

**HARINA DE TRIGO. CARACTERISTICAS  
FISICAS DE LAS MASAS.  
PARTE 1: DETERMINACION DE LA ABSORCION  
DE AGUA Y PROPIEDADES REOLOGICAS  
USANDO EL FARINOGRAFO  
(ISO 5530-1: 1997, IDT)**

Wheat flour. Physical characteristic of doughs  
Part 1: Determination of water absorption  
and rheological properties using a farinograph

---

ICS: 67.060

1. Edición

Marzo 2002

**REPRODUCCION PROHIBIDA**

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.  
Teléf.: 830-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: nc@ncnorma.cu

## Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el NC/CTN 67 de Cereales. Legumbres y Productos Derivados, integrado por las entidades siguientes:

Instituto de Investigaciones de la  
Industria alimenticia (IIIA-MINAL)  
Unión Molinera, MINAL  
Instituto de Nutrición e Higiene de los  
Alimentos (INHA-MINSAP)  
Laboratorio CUBACONTROL S.A.  
Centro Nacional de Inspección de la Calidad  
(CNICA-MINAL)  
Ministerio de Comercio Interior  
Alimport (MINCEX)  
Unión Confitera  
Empresa de Cereales José Antonio Echeverría  
Oficina Nacional de Normalización

Empresa de Cereales Turcios Lima  
Empresa de Cereales Cienfuegos  
Empresa de Cereales Santiago  
Organización de Economía Estatal de  
Planificación  
Escuela Nacional de Panadería  
Empresa Cubana del Pan  
Empresa Alimenticia C. de La Habana  
Unión Complejo Agroindustrial Arrocero  
Ministerio de las Fuerzas Armadas  
Instituto de Investigaciones en Normalización  
(ININ-ONN)

- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la ISO 5530-1:1997 *Wheat flour- Physical characteristics of doughs- Part 1: Determination of water absorption and rheological properties using a farinograph*
- Sustituye a la NC 86-12:1985. Cereales. Harinas. Determinación de la absorción de agua y las características farinográficas.
- Consta del anexo A y B (informativo)

© **NC, 2002**

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC).**

**Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.**

**Impreso en Cuba**

**HARINA DE TRIGO. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS MASAS.  
PARTE 1: DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA Y PROPIEDADES  
REOLOGICAS USANDO EL FARINOGRAFO**

## **1 Objeto**

Esta Norma Cubana especifica un método para la determinación de la absorción de agua de la harina y su comportamiento durante el amasado, usando un farinógrafo.

El método es aplicable a harina de trigo (*Triticum aestivum* L)

## **2 Referencias normativas**

Las normas siguientes contienen disposiciones que, al ser citadas en el texto, constituyen a su vez disposiciones de esta Norma Cubana. Las ediciones indicadas estaban vigentes al momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a todos aquellos que realicen acuerdos sobre la base de ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee en todo momento la información sobre las Normas Internacionales, Regionales y Cubanas vigentes.

NC ISO 712:2002 Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia de rutina.

## **3 Definiciones**

A los fines de esta Norma, se aplican las siguientes definiciones:

### **3.1 consistencia**

Resistencia de la masa a ser mezclada en un farinógrafo a una velocidad constante especificada.

**NOTA:** Este valor es expresado en unidades arbitrarias (unidades farinográficas, UF)

### **3.2 absorción de agua: ( de la harina)**

Volumen de agua requerida para producir una masa a una consistencia máxima de 500 UF, bajo las condiciones de aplicación especificadas en esta norma.

**NOTA:** La absorción de agua es expresada en mililitros por 100 g de harina al 14% de humedad (m/m).

## **4. Principio**

Medición y registro, por medio de un farinógrafo, de la consistencia de la masa de agua y harina al irse formando, durante su desarrollo y sus cambios con el tiempo.

**NOTA:** La consistencia máxima de la masa es ajustada a un valor fijo, adaptando la cantidad de agua añadida. La correcta adición de agua, la cual es llamada agua de absorción, es usada para obtener una curva de mezclado completa, de características variadas, las cuales son una guía de las propiedades (fuerza) de la Harina.

## 5. Reactivos

5.1 Agua destilada o agua de pureza equivalente

## 6. Aparatos

Equipos que usualmente se utilizan en el laboratorio y en particular el siguiente:

**6.1 Farinógrafo<sup>2)</sup>** con un termostato, que consiste en un recipiente con agua a temperatura constante (ver anexo A).

Este equipo deberá tener las siguientes características operacionales:

- paletas de baja frecuencia rotacional ( $63 \pm 2$ )  $\text{min}^{-1}$  (rev/min); la relación de la frecuencia rotacional de las cuchillas del mezclador debe ser de  $1,50 \pm 0,01$ ;
- torque para la unidad del farinógrafo:
  - a) para mezclador de 300 g  
( $9,8 \pm 0,2$ ) mN. m/UF ( $100 \pm 2$ ) gf. cm / UF
  - b) para mezclador de 50 g  
( $1,96 \pm 0,04$ ) mN . m/ UF (  $20 \pm 0,4$ ) gf. / cm /UF
- velocidad de la carta: ( $1,00 \pm 0,03$ ) cm / min

## 6.2 Bureta

- a) Para mezclador de 300 g, graduada desde 135 ml hasta 225 ml, en divisiones de 0,2 ml.
- b) Para mezclador de 50g, graduada desde 22,5 ml hasta 37,5 ml, en divisiones de 0,1 ml.

El tiempo en que tiene que fluir el agua desde 0 ml hasta 225 ml o, desde 0 ml hasta 37,5 ml respectivamente, no debe ser mayor de 20 segundos.

---

<sup>2)</sup> Esta parte de la ISO 5530 ha sido redactada sobre la base del Farinógrafo Brabender. Esta información está dada para la conveniencia de los usuarios de esta parte de la ISO 5530 y la ISO no compromete el empleo único de este aparato. Otros equipos pueden ser usados si se puede demostrar que brindan resultados comparables.

### 6.3 Balanza

Capaz de pesar con precisión de 0.1g

### 6.4 Espátula

Hecha de material plástico, suave.

## 7 Muestreo

El muestreo no es parte del método especificado en esta norma. El muestreo recomendado está dado en la ISO 13690.

Es importante que el laboratorio reciba una muestra verdaderamente representativa y que no haya sido dañada o cambiada durante su transportación y/o almacenamiento.

## 8 Procedimiento

### 8.1 Determinación del contenido de humedad.

Determinar el contenido de humedad de la muestra de ensayo según el método especificado en la NC ISO 712.

### 8.2 Preparación del equipo

**8.2.1** Previo al uso del farinógrafo (6.1) encender el termostato y circular el agua, hasta que se alcance la temperatura requerida. Antes y durante su uso chequear las temperaturas del termostato y del mezclador, para este último, en el orificio previsto al efecto. La temperatura del mezclador deberá ser  $(30 \pm 0,2)^{\circ}\text{C}$ .

**8.2.2** Zafar la mezcladora del eje de transmisión y ajustar la posición del contrapeso(s) con el motor funcionando a la frecuencia rotacional especificada ( ver 6.1). hasta obtener cero deflexión del puntero. Apagar el motor y entonces acoplar la mezcladora.

Lubricar la mezcladora con una gota de agua entre la pared posterior y cada una de las paletas de la mezcladora. Chequear que la deflexión del puntero esté dentro del rango de  $(0 \pm 5)$  UF con las paletas de la mezcladora rotando a la frecuencia rotacional especificada, con la mezcladora vacía y limpia. Si la deflexión excede las 5 UF, limpiar cuidadosamente la mezcladora o eliminar cualquier otra causa de fricción.

Ajustar el brazo de la pluma hasta obtener idénticas lecturas en el puntero y la pluma registradora.

Ajustar el amortiguador de modo que con el motor andando, el tiempo requerido para el puntero ir desde 1000 UF a 100 UF sea de  $(1,0 \pm 0,2)$  s. Esto deberá resultar en un ancho de banda de aproximadamente 60 UF a 90 UF.

**8.2.3** Llenar la bureta (6.2), incluyendo la punta, con agua a temperatura de  $(30 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$  y enrasar.

### 8.3 Preparación de la Porción de Ensayo

Si es necesario llevar la harina a temperatura de  $(25 \pm 5)$  °C.

Pesar con precisión de 0,1g, el equivalente de 300 g ( para mezclador de 300g ) ó 50g (para mezclador de 50g) de harina con 14% de humedad (m/m). Siendo  $m$ , la masa en gramos, ver tabla 1 para  $m$  en función del contenido de humedad.

Colocar la harina en el mezclador, tapar éste y mantenerlo tapado hasta que finalice el mezclado (8.4.1) excepto cuando se añade el agua y la masa es raspada hacia abajo lo cual se hará en el tiempo más corto posible (A.2.2).

### 8.4 Determinación

**8.4.1** Mezclar a la frecuencia rotacional especificada ( ver 6.1) en 1 min o un tiempo ligeramente mayor. Comenzar a adicionar el agua de la bureta por el ángulo derecho de la tapa de la mezcladora dentro de los 25 s, cuando la línea del minuto total haya pasado por el puntero.

**NOTA:** Con el objetivo de reducir el tiempo de espera, el papel puede ser colocado hacia delante durante el mezclado de la harina. No mueva hacia atrás.

Añadir un volumen de agua cercano al esperado para producir una consistencia máxima de 500 UF (9.1). Cuando se forme la masa raspar los costados de la amasadora con la espátula (6.4), sin parar la mezcladora, incorporándole a la masa las partículas adheridas . Si la consistencia es muy alta, adicionar un poco más de agua para obtener su valor máximo (9.1) de aproximadamente 500 UF. Parar el mezclado y limpiar la mezcladora..

**8.4.2** Hacer tantos mezclados como sean necesarios, hasta que dos mezclados cumplan los requisitos siguientes:

- que la cantidad de agua adicionada haya sido completada dentro de los 25s.
- que la máxima consistencia (9.1) esté entre 480 y 520 UF y
- que el gráfico se haya continuado lo menos 12 min después del tiempo de desarrollo (9.2), si se va a reportar el grado de ablandamiento.

**Tabla 1— Masa de harina en gramos, equivalente a 300 g y 50 g con un contenido de humedad de 14% (m/m)**

Contenido de Humedad % (m/m)	Masa m de harina equivalente		Contenido de humedad % (m/m)	Masa m de harina equivalente	
	300 g	50 g		300 g	50 g
9.0	283.5	47.3	13.6	298.6	49.8
9.1	283.8	47.3	13.7	299.0	49.8
9.2	284.1	47.4	13.8	299.3	49.9
9.3	284.5	47.4	13.9	299.7	49.9
9.4	284.8	47.5	14.0	300.0	50.0
9.5	285.1	47.5	14.1	300.3	50.1
9.6	285.4	47.6	14.2	300.7	50.1
9.7	285.7	47.6	14.3	301.1	50.2
9.8	286.0	47.7	14.4	301.4	50.2
9.9	286.3	47.7	14.5	301.8	50.3
10.0	286.7	47.8	14.6	302.1	50.4
10.1	287.0	47.8	14.7	302.5	50.4
10.2	287.3	47.9	14.8	302.8	50.5
10.3	287.6	47.9	14.9	303.2	50.5
10.4	287.9	48.0	15.0	303.5	50.6
10.5	288.3	48.0	15.1	303.9	50.6
10.6	288.6	48.1	15.2	304.2	50.7
10.7	288.9	48.2	15.3	304.6	50.8
10.8	289.2	48.2	15.4	305.0	50.8
10.9	289.6	48.3	15.5	305.3	50.9
11.0	289.9	48.3	15.6	305.7	50.9
11.1	290.2	48.4	15.7	306.0	51.0
11.2	290.5	48.4	15.8	306.4	51.1
11.3	290.9	48.5	15.9	306.8	51.1
11.4	291.2	48.5	16.0	307.1	51.2
11.5	291.5	48.6	16.1	307.5	51.3
11.6	291.9	48.6	16.2	307.9	51.3
11.7	292.2	48.7	16.3	308.2	51.4
11.8	292.5	48.8	16.4	308.6	51.4
11.9	292.8	48.8	16.5	309.0	51.5
12.0	293.2	48.9	16.6	309.4	51.6
12.1	293.5	48.9	16.7	309.7	51.6
12.2	294.2	49.0	16.8	310.1	51.7
12.3	294.5	49.0	16.9	310.5	51.7
12.4	294.9	49.1	17.0	310.8	51.8
12.5	295.2	49.1	17.1	311.2	51.9
12.6	295.5	49.2	17.2	311.6	51.9
12.7	295.5	49.3	17.3	312.0	52.0
12.8	295.9	49.3	17.4	312.3	52.1
12.9	296.2	49.4	17.5	312.7	52.1
13.0	296.6	49.4	17.6	313.1	52.2
13.1	296.9	49.5	17.7	313.5	52.2
13.2	297.2	49.5	17.8	313.9	52.3
13.3	297.6	49.6	17.9	314.3	52.4
13.4	297.9	49.7	18.0	314.6	52.4
13.5	298.3	49.7			

**NOTA:** Los valores en esta tabla fueron calculados usando la siguiente fórmula:

a) para la masa, en gramos, equivalente a 300 g a 14% (*m/m*) contenido de humedad:

$$m = \frac{2500}{100 - H}$$

b) para la masa, en gramos, equivalente a 50g al 14% (*m/m*) contenido de humedad:

$$m = \frac{4\ 300}{100 - H}$$

donde H es el contenido de humedad de la muestra, como un porcentaje por masa.

## 9 Expresión de los resultados

**NOTA:** Para facilitar los cálculos puede ser usada la computadora. El farinógrafo puede ser modificado adicionando un circuito de salida para transferir los datos a la computadora. Con un software adecuado la computadora evalúa el diagrama de acuerdo a 9.1 a 9.4 y elabora el documento del diagrama y los resultados.

### 9.1 Cálculo de la absorción de agua

De cada una de las mezcladoras con una consistencia máxima entre 480-520 UF se deriva el volumen corregido  $V_c$ , en mililitros de agua, correspondiendo a una consistencia máxima de 500 UF por medio de la siguiente ecuación:

a) para mezclador de 300g:

$$V_c = V + 0,096 (C - 500)$$

b) para mezclador de 50g

$$V_c = V + 0,016 (C - 500)$$

donde:

V es el volumen, en mililitros, de agua añadida.

C es la consistencia máxima, en unidades farinográficas (ver figura 1), dado por:

$$C = \frac{C_1 + C_2}{2}$$

donde:

$C_1$  es altura máxima del contorno superior de la curva en UF.

$C_2$  es la altura máxima del contorno inferior de la curva en UF.



**NOTA:** En casos relativamente infrecuentes en que ocurren dos máximos, usar la altura del máximo mayor.

Usar para los cálculos de  $V_c$  valores de determinaciones por duplicado que no excedan entre ellos, 2.5 ml (para mezcladora 300g) o 0,5 ml (para mezcladora de 50g).

La absorción de agua del farinógrafo expresada en ml por 100g de harina a 14% (m/m) de contenido de humedad es igual a :

a) Para mezclador de 300g

$$(V_c + m - 300) \times 1/3$$

b) Para mezclador de 50g:

$$(V_c + m - 50) \times 2$$

donde:

$V_c$  es el resultado del valor medio de las determinaciones por duplicado del volumen corregido, en mililitros, de agua correspondiente a la máxima consistencia de 500 UF.

$m$  es la masa en gramos, de la porción de ensayo derivada de la tabla 1.

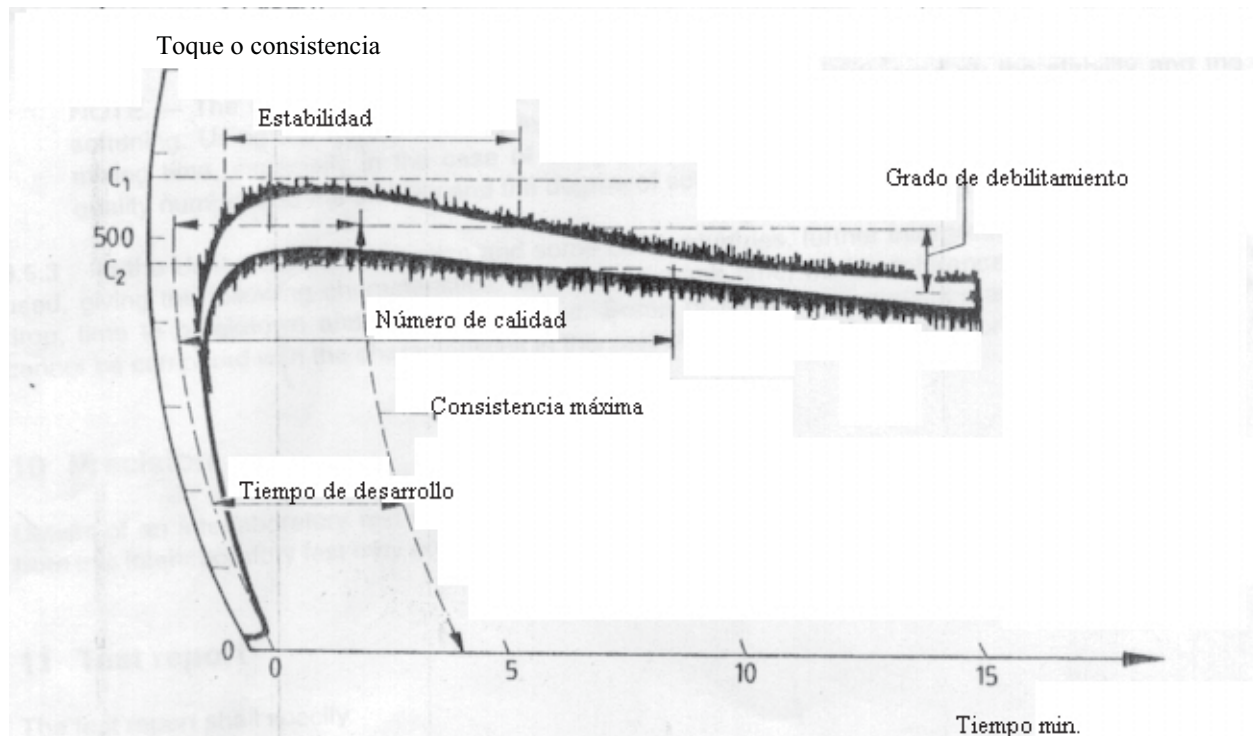
Reporte los resultados lo más cercano a 0,1 ml por 100

#### 9.4 Cálculo del tiempo de desarrollo de la masa

El tiempo de desarrollo de la masa es el tiempo desde el comienzo de la adición de agua al punto de la curva, inmediatamente antes de los primeros signos de decrecimiento de la consistencia (ver fig. I)

**NOTA:** En los casos infrecuentes, cuando dos máximos son observados utilice el segundo para medir el tiempo de desarrollo.

Tomar como resultado del tiempo de desarrollo la media de dos curvas lo más cercano posible a 0,5 min, previendo que la diferencia entre ellos no exceda 1 min para tiempos de desarrollo hasta 4 min o 25% del valor medio para tiempos de desarrollo mayores.



**Figura 1— Farinograma representativo mostrando los índices más comúnmente medidos**

### 9.3 Cálculo de la estabilidad.

Definir la estabilidad como la diferencia en tiempo lo más cerca posible a 0,5 min entre el punto en el cual la parte superior de la curva intercepta la línea de los 500 UF y el punto en el cual la parte superior de la curva abandona la línea de los 500 UF. Este valor en general da alguna indicación de la tolerancia de la harina al mezclado.

Cuando la consistencia máxima se desvíe de la línea de los 500 UF (ver 9.1) la línea de esta consistencia debe ser usada para leer las intercepciones.

### 9.4 Cálculo del grado de debilitamiento

El grado de debilitamiento es la diferencia en altura entre el centro de la curva al final del tiempo de desarrollo de la masa y el centro de la curva 12 min después de este punto (ver fig.1)

Tomar como resultado del grado de debilitamiento la media de dos curvas lo más cercano a 5 UF previendo que la diferencia entre ellos no exceda los 20 UF para grados de debilitamiento hasta 100 UF, o al 20% de su valor medio para valores más altos.

## 9.5 Otras características

**9.5.1** Las características de la curva dadas de 9.1 a 9.4 son derivadas estrictamente del gráfico que se registra (Fig.1).

**9.5.2** En algunos países se calcula el número de calidad. Este es la longitud, en milímetros a lo largo del eje del tiempo entre el punto de la adición de agua y el punto donde la altura del centro de la curva ha decrecido por 30 UF comparado con la altura del centro de la curva en el tiempo de desarrollo.

**NOTA:** El número de calidad debe ser reportado junto con, o en lugar de la estabilidad y del grado de debilitamiento. Usando el número de calidad en lugar del grado de debilitamiento y la estabilidad se acorta el tiempo total de mezclado especialmente en el caso de masas de harinas débiles. Hay una buena correlación entre el número de calidad y la estabilidad y el grado de debilitamiento respectivamente.

**9.5.3** En los Estados Unidos y algunos otros países se han hecho posteriores interpretaciones de la gráfica dando las siguientes características: tiempo de arribo, tiempo de pico, índice de tolerancia al mezclado, tiempo de partida, caída a los 20 min , tiempo de descomposición y valor calorimétrico. Algunas de estas características están definidas de otra forma y no pueden ser comparadas con las características en esta parte de ISO 5530. Estas son reportadas en las referencias (2) y (3).

## 10 Precisión

En el anexo B, son recopilados detalles de un ensayo interlaboratorios sobre la precisión del método. Los valores derivados de estos ensayos no podrán ser aplicados a otros rangos de concentración y matrices diferentes a los empleados.

## 11 Informe de ensayo

Este informe debe especificar:

- toda la información necesaria para la completa identificación de la muestra;
- método de muestreo utilizado si se conoce;
- método de prueba o evaluación usado con referencia a esta parte de la ISO 5530;
- tamaño del mezclador usado;
- tipo de harina;
- todos los detalles de operación no especificados en esta parte de la ISO 5530 o estimados como opcionales junto con detalles de cualquier incidente que haya podido influir en los resultados obtenidos;
- el resultado obtenido de la prueba; y
- si la repetibilidad ha sido chequeada, el resultado final obtenido.

## **Anexo A** (informativo)

### **Descripción del farinógrafo**

**PRECAUCION** – Deben de ser usadas correctamente, las medidas de seguridad instaladas por el fabricante. Estas medidas de seguridad detienen el movimiento del mezclador cuando no está tapada o si la parte frontal está separada de las paredes posteriores. Con instrumentos más antiguos que no poseen estas medidas de seguridad, considerar las siguientes precauciones:

- mantener los dedos y otros objetos fuera del alcance del mezclador en funcionamiento.
- mantener las corbatas, mangas, etc, fuera del alcance del eje de transmisión giratorio del farinógrafo.

**Tener cuidado de no dañar las paletas al introducir la espátula, con las cuchillas en movimiento, al comienzo del ensayo o durante la operación de limpieza, con el mezclador acoplada al farinógrafo y el motor en movimiento a la baja velocidad rotacional especificada.**

#### **A.1 Descripción general**

El farinógrafo consta de dos unidades:

- a) la unidad del farinógrafo propiamente dicha, constituida de un mezclador con una camiseta de agua, como medio para registrar la consistencia de la masa, en la forma de farinogramas, y una bureta (A.2);
- b) un termostato para la circulación de agua (A.3).

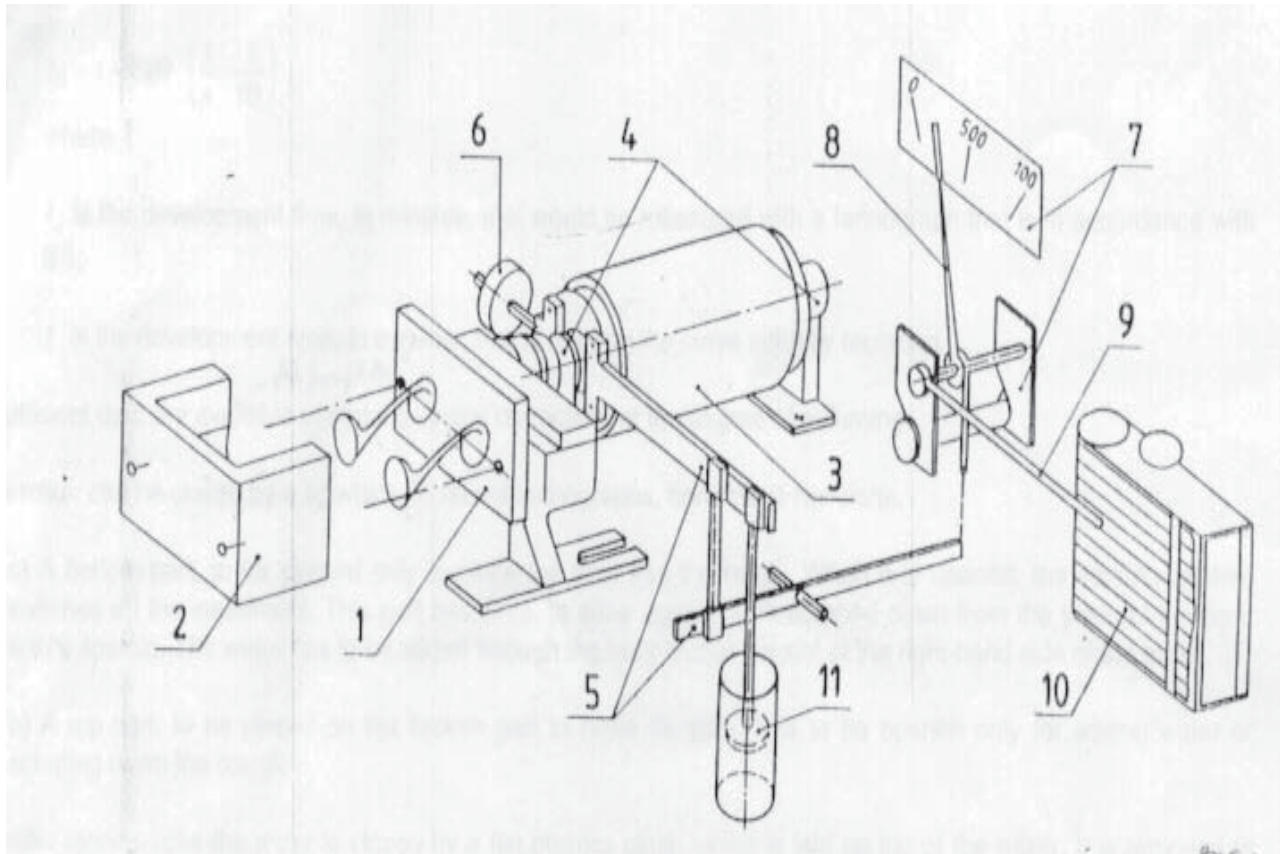
Los componentes del farinograma están ilustrados en forma de diagrama, en la figura A.1.

#### **A.2 Unidad del farinógrafo**

**A.2.1** El farinógrafo como unidad, está montado sobre una plato base pesado de hierro fundido, teniendo 4 tornillos de nivelación y consta de:

- a) una mezcladora con camiseta de agua, desmontable (A.2.2);
- b) un motor eléctrico que mueve a la mezcladora (A.2.3),
- c) un sistema de engranaje y palanca, actuando como un dinamómetro para medir el torque del eje de transmisión entre el engranaje y la mezcladora (A.2.3);
- d) un amortiguador para amortiguar el movimiento del dinamómetro (A.2.3);
- e) una escala, cuyo puntero es accionado por los movimientos del dinamómetro (A.2.3);

- f) un registrador cuya pluma es accionada por los movimientos del dinamómetro (A.2.4);
- g) una bureta para medir el volumen del agua, añadida a la harina



- 1- Pared posterior del mezclador con cuchillas mezcladoras
- 2- Parte restante del mezclador
- 3- Chumacera del motor y engranaje
- 4- Cojinete de bolas
- 5- Palanca
- 6- Contrapeso
- 7- Escala principal
- 8- Puntero
- 9- Pluma
- 10- Indicador
- 11- Amortiguador del registro

**Figura A.1 — Diagrama del farinógrafo**

**A.2.2** El mezclador es de dos cuchillas y está diseñada para mezclar masas de 300 g o 50 g de harina. Consta de dos partes:

- a) una placa trasera hueca a través de la cual circula el agua desde el termostato y en la parte de atrás una caja de engranaje que mueve las dos cuchillas del mezclador que se proyectan hacia delante a través de ésta placa trasera;
- b) el resto del mezclador, ejemplo, los dos lados, el frente y el fondo todo en una sola pieza, a través de la cual, circula el agua desde el termostato.

Las dos partes se mantienen juntas por medio de dos tornillos y tuercas con orejetas que pueden ser desmontados para la limpieza.

La cuchilla más lenta del mezclador es movida directamente por el eje del engranaje. Esta rota a una frecuencia de  $63 \text{ min}^{-1}$  en los farinógrafos más modernos. La cuchilla que rota más rápidamente está engranada, por una rueda dentada, para rotar a una frecuencia que es 1.5 veces la de la cuchilla más lenta.

**NOTA:** Los farinógrafos más antiguos eran construido con frecuencia rotacionales de eje de transmisión que difiere de los actuales valores normalizados de  $63 \text{ min}^{-1}$ . El efecto de la frecuencia rotacional en la determinación puede ser despreciable si está dentro del rango de  $59 \text{ min}^{-1}$  a  $67 \text{ min}^{-1}$ . Si está fuera de este rango una absorción de agua corregida puede ser obtenida sustituyendo una consistencia C por la consistencia standard a 500 UF. El valor de C puede ser calculado a partir de la frecuencia rotacional real n, en recíprocos de minutos, del eje de transmisión o de la cuchilla más lenta de la mezcladora, por medio de la ecuación

$$C = 500 + 200 \ln [n/63]$$

Si una consistencia C tiene que ser sustituida por la consistencia estándar, el tiempo de desarrollo varía de acuerdo a:

$$t_0 = t - 320 \left( \frac{1}{n} - \frac{1}{63} \right)$$

donde:

$t_0$  es el tiempo de desarrollo, en minutos, que puede ser medido en el farinógrafo, de acuerdo a 6.1.

t es el tiempo de desarrollo, en minutos, que se lee en la curva registrada.

Los datos insuficientes se aprovechan para hacer una corrección similar del grado de debilitamiento.

El mezclador se cierra con la tapa, la cual, en los más recientes equipos consiste en dos partes:

- a) La parte del fondo solo se abrirá para colocar la harina en el mezclador. Cuando ésta se abre el sistema de seguridad desconecta el instrumento. Esta parte tiene ranuras que per-

miten que la masa sea removida hacia debajo de los lados de la cámara con una espátula. El agua tiene que añadirse al final de la parte frontal de la ranura al lado derecho del mezclador.

- b) La tapa superior se coloca en la parte inferior para cerrar las ranuras. Se abrirá solamente para añadir agua o raspar la masa hacia abajo.

En los farinógrafos viejos, el mezclador se cierra con un plato plástico, el cual descansa sobre la parte superior del mezclador. Este es quitado para añadir agua y raspar la masa.

**A.2.3** El motor, su reducción y el engranaje del dinamómetro son colocados juntos en un carter. Desde el frente al fondo del carter el eje impulsor está soportado por cajas de bola; el carter sostiene este eje.

El eje desde su parte frontal mueve las paletas del mezclador.

La resistencia de la masa que va a ser mezclada provoca un torque en este eje, el cual, si no está balanceado puede causar rotación en el carter del motor.

El carter del motor lleva un brazo en un extremo el cual es conectado por un sistema de levas a la escala de la pluma registradora. Esto causa un conteo de los torques en el carter del motor, el cual está linealmente relacionado con la deflexión de la pluma registradora sobre la escala. El resultado es la deflexión de la escala de puntos y la pluma registradora si los dos torques balancean uno y otro proporcionalmente el eje de mando. Ej. La resistencia de la masa que está siendo mezclada. El operador puede escoger el torque correcto por unidad de deflexión (6.1) seleccionado:

- la efectividad apropiada del contrapeso en la cabeza de la escala; esto se hace manualmente pudiendo levantar el contrapeso y hacerlo inefectivo.
- la efectividad apropiada del a largo de la parte frontal del nivel bajo del brazo; esto se hace variando la posición del anillo entre la parte baja del brazo y el carter del brazo del motor.

Los instrumentos más recientes tienen ambas posibilidades para el ajuste. En los más antiguos hay solamente la segunda posibilidad.

El movimiento del carter del motor, sistema de nivelación y escala y pluma registradora son lubricadas por un pistón inmerso en aceite; el pistón está conectado al final del lado derecho del carter del motor. La extensión de la lubricación puede ser ajustada; una mayor lubricación da como resultado una curva más estrecha.

**A.2.4** El papel para el registrador es suministrado en forma de rollo. Se mueve por un motor eléctrico a una velocidad de 1.00 cm/min. A lo largo está impreso con una escala en minutos. A lo ancho lleva impresa una escala circular (radio 200 mm) con unidades arbitrarias (unidades farinográficas, UF), desde UF hasta 1000 UF.

### A.3 Termostato

El termostato normalmente consiste en un tanque con agua que contiene las partes siguientes:

- a) El elemento de calentamiento eléctrico.
- b) Un termostato para controlar el calentamiento de los elementos, capaz de mantener la temperatura de la mezcladora cerca de  $(30 \pm 0.2)$  °C. En condiciones de baja temperatura un ligero aumento de la temperatura del agua puede ser necesario; esto debe ser controlado con la misma precisión.
- c) Un termómetro.
- d) Una bomba y un agitador accionados por un motor. La bomba está conectada a la camisa de agua de la mezcladora por medio de mangueras flexibles, debe tener suficiente capacidad para mantener la temperatura de las paredes del mezclador a  $30 \pm 0.2$  °C. Para un mezclador de 300 g, el flujo del agua a través de la camisa debe ser al menos de 2.5 l/min (preferentemente 5 l/min o más), y para un mezclador de 50g al menos 1 l/min. Excepto en algunos modelos más recientes de farinógrafos, el recipiente lubricador puede también ser conectado a la bomba, sin embargo, el control de la temperatura de este recipiente no es realmente necesario si la viscosidad del aceite contenido en él es solo ligeramente sensible a la temperatura.
- e) Una o dos espirales de tuberías metálicas. Los farinógrafos fabricados recientemente, tienen dos espirales. Una es usada para refrescar el baño del termostato por un flujo ligero de agua. El agua destilada (5.1) debe ser bombeada a través del otro, dentro de la bureta para ajustar su temperatura (8.2.3). Si hay un solo espiral, puede ser usado para refrescar el baño del termostato, excepto bajo condiciones excepcionales. Si el enfriamiento del baño no es necesario, el agua destilada puede ser bombeada a través de un solo espiral para ajustar la temperatura.

### A.4 Calibración del Farinógrafo

La reproducibilidad de la determinación farinográfica está influenciada por el estado de calibración del farinógrafo y el mezclador usados en su conjunto.

El dinamómetro, sistema de palancas y escala del farinógrafo pueden ser ajustados para obtener buenos resultados. También la bureta puede ser calibrada. Sin embargo, no hay método para el ajuste absoluto del mezclador. Cada mezclador (o instrumento) debe ser comparado con otro mezclador (o instrumento) usando un rango de harinas.

Es posible tener un mezclador ajustado por el fabricante con su estándar. Con instrumentos viejos o deteriorados esto será imposible. Igualmente los resultados obtenidos del mezclador cambiarán con el incremento del uso. Para mantener resultados concordantes entre instrumentos, se requiere de chequeos frecuentes.



**Anexo B**  
(informativo)

**Resultados de las pruebas interlaboratorios**

Se llevaron a cabo pruebas interlaboratorios, entre 1989 y 1990, en el departamento de Cereales, Feed and Bakery Technology (IGMB) en Wageningen, Netherlands, de TNO de Investigación de Nutrición y Alimentos. Los resultados de la reproducibilidad de las medidas del farinógrafo están dadas en la tabla B.1 y están tomadas como referencia (4).

**Tabla B.1 — Precisión de los requerimientos del farinógrafo**

<b>Medición</b>	<b>Repetibilidad</b>	<b>Reproducibilidad</b>
Absorción de agua	0.52% (*)	1.60% (*)
Tiempo de desarrollo		
4 min	16 % del valor medio	48 % del valor medio
sobre 4 min	Resultados no confiables	
(*) en mililitros de agua por 100 g de harina		

### Bibliografía

- [1] ISO 13690: --<sup>3)</sup>, Cereales ----Muestreo
- [2] D' Appolonia B.L. and Kuneerth W.H. (eds.). The Farinograph Handbook. AACC, St Paul, MN, 1990.
- [3] AACC Standard Method 54-21
- [4] Nieman Ir. W. Report No. T 91-31. The reproducibility of farinograph results- TNO, Wageningen, The Netherlands, March 1991.