elimina la acción del amortiguador de aceite destornillando por completo el tornillo (6). En el extremo de la palanca (7) se coloca mediante una varilla que acompaña al aparato, una pesa de 100 g. y bajo la sollicitud de este peso la pluma (5) debe alcanzar la división 70 del gráfico de consistencia. Variando la longitud del tornillo (8) puede conseguirse la tensión requerida.-

Amortiguamiento del freno de aceite.- El amortiguamiento está definido como el tiempo que tarda en caer la pluma desde la división 100 a la 50 del diagrama de consistencia. Según se quiera obtener una banda del diagrama de consistencia ancha o angosta, se regula el amortiguamiento a 4 segundos en el primer caso o a 40 segundos en el segundo. Esta regulación, como ya se dijo, se efectúa girando en un senti-

do u otro el tornillo (6) Fig. 3. Debe cuidarse que en el amortiguador no haya burbujas de aire y que la temperatura del aparato sea de 25° C.-

CONTROL DEL ALVEOGRAFO.-

Regulación de la velocidad de entrada de agua.- Previamente se controla la lectura 0 del tubo graduado colocando el frasco de Mariotte sobre la mesa (que debe estar bien nivelada) y agregando o quitando agua se enrasa el aparato.- Se cierra el aparato colocando la llave del comando central en la posición 1 y se coloca el frasco de Mariotte en la repisa (VI). Se pasa la llave a la posición 2 y simultáneamente se pone en marcha un cronógrafo, registrándose el tiempo que tarda el agua en llegar a la división 25 del tubo graduado y que debe ser igual a 25 seg. Si este tiempo es distinto del indicado, se regula el caudal mediante el tornillo IX (Fig. 5) que acciona una válvula, hasta que la velocidad de ascenso se ajuste a este valor.-

Velocidad del tambor registrador.- Debe de ser de 47 seg. para un giro completo y también es regulable.-

Control de cierre hermético.- Se coloca la llave del comando en la posición 1, se tapa el orificio de la platina, se coloca el frasco de Mariotte en la repisa y pasando la llave a la posición 2 se observa que durante 1 minuto no haya variación del volumen de agua que entra en el frasco graduado.-

Control del manómetro registrador.- Para controlar este dispositivo se usa un manómetro de agua N que se une mediante tubos de goma y una derivación en forma de T al robinete M del alveógrafo y al manómetro registrador en la disposición indicada en la Fig. 8. Se coloca la lla-

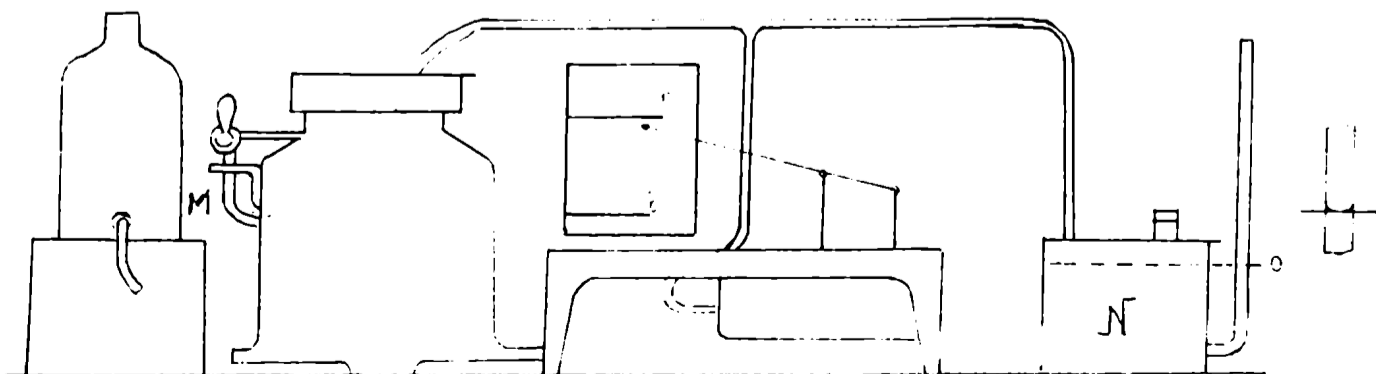


Fig. 8

ve del comando en la posición 4 de manera de tener todo el sistema a la presión atmosférica y se enrasa el manómetro de agua. En el tambor registrador se traza la línea correspondiente a la presión atmosférica. Con el dedo índice se obtura el orificio de la platina, se coloca la llave del comando en la posición 1 y el frasco de Mariotte sobre un taco de 100 mm. de altura, se traza la línea correspondiente a esta presión de agua en el tambor registrador y simultáneamente se lee esta en el manómetro de agua. Se repite la operación colocando el frasco de Mariotte a distintas alturas, procediendo cada vez a leer las presiones y trazar las líneas correspondientes; luego se mide la distancia en milímetros desde la línea de la presión atmosférica a las correspondientes a las distintas lecturas del manómetro de agua. Con estos valores se calcula el factor de corrección K que es el valor de la presión de agua expresada en milímetros, correspondiente a 1 mm. de longitud del gráfico en sentido vertical.-

$$K = \frac{\text{presión en mm de agua}}{\text{distancia en mm del gráfico}}$$

El valor de K hallado para el aparato usado en la experiencia fué igual a 0,95.-

Valores que se obtienen en alveograma.-

Ya se ha mencionado previamente (pág. 3) el criterio adoptado por Chopin para juzgar el valor panadero de las harinas y veremos ahora cuales son los valores que se obtienen en el alveograma y la manera de calcularlos:

Indice de tenacidad P. Se determina sobre el gráfico midiendo la distancia en milímetros de la ordenada t_1P , corrigiendo su valor multiplicándolo por el factor de corrección manométrica K del aparato. Su valor se expresa en mm de agua.-

Indice de extensibilidad G. Está indicado directamente en el tubo graduado del aparato; corresponde a la raíz cuadrada del volumen de aire desalojado, tomándose como valor la media aritmética de cinco determinaciones.

Trabajo de deformación W. Para determinar su valor se traza el diagrama medio correspondiente a las cinco determinaciones mencionadas en el párrafo anterior y con ayuda de un planímetro se mide su superficie en cm^2 . Su valor se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{K \times C \times S}{L} \quad \text{donde}$$

K = constante de corrección manométrica del aparato.

S = superficie del diagrama en cm^2 .

L = longitud en mm de la abcisa OQ (Fig.1).

C = factor que ha sido calculado teniendo en cuenta el trabajo en ergios correspondiente a 1 cm^2 del diagrama y el peso sensiblemente constante de la probeta X; su valor está dado en la tabla I en función del índice G.-

El valor de W se expresa en ergios por gramo de pasta.-

Significado de los resultados.-

El índice de tenacidad P, en el ensayo es la medida de la presión máxima que soporta la probeta de pasta y es un índice del valor de la capacidad de absorción de agua por la harina.-

El índice de extensibilidad C, como ya hemos visto, es el valor correspondiente a la raíz cuadrada del volumen de aire necesario para provocar la rotura de la probeta e indica la aptitud de la harina para dar un pan bien desarrollado. En otros términos, es un índice de las propiedades plásticas del gluten.

El trabajo de deformación W, es el trabajo en ergios necesario para deformar un gramo de pasta en las condiciones de la experiencia e incluye dentro de su valor los esfuerzos elásticos y plásticos que se desarrollan durante la deformación de la probeta de pasta hasta pro-

TABLA I

VALOR DE C EN FUNCION DEL INDICE G.

<u>G</u>	<u>C</u>	<u>G</u>	<u>C</u>	<u>G</u>	<u>C</u>
10.0	120	18.8	474	24.6	726
10.5	132	19.0	485	24.8	738
11.0	145	19.2	492	25.0	750
11.5	159	19.4	498	25.2	762
12.0	173	19.6	504	25.4	775
12.5	187	19.8	510	25.6	787
13.0	203	20.0	516	25.8	799
13.5	219	20.2	520	26.0	811
14.0	235	20.4	524	26.2	824
14.5	252	20.6	528	26.4	837
15.0	270	20.8	532	26.6	849
15.2	277	21.0	535	26.8	862
15.4	284	21.2	538	27.0	875
15.6	292	21.4	540	27.2	888
15.8	299	21.6	542	27.4	901
16.0	307	21.8	544	27.6	914
16.2	315	22.0	546	27.8	928
16.4	323	22.2	548	28.0	941
16.6	331	22.4	550	28.2	954
16.8	339	22.6	552	28.4	968
17.0	346	22.8	554	28.6	982
17.2	354	23.0	556	28.8	995
17.4	363	23.2	558	29.0	1009
17.6	372	23.4	560		
17.8	380	23.6	562		
18.0	389	23.8	564		
18.2	398	24.0	566		
18.4	406	24.2	568		
18.6	415	24.4	570		

desarrollan durante la deformación de la probeta de pasta hasta provocar la rotura de la burbuja que se forma. Es por esta razón que este valor se toma como una expresión del valor industrial de una harina.-

Técnica operatoria.-

A continuación se dará una descripción de la técnica empleada en los ensayos efectuados describiendo en primer término el ensayo común de las pastas y luego el correspondiente a pastas fermentadas:

a).- Pastas sin fermentar.-

Se tamiza previamente la muestra de harina que se va a ensayar y sobre 10 g. se determina el porcentaje de humedad de la misma, en una estufa a 105°C durante una hora.-

Se pesan 250 g. de la muestra con aproximación de 0,1 g. y se colocan en la amasadora, que debe estar a una temperatura de 25°C. En una probeta se coloca la cantidad de solución de ClNa al 2,5 % correspondiente en cada caso, según la humedad de la harina y que puede verse en la tabla II.-

Se pone en marcha la amasadora y simultáneamente con el agregado de la solución se comienza a registrar la curva de variación de consistencia de la pasta durante el amasado. El agregado de la solución debe de hacerse en forma continua y uniforme, en sentido paralelo al eje de la paleta de la amasadora, en un tiempo de 20 segundos. Luego de incorporada la solución, con ayuda de una espátula, se limpian bien las paredes de la amasadora de manera que la harina proyectada sobre las mismas se incorpore al resto de la pasta. Con ayuda de una tapa metálica (9) (Fig. 3) que se fija mediante un tornillo (10), se cubre la amasadora y se inscribe el gráfico de consistencia hasta completar 6 minutos desde el instante en que se inicia la operación. Esta primera parte de agregado y limpieza de la amasadora debe de hacerse en un tiempo no mayor de 90 segundos.-

Mientras se completan los 6 minutos de amasado se prepara una lámina de vidrio bien plana y los platillos metálicos de las cámaras de reposo del alveógrafo, untándolos con aceite comestible común, para evitar que la pasta se pegue a estos.-

TABLA II

<u>Humedad</u>	<u>Solución</u> <u>cc.</u>	<u>Humedad</u> <u>%</u>	<u>Solución</u> <u>cc.</u>
0.0	152.5	14.0	125.2
.2	151.5	.2	125.4
.4	150.7		124.5
.6	149.0		123.5
.8	149.0	.8	122.5
9.0	148.1	15.0	121.9
.2	147.2	.2	121.0
.4	146.3	.4	120.1
.6	145.4	.6	119.3
.8	144.5	.8	118.4
10.0	143.5	16.0	117.5
.2	142.6	.2	116.6
.4	141.7		115.8
.6	140.9	.6	114.9
.8	140.0	.8	114.0
11.0	139.4	17.0	113.1
.2	138.5		112.2
.4	137.7		111.4
.6	136.8		110.5
.8	135.9	.8	109.6
12.0	135.0	18.0	108.8
.2	134.1	.2	107.9
.4	133.2	.4	107.0
.6	132.3	.6	106.1
.8	131.4	.8	105.2
13.0	130.6	19.0	104.4
.2	129.7	.2	103.5
.4	128.8	.4	102.6
.6	127.9	.6	101.7
.8	127.1	.8	100.9

Una vez que se ha cumplido el período de amasado indicado, se invierte el sentido de rotación de la amasadora, se levanta el registro que tapa la ranura por donde se extrae la pasta.

Debido a la forma especial de la paleta, al invertir la marcha, la pasta es comprimida frente a la ranura de salida, dando lugar a la formación de una banda de dimensiones suficientes, para obtener los pastones que se utilizan para formar las probetas. Cuando comienza a salir la pasta se desprecian los primeros dos centímetros, cortándolos con un cuchillo aceitado y se coloca una lámina metálica, también aceitada, en las guías que están frente a la ranura de salida y que lleva una marca que indica el tamaño a que debe cortarse cada pastón. En total se extraen cinco pastones que se colocan sobre la lámina aceitada y se uniforma su espesor con ayuda de un marco y un rodillo metálicos que dejan una luz aproximada de 5 mm.

Para obtener un espesor uniforme basta pasar el rodillo 10 veces con un movimiento de vaivén, cuidando que éste se haga paralelamente al sentido de extracción de la pasta. Una vez uniformado el espesor, se cortan las probetas de forma cilíndrica, con ayuda de un sacabocados de 47 mm. de diámetro interior y se colocan en los platillos del alveógrafo, llevándolos a las cámaras de reposo del mismo, colocados en el mismo orden en que fueron extraídos de la amasadora.-

En la Fig. 9 se muestra esquemáticamente la forma en que se cortan y se colocan las probetas en los platillos.-

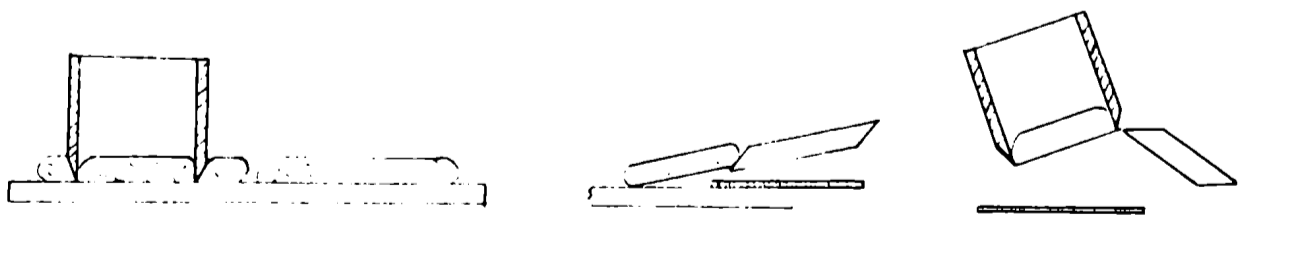


Fig. 9

En las operaciones de extracción y corte de las mismas debe evitarse todo contacto con las manos y debe tenerse sumo cuidado de no dañar las probetas con el cuchillo con que se ayuda a la colocación

de las mismas sobre los platillos o luego al colocarlas sobre la platina del alveógrafo.-

Cuando han transcurrido 26 minutos desde el momento en que se inició la operación, tiene lugar la segunda parte del ensayo, o sea la obtención del alveograma.-

En el mismo orden en que se han extraído las probetas de la amasadora, se ensayan en el alveógrafo en la siguiente forma:

Se coloca la probeta sobre la platina, previamente aceitada, se tapa y se apretan las dos partes que la componen, girando la superior las dos vueltas que le permite la rosca. Esta operación debe durar 20 segundos. Se retira la tapa y se fija la llave del comando en la posición 1; mediante la perilla de goma XII (Fig. 4), se inyecta una pequeña cantidad de aire para despegar la probeta, se coloca el frasco de Mariotte sobre la repisa del aparato, se pone en marcha el reloj del tambor registrador y se pasa la llave a la posición 2. Es necesario tener cuidado inyectar siempre la misma cantidad de aire con la perilla, pues de no hacerse así se pueden tener datos aparentemente discordantes, sobre todo en lo referente a los valores de P y W.-

Con la llave del comando en la posición 2, al penetrar el aire se deforma la probeta y se inscribe el gráfico de variación de presión y se interrumpe su penetración cuando se nota que se rompe la pared de la burbuja que se forma. Se rechazan todas aquellas probetas en que se note la existencia de pequeñas burbujas de aire en las paredes o que acusen presencia de grumos, pues estas probetas arrojan resultados erróneos; lo mismo se hace con todas aquellas que a juicio del operador presenten alguna duda sobre su homogeneidad.-

Luego de ensayadas las cinco probetas se determina la media aritmética de los valores individuales del índice G; obtenido este valor promedio se repite la operación del ensayo sin colocar ninguna probeta en la platina y se marca el valor correspondiente en el gráfico.-

El ensayo completo de una harina por este método puede tener una duración de 36 minutos cuando es efectuado por un operador experimentado.

b).- Pastas fermentadas.-

Como en el caso anterior de pastas no fermentadas, se determina la humedad de la harina y de acuerdo con los valores de la tabla I se mide la cantidad correspondiente de agua de hidratación, se divide a ésta en dos porciones y en una de ellas se disuelven 3,2 g. de Cl Na y en la restante se suspenden 2,5 g. de levadura.-

La técnica operatoria es similar al caso anterior y también son válidas las mismas precauciones ya indicadas.-

Antes de iniciar el amasado de los 250 g. de harina, se unen las dos soluciones de Cl Na y levadura y se vierten en la amasadora en la forma ya indicada, y se efectúa el amasado durante los 6 minutos estipulados a la temperatura de 25° C inscribiendo el correspondiente gráfico de consistencia.-

Terminado el período de amasado se retira la pasta resultante de la amasadora, cuidando de no estirarla excesivamente y se coloca en una estufa a 31° C con la atmósfera saturada de humedad. Se deja fermentar durante el tiempo estipulado para cada caso y se lleva nuevamente a la amasadora, donde se amasa durante dos minutos sin inscribir el gráfico de consistencia, con el objeto de eliminar todo el CO₂ producido durante la fermentación.

A continuación se inscribe el gráfico de consistencia durante cuatro minutos y se prosigue el ensayo como en el caso anterior, con la diferencia que el tiempo de reposo de las probetas es de 10 minutos antes de ensayarlas en el alveógrafo.-

Dosificación del Bromo.-

La dosificación del bromo se efectuó utilizando el método oficial de la Oficina Química Municipal de la Ciudad de Buenos Aires, que es también Método Oficial del Ministerio de Agricultura de la Nación y que ha sido estudiado por Cattaneo y Viggiano (3).-

Este método se basa en la determinación colorimétrica de la concentración de una solución de azul de bromofenol, formado por la reacción del bromo con el rojo fenol en las condiciones establecidas por los autores.-

A grandes rasgos el método consiste en la calcinación de un peso determinado de harina, en presencia de carbonato de sodio, para fijar el halógeno; luego se lo libera por oxidación con cloramina T (sal sódica del p-toluen sulfanida monoclorado) en presencia del rojo fenol (fenolsulfonftaleína) sobre el cual se fija, habiéndose llevado previamente la solución a un pH = 5.0 con un buffer (ácido acético-acetato de sodio).

Mediante un fotómetro de Pulfrich, previamente calibrado con soluciones de concentración conocida, se determinan las transparencias, deduciéndose de estos valores el contenido de halógeno de la muestra.-

El contenido de bromo se expresa en miligramos por kilo de harina seca.-

Nómina de las muestras.-

Para poder llevar a cabo la experiencia con harinas de origen conocido, se eligieron el mayor número posible de muestras de un trigo semiduro, Klein Acero, y uno duro, Klein Otto Wulff, de la cosecha 1939-40, que son dos de las variedades que se cultivan en mayor escala y cuya pureza fué certificada por el Laboratorio de Calidad Industrial dependiente de la Comisión Nacional de Granos y Elevadores del Ministerio de Agricultura de la Nación.-

Debido a dificultades ajenas al Laboratorio mencionado, sólo fué posible determinar la zona de procedencia en lugar de la localidad de origen, como hubiera sido de desear; no obstante ello se pudo reunir un lote con suficientes garantías de pureza como para poder efectuar el trabajo propuesto.-

Preparación de la harina.-

Obtenidas las muestras de trigo ya señaladas, se procedió al acondicionamiento y molienda de las mismas.-

El acondicionamiento del trigo se efectúa agregando 24 horas antes de la molienda la cantidad de agua necesaria para llevar la humedad del mismo a un valor del 15 %.-

La razón de este agregado es debido a que con el contenido normal

de humedad del trigo (12-13%) la corteza del mismo es muy friable, mientras que cuando este valor alcanza el 15 % es más elástica, permitiendo que al romperse el grano no se incorpore en grandes proporciones al producto de la molienda.-

La operación se efectúa determinando previamente la humedad sobre 10 g. de harina integral, de trigo limpio, durante una hora en estufa a 105°C. Obtenido el valor del contenido de humedad, se coloca el trigo en un recipiente, se le agrega la cantidad de agua necesaria en cada caso y se cierra herméticamente, dejándolo 24 horas en reposo antes de proceder a su molienda.-

Esta se efectuó en un molino experimental Buhler, que está compuesto de dos juegos de rodillos, uno liso y otro acanalado, con paso regulable. En el primer juego (acanalado) tiene lugar la rotura del trigo y en el segundo la reducción de las sémolas obtenidas. El molino está provisto de un sistema de poleas elevadoras, con una disposición tal que la molienda pasa tres veces sobre cada juego de rodillos. Los productos obtenidos pasan a un juego de tamices vibratorios, donde se separan los distintos componentes de la misma.-

La capacidad mínima de este molino es de 500 g. de trigo.-

Una vez obtenida la harina, se determina el grado de extracción de la misma y se dejó madurar durante 24 horas, antes de proceder a su ensayo por el método de Chopin, separando una pequeña cantidad para efectuar las determinaciones de halógeno y de humedad.-

Resultados experimentales.-

En la tabla III se dan los valores experimentales correspondientes a los índices P y G, al trabajo de deformación W y el contenido de bromo de cada muestra, indicando también su zona de procedencia y el grado de extracción de la harina, para cada una de las variedades ensayadas.-

En las figuras 10 y 11 se muestran los alveogramas típicos de cada variedad, ambos en tamaño natural.

<u>Mues- tra</u>	<u>Variedad</u>	<u>Zona</u>	<u>C. Ext. %</u>	<u>Br mg/kg</u>	<u>P</u>	<u>G</u>	<u>W</u>
1	Klein Acero	Rosafé	60.0	3.5	61	26.8	167
2	"	"	60.0	4.1	56	26.8	136
3	"	Bs Aires	61.5	4.7	75	20.8	145
4	"	Rosafé	63.5	5.1	89	21.3	176
5	"	Bs Aires	61.5	5.4	66	25.3	174
6	"	Rosafé	60.0	5.7	53	26.2	113
7	"	Bs Aires	62.5	6.0	67	24.7	160
8	"	"	61.5	6.8	69	24.1	157
9	"	Rosafé	61.0	6.8	60	25.7	142
10	"	"	63.0	7.4	64	25.2	160
11	"	"	60.3	7.5	55	25.2	117
12	"	"	62.2	8.8	59	25.7	142
13	"	"	63.0	8.9	62	26.4	156
14	"	"	62.5	9.5	60	25.9	143
15	"	"	62.0	12.2	59	25.7	133
16	"	"	60.0	12.4	60	28.6	194
17	"	"	63.0	14.1	58	26.7	141
18	"	"	60.0	14.1	58	25.9	140
19	"	"	60.0	14.1	57	25.3	134
20	"	"	60.0	14.3	61	24.4	141
21	"	"	60.5	14.3	122	20.2	269
22	"	"	60.0	16.7	53	26.4	116
23	"	"	60.0	16.7	54	26.8	140
24	"	"	62.5	17.3	53	26.8	129
25	"	"	63.5	18.3	75	22.9	202
26	"	"	63.0	18.3	78	22.0	171
27	"	"	60.0	19.8	62	25.5	167
28	K. Otto Wulff	Bs Aires	60.0	3.6	136	23.0	458
29	"	"	60.0	3.9	130	21.3	424
30	"	"	60.0	4.6	141	22.8	566
31	"	"	61.0	5.8	150	19.4	504
32	"	"	61.5	5.7	154	21.8	549
33	"	"	60.8	6.0	128	21.5	429
34	"	"	60.0	6.0	139	22.5	538
35	"	"	60.6	6.4	139	20.2	462
36	"	"	62.0	6.4	126	23.0	463
37	"	"	60.3	6.9	126	22.2	417
38	"	"	60.0	6.9	126	22.2	417

TABLA IV

MUES -TRÁ	Br. mg/kg	G° de Extrac- ción - %	Humedad de harina %	0 horas		1 horas		2 horas		3 horas					
				i	G	P	G	P	G	P	G				
1	3.4	63.5	14.6	61	22.5	117	51	18.1	87.5	48	18.2	86	47	18.0	86
2	3.4	60.0	15.0	70	24.4	164	60	22.3	129	55	20.6	120	54	20.0	110
3	3.5	60.0	14.6	63	23.6	173	52	23.2	125	51	22.1	135	--	----	--
4	4.1	60.0	15.0	67	25.2	174	56	24.0	141	57	21.7	133	57	22.0	134
5	4.7	61.5	14.8	101	16.1	148	100	14.8	137	100	14.3	142	95	13.2	115
6	5.1	63.0	14.6	84	22.0	204	60	18.9	123	55	20.8	117	58	17.5	104
7	5.4	61.5	15.6	76	22.5	183	72	21.0	146	73	20.0	139	64	20.9	137
8	5.7	60.0	14.7	70	23.9	160	61	22.2	131	--	----	---	43	21.5	100
9	6.0	62.5	15.0	89	20.7	195	71	17.6	135	63.5	18.2	123	66	17.3	121
10	6.8	61.5	16.0	86	19.5	157	74	17.0	116	74	16.2	111	66	16.7	99,6
11	6.9	63.0	14.9	87	22.2	216	64	20.8	143	56	18.1	101	55	19.2	112
12	7.4	61.0	14.2	56	22.9	126	41	22.2	84	43	20.5	90	43	20.9	97
13	7.5	60.3	15.0	67	22.0	179	56	20.3	123	42	20.4	95,5	44	18,4	73
14	8.8	62.2	15.4	70	24.2	195	61	21.8	139	51	21.5	120	55	22.0	141
15	8.9	63.0	15.4	100	20.2	235	72	18.3	153	68	18.3	126	60	19.7	122
16	12.2	62.0	14.8	95	22.6	222	76	22.0	187	72	20.2	168	65	20.7	158
17	12.4	60.0	15.6	65	23.3	233	73	21.1	170	54	23.2	143	55	22.1	132

12	7.4	61.0	14.2	56	22.9	126	41	22.2	84	43	20.5	90	43	20.9	97
13	7.5	60.3	15.0	67	22.0	179	56	20.3	123	42	20.4	95.5	44	18.4	73
14	8.8	62.2	15.4	70	24.2	195	61	21.8	139	51	21.5	120	55	22.0	141
15	8.9	63.0	15.4	100	20.0	235	72	16.3	133	68	18.3	126	60	19.7	122
16	12.2	62.0	14.8	95	22.6	222	76	22.0	187	72	20.2	168	65	20.7	158
17	12.4	60.0	15.6	65	23.3	233	73	21.1	170	54	23.2	143	55	22.1	132
18	14.1	60.0	14.2	56	23.4	131	56	21.3	120	46	20.6	98	--	----	--
19	14.3	63.0	15.0	82	21.7	176	67	19.4	135	58	18.3	105	59	20.3	108
20	14.9	60.0	14.1	110	19.1	204	79	17.1	123	72	17.8	118	65	14.5	90
21	16.7	60.0	15.0	78	24.5	214	60	21.7	146	61	21.8	142	57	22.1	141
22	16.7	60.0	15.0	60	24.2	177	61	21.4	135	56	21.8	136	--	----	--
23	18.3	62.5	14.8	50	24.1	113	38	22.8	89	35	22.9	81	32	22.4	77
24	18.3	63.5	14.6	66	25.4	200	59	20.2	131	59	19.4	131	59	20.9	132
25	19.8	60.0	14.0	70	23.8	176	57	22.5	122	45	22.4	95	48	18.2	85

en lo posible, en una forma constante y uniforme, condición difícil de efectuar si se hace con una probeta según lo indica el método.-

2.- Aun agregando uniformemente la solución, en ciertos casos no se obtiene una pasta homogénea, sino que presenta algunas porciones de harina que no han sido mojadas, lo que provoca más tarde al efectuarse el ensayo en alveógrafo, la formación de grumos cuyo inconveniente ya ha sido indicado.-

3.- Con pastas muy consistentes (trigos duros) la cantidad de masa que se extrae no es uniforme, dándose algunos casos en que las últimas porciones que se extraen, tienen una cantidad de pasta menor de la necesaria para formar las probetas -

4.- Sería ventajoso que el bulbo de vidrio del alveógrafo tuviese menor diámetro, obteniéndose de esta manera mayor distanciamiento entre las divisiones del mismo, lo que facilitaría las lecturas.-

5.- Al efectuarse la determinación del valor medio del índice G en el diagrama, como no se coloca ninguna probeta en la platina del alveógrafo, el valor que se obtiene es algo menor del verdadero.-

Conclusiones.-

De lo anteriormente expuesto, puede deducirse:

1º- que no existe una relación entre el contenido en bromo natural y la aptitud panadera de las harinas, juzgada esta última desde el punto de vista de los valores correspondientes a las propiedades plásticas y elásticas determinadas por el método de Chopin.-

2º- Los valores hallados para el contenido de halógeno encuadran dentro de los determinados en trabajos anteriores.-

3º- El método de Chopin no obstante ser muy ventajoso, no excluye la influencia del operador y es susceptible de las siguientes mejoras:

a).- El agregado de la solución salina sería conveniente efectuarlo con una bureta.-

b).- Modificando el diseño de la paleta de la amasadora podrían obtenerse pastas más homogéneas y la extracción de las mismas sería más uniforme, evitándose de esta manera el inconveniente ya señalado

con respecto a las pastas muy consistentes.-

c) Como ya se indicó, reduciendo el diámetro del bulbo de vidrio del alveógrafo, se facilitarían las lecturas por el mayor distanciamiento de las divisiones.-

e) En lugar de determinar el punto correspondiente al índice medio G con el aparato, sin colocar ninguna probeta, el error que se comete sería menor si en el diagrama correspondiente se marcara el valor promedio de L (longitud de la abcisa), levantando la normal en dicho punto hasta interceptar la curva PQ del alveograma.-



Dejo constancia de mi agradecimiento al Dr. Carlos Guerrero Estrella, padrino de esta Tesis, a la Comisión Nacional de Granos y Elevadores, y al Ing. J. Carlos Rojo, Jefe del Laboratorio de Calidad Industrial de dicha Comisión, que merced a su gentileza hizo posible la realización de este trabajo mediante la cesión del material e instrumental usado.-



Manuel...

B I B L I O G R A F I A

FOENBA.

- (1) CATTANEO Y VIGGIANO.- An. Asoc. Quim. Arg. V-28-p.213-1940.-
- (2) KARMAN-CATTANEO y VIGGIANO.-An.Asoc.Quim.Arg.-V.28-p.213-1940.-
- (3) HOUWINK.- "Elasticity plasticity and Structure of Matter" -
Cambridge at University Press - 1937 - p. 307.-
- (4) NAZALSYI.- Bon. des Anc. El. de l'Ec. Franc. de Mennerio-1934.-
- (5) CHOPIN.- " " " " " " " " " " -1937.-
- (6) CATTANEO Y VIGGIANO.- An. Asoc.Quim.Arg. Vol.26-p.1-1938.-

-----O-----