



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

## **NORMA MEXICANA**

**NMX-F-193-SCFI-2014**

### **CAFÉ VERDE - PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE HUMEDAD - MÉTODO DE RUTINA**

GREEN COFFEE – PROCEDURE FOR CALIBRATION OF  
MOISTURE METERS – ROUTINE METHOD



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**NMX-F-193-SCFI-2014**

## **PREFACIO**

La presente norma mexicana se basa en el estándar internacional ISO 24115:2011, adicionándose los Capítulos de Referencias, Vigencia y Concordancia con Normas Internacionales, conforme a lo establecido en el 3.1.2.2, inciso d) de la norma mexicana NMX-Z-013/1-SCFI-1977, acorde a lo establecido en la Legislación Nacional.

En la elaboración de la presente norma mexicana, participaron las siguientes empresas e instituciones:

- AGROINDUSTRIAS UNIDAS DE MÉXICO, S.A DE C. V.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL CAFÉ, A.C. (AMECAFÉ)
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE CAFÉS Y CAFETERIAS DE ESPECIALIDAD, A.C.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE EXPORTADORES DE CAFÉ, A. C.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL CAFÉ, A.C.
- CAFÉ TOSTADO DE EXPORTACION, S.A. DE C.V.
- CAFÉS FINOS DE CÓRDOBA, S.A, DE C.V.
- CAFIVER, S.A DE C.V.
- CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE ACEITES, GRASAS, JABONES Y DETERGENTES (CANAJAD)
- CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA (CENAM)
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL PARA CAFÉ Y SUS PRODUCTOS (CTNN\_CAFÉ)
- DESCAFEINADORES MEXICANOS, S. A. DE C. V. (DESCAMEX)
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP)
- INSTITUTO MEXICANO DE EDUCACIÓN PARA EL CONSUMO, A.C.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

- NESTLÉ MÉXICO, S.A. DE C.V.
- SABORMEX, S.A. DE C.V.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA).  
Subsecretaría de Agricultura. Dirección General de Fomento a la Agricultura.
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA (SE).  
Dirección General de Normas
- SOCIEDAD MEXICANA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**NMX-F-193-SCFI-2014**

## **ÍNDICE DEL CONTENIDO**

<b>NÚMERO DEL CAPÍTULO</b>		<b>Página</b>
1	OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2	REFERENCIAS	1
3	DEFINICIONES	2
4	PRINCIPIO	2
5	EQUIPO Y MATERIALES	2
6	PROCEDIMIENTO	3
7	EXPRESIÓN DE RESULTADOS	9
8	VIGENCIA	9
	APÉNDICE NORMATIVO A	10
9	BIBLIOGRAFÍA	14
10	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	14
	APÉNDICE INFORMATIVO B	15
	APÉNDICE INFORMATIVO C	17
	APÉNDICE INFORMATIVO D	19



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

## NMX-F-193-SCFI-2014

# CAFÉ VERDE - PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE HUMEDAD - MÉTODO DE RUTINA

## GREEN COFFEE – PROCEDURE FOR CALIBRATION OF MOISTURE METERS – ROUTINE METHOD

### 1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente norma mexicana especifica el procedimiento utilizado para el ajuste y calibración posterior de medidores de humedad para granos de café verde con muestras de referencia RSs (por sus siglas en inglés).

Las RSs son muestras de granos de café verde acondicionadas con diferente contenido de humedad, determinado por un método normalizado.

La presente norma mexicana aplica a las muestras de café verde.

**Nota 1:** Este método para determinar el cambio de masa puede considerarse como un método para determinar el contenido de agua y puede usarse como tal por acuerdo entre las partes interesadas.

### 2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de la presente norma mexicana se deben consultar las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NMX-F-586-SCFI-2008	Café y su productos – Vocabulario – Términos y definiciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de diciembre de 2008.
---------------------	---

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía aprobó la presente norma, cuya declaratoria de vigencia fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el: miércoles 21 de enero de 2015.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-F-176-SCFI-2008

Café verde – Determinación de la pérdida de masa a 105 °C – Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de septiembre de 2008.

### **3 DEFINICIONES**

Para la correcta interpretación de la presente norma mexicana, además de consultar las definiciones establecidas en la norma mexicana NMX-F-586-2008 (véase 2, Referencias) se establece la siguiente:

#### **3.1 MUESTRA DE REFERENCIA (RS)**

Muestra de granos de café verde suficientemente homogénea y estable con referencia a propiedades especificadas, la cual está acondicionada para usarse en la medición o ensayo de contenido de humedad.

**Nota 2:** Véase apéndice normativo A: Preparación de la muestra de referencia y determinación del contenido de humedad por cambio de masa.

### **4 PRINCIPIO**

A partir de granos de café verde, se prepara un conjunto de muestras con diferentes contenidos de humedad, para utilizarse como muestras de referencia (RS). El contenido de humedad de cada muestra se obtiene mediante el método de cambio de masa descrito en la NMX-F-176-SCFI- vigente (véase 2 Referencias).

Estas RSs son valores de humedad asignados y se utilizan para la calibración de los medidores de humedad.

### **5 EQUIPO Y MATERIALES**

**5.1** Granos de café verde, en una cantidad suficiente para preparar  $n$  muestras de referencia,  $RS_i$ ,  $i = 1 \dots n$  (mínimo 5), con intervalos de contenido de humedad entre 8,5 % y 13,5 %, preparado de



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

acuerdo con lo indicado en el apéndice normativo A (véase Apéndice A, inciso A.1).

- 5.2** Termómetro calibrado (con trazabilidad a patrones nacionales) con intervalo de 0 °C a 120 °C y división de la escala 0,1 °C; siempre que el medidor de humedad no indique la temperatura de la muestra.
- 5.3** Medidor de contenido de humedad, equipado con todos los accesorios especificados por el fabricante. Este debe contar con la curva o carta de medición correspondiente a café verde.
- 5.4** Balanza granataria calibrada (con trazabilidad a patrones nacionales), con resolución de 0,1 g o menor.
- 5.5** Equipo necesario para la determinación de contenido de humedad acorde con la NMX-F-176-SCFI-2008 (véase 2 Referencias).

## **6 PROCEDIMIENTO**

De la muestra de laboratorio, tomar al menos 1 kilogramo de muestra.

### **6.1 Condiciones de la prueba**

El procedimiento se lleva a cabo a temperatura ambiente y a una humedad relativa de 40 % a 70 %.

Antes de la prueba, permitir el acondicionamiento del grano de café verde de RSs, a temperatura ambiente.

### **6.2 Ajuste del medidor**

- 6.2.1** Antes del ajuste, verificar el medidor de humedad de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

**Nota 3:** La verificación es necesaria para asegurar el adecuado funcionamiento electrónico.

- 6.2.2** Para los medidores de humedad con lectura directa, seleccione el tipo de muestra que desee leer, en este caso los granos de café verde.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**6.2.3** Para cada  $RS_i$ , obtener la diferencia entre el contenido de humedad de referencia,  $W_{RSi}$  y la humedad leída con el equipo ( $W_{ri}$ ), donde  $i$  es el número de la muestra de referencia asignado. Registrar los resultados aplicando la fórmula  $\Delta w_i = W_{RSi} - W_{ri}$  en la columna "diferencia" de la tabla 1 (véase Tabla 1).

**6.2.4** Calcular la media de las diferencias,  $\overline{\Delta w}$ , y ajustar la desviación del medidor de humedad respecto a la muestra de referencia, según el manual de instrucciones del fabricante.

**TABLA 1.- Valores de entrada para calcular la diferencia de ajuste del medidor de humedad**

<b>Muestras de Referencia</b>	<b>Humedad en fracción de Masa de la muestra referencia <sup>a</sup></b>	<b>Humedad de la muestra leída con el equipo</b>	<b>Diferencia</b>
$RS_i, i - 1 \dots n$	$W_{RSi}$	$W_{ri}$	$\Delta w_i = W_{RSi} - W_{ri}$
$RS_1$			
$RS_2$			
...			
$RS_{(n-1)}$			
$RS_n$			
			$\overline{\Delta w}$

<sup>a</sup> El contenido de humedad (o cambio de fracción de masa),  $W_{RSi}$ , se obtiene acorde a lo establecido en la norma mexicana NMX-F-176-SCFI-2008 (véase 2 Referencias).

### **6.3 Calibración del medidor de humedad**

**6.3.1** Para la calibración, utilice el medidor de humedad después del ajuste (véase 6.2).

**6.3.2** Tomar los valores de humedad de los RSs, obtenido de acuerdo con lo especificado en el Apéndice A (véase Apéndice A inciso A.2), e insertar los datos en las celdas  $W_{RSi}$  apropiadas en la tabla 2 (véase Tabla 2).





SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**6.3.3** Tomar la muestra de  $RS_1$ , según lo establecido en el Apéndice A y acorde a instrucciones de operación del equipo (según manual del fabricante) o bien a la capacidad del mismo. Vaciar en el medidor de humedad y registrar la lectura dada por el equipo en la celda correspondiente de la primera fila,  $RS_1$ , y la columna  $W_{r1,1}$ , de la tabla 2 (véase Tabla 2); esta celda corresponde a  $W_{r1,1}$ .

Quando el equipo requiera una porción de prueba definida, utilizar una balanza conforme a lo especificado en el apartado 5.4

**6.3.4** Repetir el procedimiento especificado en 6.3.3 con la misma porción de prueba dos veces y registrar las lecturas en las celdas siguientes que corresponden a  $W_{r1,2}$  y  $W_{r1,3}$  para  $RS_1$ .

Se realizarán al menos tres determinaciones.

**6.3.5** Calcular la media aritmética de las lecturas  $RS_1$ ,  $w_{r1,1}$ ,  $w_{r1,2}$  y  $w_{r1,3}$  y registrar en la celda correspondiente de la columna de la  $\overline{w_{r1,j}}$ ,  $i = 1 \dots n$ ;  $j = 1,2,3$  de la tabla 2 (véase Tabla 2).

**6.3.6** Calcular la desviación estándar experimental,  $s_1$ , de  $W_{r1,1}$ ,  $W_{r1,2}$ , y  $W_{r1,3}$  y registrar en la celda correspondiente de la columna  $s_i$  en la tabla 2 (véase Tabla 2).

**6.3.7** Medir la temperatura de la porción de prueba  $RS_1$  y registrar en la celda correspondiente en la columna  $T_i$  de la tabla 2 (véase Tabla 2).

**6.3.8** Repetir el procedimiento que se especifica de 6.3.3 a 6.3.7 con las otras muestras de referencia  $RS_2$  a  $RS_n$  y sus porciones de prueba.

**6.3.9** Determinar un término de corrección,  $C_{ri}$ , para compensar efectos sistemáticos para cada lectura de la humedad  $w_{ri}$  de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$C_{ri} = W_{RSi} - \overline{w_{r1,j}} \quad i=1\dots n \quad j=1,2,3$$

Donde:

$C_{ri}$  es igual a la corrección de la lectura de humedad.

$W_{RSi}$  es igual a la humedad de la muestra.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**Nota 4:** Ver ejemplo en la tabla D2 (véase Apéndice D, Tabla D2).

**TABLA 2.- Valores de entrada para obtener la calibración del medidor de humedad**

Muestra de referencia	Temperatura de la muestra °C	Lecturas del medidor de humedad de las RSs y la media correspondiente				Desviación estándar de la Lectura.	Humedad de las muestra de referencia <sup>a</sup>	Corrección de la lectura de humedad
		$W_{ri,1}$	$W_{ri,2}$	$W_{ri,3}$	$\overline{w_{r,i,j}}$			
$RS_i$	$T_i$					$S_i$	$W_{RSi}$	$C_{ri} = W_{RSi} - \overline{w_{r,i,j}}$
$RS_1$								
$RS_2$								
...								
$RS_{(n-1)}$								
$RS_n$								
<sup>a</sup> El contenido de humedad (o pérdida fracción de masa), $W_{RSi}$ , se obtiene acorde a lo establecido en la norma mexicana NMX-F-176-SCFI-2008 (véase 2, Referencias y Apéndice Normativo A, inciso A.2).								

## 6.4 Corrección de la temperatura

**6.4.1** Calcular el término de corrección de la lectura de humedad,  $C_T$ , debido a la temperatura del grano (si no se hace de forma automática por el propio instrumento), en base a las instrucciones del fabricante del equipo; en caso contrario, proceder conforme a lo establecido de 6.4.2 a 6.4.5.

**Nota 5:** Algunos fabricantes proporcionan un programa de corrección de temperatura automática con sus instrumentos.

**6.4.2** Determinar el contenido de humedad de los RSs con el medidor a una temperatura dada.

**6.4.3** Aumentar la temperatura de las muestras entre 5 °C a 10 °C y determinar los nuevos valores de humedad.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

- 6.4.4** Para cada RS, tomar la diferencia en las lecturas de humedad debido a la diferencia de temperaturas, y calcular el cociente respectivo, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\xi_i = \frac{\Delta w_{ri}}{\Delta T}$$

- 6.4.5** Calcular la media aritmética de los  $\xi_i$  y obtener el término de corrección  $C_T$  de la lectura de la humedad resultante debido a la temperatura del grano, de acuerdo a la ecuación:

$$C_T = \bar{\xi} (T_{ref} - T_s)$$

**Nota 6:** Ver ejemplo en la tabla D4 (véase Apéndice D, Tabla D4).

## 6.5 Cálculo de incertidumbre

Esta aproximación tiene como base lo establecido en la Guía ISO/IEC 98-3:2008.

Al informar sobre el resultado de una medición de una magnitud física, es obligatorio que una indicación cuantitativa de la calidad de los resultados se dé a fin de que aquellos que lo utilizan puedan evaluar su confiabilidad. Sin tal indicación, los resultados de medición no se pueden comparar, ya sea entre sí o con valores de referencia dados en una especificación o norma

Por lo tanto, es necesario que exista un procedimiento fácilmente implementado, de fácil comprensión, y generalmente aceptado para la caracterización de la calidad del resultado de una medición, es decir, para evaluar y expresar su incertidumbre.

Los componentes de la incertidumbre de medición de humedad son:

- a)  $U_{RSi}$ : la incertidumbre del valor (asignado) de la muestra de referencia;
- b)  $S_{ri}/\sqrt{j}$ : incertidumbre tipo A dada por las lecturas del medidor de humedad obtenidos a partir de la desviación estándar experimental  $S_{ri}$  utilizando material de referencia  $i$ , con  $j = 3$  repeticiones (véase 6.3.6);
- c)  $u_{Ba}$ : Incertidumbre tipo B debido a la precisión del medidor de humedad;



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

- d)  $u_{Br}$ : Incertidumbre tipo B debido a la resolución del medidor de humedad;
- e)  $u_{BTi}$ : Incertidumbre tipo B debido a la temperatura (véase 6.4 y Apéndice D, inciso D.4).

Calcular la incertidumbre expandida del medidor de humedad,  $U_{mi}$ , para cada punto  $i$  de humedad se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$U_{mi} = k \sqrt{\left(\frac{U_{RSi}}{k}\right)^2 + \left(\frac{S_{ri}}{\sqrt{3}}\right)^2 + u_{Ba}^2 + u_{Br}^2 + u_{BTi}^2}$$

Donde  $k$  es el factor de cobertura; por lo general  $k = 2$  para una probabilidad del 95 %, según la Guía ISO/IEC Guide 98-3:2008. Para cada caso es necesario verificar la posible fuente de incertidumbre.

## 6.6 Curvas de calibración para equipos de lectura indirecta

Si el equipo no indica directamente el valor del contenido de humedad, sino un valor adimensional, generar una curva de calibración mediante la comparación de las lecturas de equipo con el contenido de humedad de las RSs para cada muestra.

Para una calibración gráfica, graficar los valores de  $n$  de la media de las lecturas,  $\overline{w_{ri,j}}$  en el eje de abscisas contra los  $n$  valores de contenido de humedad de la muestra,  $w_{RSi}$  en la ordenada, con  $i = 1 \dots n$  para las muestras y  $j = 1, 2, 3$  para las lecturas repetidas para obtener la curva de calibración.

La curva de calibración relaciona las lecturas del equipo con el contenido de humedad (o cambio de fracción de masa húmeda) de las muestras de referencia.

Para el cálculo, una regresión lineal es adecuada en la mayoría de los casos. <sup>1</sup>

## 7 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

---

<sup>1</sup> En la mayoría de los casos las regresiones son lineales sin embargo puede proveer otro tipo de aplicaciones (Ej. Regresión cuadrática)



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

El contenido de humedad de una muestra  $WH_2O$ , determinada, utilizando un medidor de humedad que ha sido calibrado con el método descrito en la presente norma, se expresará acorde a la siguiente fórmula:

$$WH_2O = (W_r + C_r + C_T) \pm U_m$$

Donde:

- $W_r$  es la lectura del medidor de humedad;
- $C_r$  es la corrección de la lectura del medidor de humedad;
- $C_T$  es la corrección para el medidor de humedad debido a la temperatura;
- $U_m$  es la incertidumbre expandida para la fracción de masa de humedad en la muestra.

Todos los valores se dan como porcentajes de contenido de humedad.

**Nota 7:** En la tabla D6 (véase Apéndice D, Tabla D6) se presenta un ejemplo del cálculo final.

## **8 VIGENCIA**

La presente norma mexicana entrará en vigor 60 días naturales después de la publicación de su declaratoria de vigencia como NMX en el Diario Oficial de la Federación.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

## APÉNDICE NORMATIVO A

### PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE REFERENCIA Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD POR CAMBIO DE MASA

#### A.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE REFERENCIA

**A.1.1** Seleccionar el número,  $n$  ( $n \geq 5$ ) de las  $RS_s$  para utilizarse en el proceso de calibración.

**A.1.2** Seleccionar el material de partida: granos de café verde de una misma y de características homogéneas, con un contenido de humedad inicial entre 14 % a 16 %.

**Nota 7:** Según el principio de medición del medidor de humedad a calibrarse y la exactitud requerida, en ocasiones es necesario realizar calibraciones individuales para los cafés de diferentes características volumétricas e intrínsecas de los granos, como su forma, tamaño o cualquier pre tratamiento de vapor utilizado.

**Nota 8:** Algunos medidores de humedad cuentan con diferentes opciones para analizar varios tipos de café verde, adaptados a los tipos de café que se quiere analizar.

**A.1.3** Obtener una masa suficiente de café verde para preparar  $n$   $RS_s$ , i.e.  $n \times 600$  g, ya que, para cada muestra de referencia  $RS$ , se requieren 500 g para el medidor de humedad y 100 g adicionales para las determinaciones de humedad replicados de acuerdo con la norma NMX-F-176-SCFI-2008 (véase 2, Referencias).

La masa de 500 g requerida se debe a que durante el secado, ésta tiende a disminuir, además de que la mayoría de los medidores de humedad comerciales aceptan hasta 400 g.

**A.1.4** Colocar una porción de la muestra en el horno (5.5) a una temperatura de  $40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ . Después del secado, etiquetarlo como  $RS_1$ .



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**A.1.5** Repetir el mismo procedimiento de A.1.4 con la otra RSs, aplicando diferentes tiempos de secado para obtener la serie  $RS_i$  ( $i = 1 \dots n$ ) con diferentes contenidos de humedad. Etiquetar las subsecuentes  $RS_s$  como  $RS_2, RS_3 \dots RS_n$  hasta que el intervalo deseado de humedad quede cubierto.

**Nota 9:** El intervalo de contenido de humedad validado con la norma NMX-F-176-SCFI-2008 (véase 2, Referencias) es de 8,5 % a 13,5 %.

Las diferencias en el contenido de humedad,  $\Delta w$ , como fracciones de masa porcentuales, entre dos referencias de muestra consecutivas  $RS_s$ , deben estar en el intervalo  $0,7 \leq \Delta w \leq 1,3$ .

**A.1.6** Colocar por separado cada RS en un recipiente hermético o en una bolsa de plástico con doble auto-sellado y almacenarlas durante 72 horas para permitir una distribución homogénea de la humedad en cada RS.

## **A.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD POR SECADO EN HORNO (CAMBIO DE FRACCIÓN DE MASA)**

**A.2.1** Cuando esté listo, tomar de cada una de las  $RS_1, RS_2 \dots RS_n$  por lo menos tres porciones de ensayo para llevar a cabo el procedimiento conforme lo establecido en la norma mexicana NMX-F-176-SCFI-2008 (véase 2, Referencias). Marcar cada porción de ensayo como  $O_{1,1}, O_{1,2}, O_{1,3}, O_{2,1}, O_{2,2}, O_{2,3} \dots O_{n,1}, O_{n,2}, O_{n,3}$

Donde:

O es igual a horno.

**A.2.2** Determinar el contenido de humedad (o cambio de fracción de (véase 2, Referencias). Utilice la tabla A1 para registrar los valores del cambio de fracción de masa  $w_{O1,1}, w_{O1,2}$  y  $w_{O1,3}$  en las columnas correspondientes de % fracción de masa.

**A.2.3** Calcular la media aritmética de los tres valores de  $RS_1$  obtenidos en A.2.2 y registrarlos en la columna  $\overline{w_{RS1}}$

**A.2.4** Calcular la desviación estándar,  $s_{O1}$ , de  $w_{O1,1}, w_{O1,2}$ , y  $w_{O1,3}$  y registrarla en la columna  $s_{RSi}$  de la tabla A1 (véase Tabla A1).



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

- A.2.5** Calcular la incertidumbre estándar,  $u_1$ , de  $w_{01,1}$ ,  $w_{01,2}$ , y  $w_{01,3}$  como  $u_1 = s_{01} / \sqrt{3}$  y registrarlo en la columna  $u_i$  de la tabla A1 (véase Tabla A1).
- A.2.6** Calcular la incertidumbre expandida:  $U_{RS1}$  como  $ku_1$  y registrarla en la columna  $U_{RSi}$  de la tabla A1 (véase Tabla A1).
- A.2.7** Repetir el procedimiento especificado en A.2.2 a A.2.6 con  $RS_2$  a  $RS_n$ .
- Nota 10:** En la tabla B.1 se presenta un ejemplo de la utilización de la tabla A1 (véase Tabla A1).
- A.2.8** Guardar el material restante de cada RS en un recipiente hermético o en una bolsa de plástico de doble de cierre automático. Etiquetar como se especifica en A3 (véase Tabla A3).
- A.2.9** Si el tiempo entre la determinación de la humedad del horno y el uso de la RSS en la calibración del medidor de humedad es largo, entonces es necesario efectuar una verificación del contenido de humedad de las RSS. El tiempo en el que el contenido de humedad es afectado depende de las condiciones de almacenaje.

### **A.3 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRAS DE REFERENCIA**

Las etiquetas de las muestras de referencia deben indicar claramente:

- a) las especies de café, p.ej: *Coffea arabica* o *canephora*;
- b) si es descafeinado o no;
- c) el contenido de humedad de cada muestra de referencia y el método de prueba utilizado para determinarla;
- d) la incertidumbre del contenido de humedad;
- e) la fecha de preparación; y
- f) tiempo de vida útil de la muestra de referencia.

La vida útil de las muestras de referencia depende de las condiciones de almacenamiento, por lo que se sugiere que exista un monitoreo de su contenido de humedad.





SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**TABLA A1. Valores de entrada para el cálculo de la humedad por el horno.**

Muestra de referencia  RSi	Porción de Prueba	% Fracción de masa	El contenido medio de humedad	Desviación estándar	Incertidumbre	Incertidumbre Expandida
			$W_{RSi}$ %Fracción de masa	$S_{RSi}$ %Fracción de masa	$U_i$ %Fracción de masa	$U_{RSi}$ %Fracción de masa
RS1	$O_{1,1}$					
	$O_{1,2}$					
	$O_{1,3}$					
RS2	$O_{2,1}$					
	$O_{2,2}$					
	$O_{2,3}$					
RS3	$O_{3,1}$					
	$O_{3,2}$					
	$O_{3,3}$					
RS4	$O_{4,1}$					
	$O_{4,2}$					
	$O_{4,3}$					
RS5	$O_{5,4}$					
	$O_{5,5}$					
	$O_{5,6}$					
RS6	$O_{6,7}$					
	$O_{6,8}$					
	$O_{6,9}$					



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

## **9 BIBLIOGRAFÍA**

- NMX-Z-013/1-1977      Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Mexicanas. Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 1977. Publicación del Aviso a los industriales, comerciantes y público en general sobre la Relación de Normas Oficiales Mexicanas que cambian su designación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de enero de 1982.
- ISO 24115:2012      Green coffee – Procedure for calibration of moisture meters – Routine method. Organización Internacional de Normalización. Ginebra, Suiza.
- ISO 3509:2005      Coffee and coffee products — Vocabulary. Organización Internacional de Normalización. Ginebra, Suiza.
- ISO 6673:2003      Green coffee - Determination of loss in mass at 105 °C. Organización Internacional de Normalización. Ginebra, Suiza. Segunda edición.
- ISO/IEC Guide 98 – 3:2008 Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM-1995). Organización Internacional de Normalización. Ginebra, Suiza.

## **10 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES**

La presente norma mexicana coincide básicamente con la norma internacional ISO 24115:2012 y difiere por lo siguiente:

- Se sustituye la referencia ISO 6673:2003 indicada en la ISO 14115:2012 con la correspondiente norma mexicana NMX-F-176-SCFI-2008 en el Capítulo 4 Principio; Capítulo 5 Equipo y Materiales inciso 5.5; Capítulo 6 Procedimiento 6.2.3; Tabla 1; Tabla 2; en el Apéndice Normativo A inciso A.1.3, A.2.1, A.2.2.
- En el apéndice normativo A, A.3 inciso f) se adiciona el periodo máximo de almacenamiento de la muestra de acuerdo a la práctica nacional.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

- Se incluye nota explicativa a la Tabla A.1 aclarando que la misma ha sido modificada de la norma original ISO 24115, para no repetir conceptos que se incluyen en la norma mexicana NMX-F-176-SCFI-2008, simplificando su uso.

## **APÉNDICE INFORMATIVO B**

### **EJEMPLO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN MUESTRAS UTILIZADAS COMO REFERENCIA**

#### **B.1 EJEMPLO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS DE REFERENCIA**

La siguiente tabla muestra los datos de casos reales para la determinación de la humedad de un conjunto de muestras que deben ser considerados como muestras de referencia (RS) como se describe en el apéndice A (véase Apéndice A) y los parámetros resultantes. Los datos se obtuvieron como el cambio de masa de acuerdo con la norma NMX-F-176-SCFI-2008 (véase 2, Referencias), en un laboratorio que participó en la prueba.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**TABLA B1. Datos experimentales de la determinación de la humedad según la norma NMX-F-176-SCFI-2008 y cálculo de los resultados**

Muestra de referencia, RSi	Porción de Prueba	% Fracción de masa	Contenido medio de humedad	Desviación estándar	Incertidumbre	Incertidumbre Expandida
			$W_{RSi}$ %Fracción de masa	$S_{RSi}$ %Fracción de masa	$u_i$ %Fracción de masa	$U_{RSi}$ %Fracción de masa
RS <sub>1</sub>	01,1	8,85	8,88	0,03	0,02	0,04
	01,2	8,92				
	01,3	8,89				
RS <sub>2</sub>	02,1	9,66	9,63	0,03	0,02	0,04
	02,2	9,60				
	02,3	9,62				
RS <sub>3</sub>	03,1	10,99	10,99	0,02	0,01	0,03
	03,2	11,02				
	03,3	10,98				
RS <sub>4</sub>	04,1	11,79	11,76	0,03	0,02	0,03
	04,2	11,73				
	04,3	11,76				
RS <sub>5</sub>	05,4	12,53	12,49	0,04	0,02	0,04
	05,5	12,46				
	05,6	12,49				
RS <sub>6</sub>	06,7	13,64	13,66	0,02	0,01	0,02
	06,8	13,68				
	06,9	13,66				



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

## APÉNDICE INFORMATIVO C

### RESULTADOS DE ENSAYOS A NIVEL INTERLABORATORIO

#### C.1 PRUEBAS INTERLABORATORIOS, DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD CON LA NORMA ISO 6673.

El método de calibración se ha evaluado en varios ensayos a nivel interlaboratorio.

Para el procedimiento de determinación de la humedad, la primera serie completa se realizó en paralelo con la norma ISO 6673. La validación de pruebas completas originalmente cubrió el intervalo de contenido de humedad de 8,5 % a 11,4 %; la tabla C1 (véase Tabla C1) muestra los resultados.

**TABLA C1. Resultados de la prueba a nivel interlaboratorio**

Parámetro	Muestra				
	A	B	C	D	E
Número de laboratorios seleccionados tras la eliminación de valores atípicos	13	13	13	13	13
Promedio de la fracción de masa %	8,50	9,11	9,14	11,10	11,40
Desviación estándar de repetibilidad, $s_r$ , % Fracción de masa%	0,09	0,04	0,06	0,09	0,12
Coefficiente de variación de repetibilidad %	1,1	0,4	0,7	0,8	1,1
límite de repetibilidad, $r = 2,8 \times s_r$ , Fracción de masa%	0,25	0,11	0,17	0,25	0,34
Desviación estándar de reproducibilidad $s_R$ , Fracción de masa %	0,21	0,42	0,33	0,19	0,22
Coefficiente de variación de la reproductibilidad, %	2,5	4,6	3,6	1,7	1,9
Límite de reproductibilidad, $R=2.8 \times s_R$ , % Fracción de masa	0,59	1,19	0,93	0,54	0,62



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

Para el cumplimiento con la norma internacional, fue necesaria una ampliación en el intervalo de validación de la ISO 6673 para la calibración de los medidores de humedad. Esto se realizó durante el desarrollo de la citada norma ISO.

Las muestras con las diversas humedades necesarias para el ensayo se prepararon a partir de un material de partida, de acuerdo con A.1 (véase Apéndice A) y se distribuyeron a los nueve laboratorios dispuestos a participar en la prueba completa de calibración.

La prueba completa se realizó en 2002. Los resultados y los datos de precisión en la determinación de la humedad de acuerdo con A.2 (véase Apéndice A) se dan en la tabla C2 (véase Tabla C2), ampliando el rango de validación hasta el 13,5 %.

**TABLA C2. Pruebas interlaboratorios para la determinación de la humedad mediante el uso de la norma ISO 6673. Intervalo de contenido de humedad de 9,37 % a 13,52 %.**

Parámetro	Muestra				
	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>
Número de laboratorios seleccionados tras la eliminación de valores atípicos	7	7	7	7	7
Promedio de la fracción de masa %	13,52	12,53	11,42	10,52	9,37
Desviación estándar de repetibilidad, $s_r$ , % Fracción de masa%	0,11	0,08	0,06	0,10	0,14
Coficiente de variación de repetibilidad %	0,8	0,6	0,5	1,0	1,5
Límite de repetibilidad, $r = 2,8 \times s_r$ , Fracción de masa%	0,31	0,22	0,17	0,28	0,39
Desviación estándar de reproducibilidad, $S_R$ , Fracción de masa %	0,12	0,13	0,13	0,14	0,17
Coficiente de variación de la reproductibilidad, %	0,9	1,1	1,1	1,3	1,8
Límite de reproductibilidad, $R=2.8 \times S_R$ , % Fracción de masa	0,34	0,36	0,36	0,39	0,48



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

## **APÉNDICE INFORMATIVO D**

### **EJEMPLOS PARA LOS PASOS PARTICULARES DEL PROCEDIMIENTO**

#### **D.1 INFORMACIÓN GENERAL**

Las tablas D1 (véase Tabla C1) a D6 (véase Tabla C6) dan ejemplos para el uso específico de la Norma Internacional paso a paso, con los datos de casos reales, obtenidos durante las pruebas completas de calibración y de los certificados de calibración de los fabricantes.

Las tablas son referencias cruzadas a las respectivas etapas del procedimiento.

Los datos usados de un medidor de humedad (A) de la serie de ensayos, que tiene una resolución de 0,1 % y una exactitud del 0,3 % declarada por el fabricante, que debe ser calibrado con los materiales de referencia descritos en el apéndice B.

Los datos tabulados muestran los pasos del procedimiento.

#### **D.2 AJUSTE DEL MEDIDOR DE HUMEDAD DE ACUERDO AL PUNTO 6.2**

Véase tabla D1.

Para este medidor de humedad, la desviación se determinó como -1,4%.

#### **D.3 CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR DE HUMEDAD DE ACUERDO AL PUNTO 6.3**

Véase tabla D2.

#### **D.4 TABLA DE CORRECCIÓN ELABORADA EN EL INTERVALO DE UNA CALIBRACIÓN**

Los términos de corrección de humedad se pueden mostrar en una tabla de corrección.



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

La tabla D3 (véase Tabla D3) se elabora a partir de un ejemplo de caso real, tomando los datos de un medidor de humedad (A) en la prueba, realizado a 21,8 °C, en el intervalo de calibración de 9 % a 13,5 %.

#### **D.5 CÁLCULO DE LA CORRECCIÓN DE TEMPERATURA DE ACUERDO CON 6.4, PROCEDIMIENTO ACORDE AL MANUAL DEL FABRICANTE**

Véase tabla D4.

El coeficiente de sensibilidad de la temperatura es 0,03 % /°C

La corrección por efecto de la temperatura en la muestra,  $T_s$ , se calcula como:

$$C_T = 0,03 \times (21,8 \text{ °C} - T_s)$$

Ver tabla D2

#### **D.6 CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA**

El cálculo de las componentes de incertidumbre para cada una de las muestras de referencia se resume en la tabla D.5.

La incertidumbre expandida resultante dada por la siguiente formula es mencionada en la tabla D.6 para cada una de las muestras.

$$U_{mj} = k \sqrt{\left(\frac{URs1}{k}\right)^2 + \left(\frac{sri}{\sqrt{3}}\right)^2 + (uBa)^2 + (uBr)^2 + (uBTi)^2}$$

#### **D.7 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Con los datos de humedad mencionados anteriormente, una temperatura de la muestra,  $T_s$ , de 25 °C, y una lectura del medidor de 9,6 %, el valor corregido de humedad de la muestra se calcula como sigue:

$$W_{H_2O} = (W_r + C_r + C_T) \pm U_m$$





SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

Lo que resulta en la fracción de masa:

$$W_{H_2O} = (9,8 \pm 0,4) \%$$

Dónde:

- $W_r$  es la lectura del medidor de humedad;  
 $C_r$  es la corrección de la lectura del medidor de humedad;  
 $C_T$  es la corrección para el medidor de humedad debido a la temperatura;  
 $U_m$  es la incertidumbre expandida para la fracción de masa de humedad en la muestra.

Todos los valores se dan como fracciones de masa porcentuales.

**TABLA D1. Determinación de la desviación de humedad para el ajuste del medidor de humedad**

Muestra de referencia $RS_i$	Humedad en fracción de Masa de la muestra referencia $RSs$ $W_{RSi}$	Humedad de la muestra leída con el equipo $RSs$ $w_{ri}$	Diferencia $\Delta W_i = W_{RSi} - W_{ri}$
RS <sub>1</sub>	8,88	10,1	-1,2
RS <sub>2</sub>	9,63	10,9	-1,3
RS <sub>3</sub>	10,99	12,4	-1,4
RS <sub>4</sub>	11,76	13,4	-1,6
RS <sub>5</sub>	12,49	13,9	-1,4
RS <sub>6</sub>	13,66	15,0	-1,3
		$\overline{\Delta w}$	-1,4

**TABLA D2. Valores de entrada para obtener la calibración del medidor de humedad**



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

Muestra de referencia	Temperatura de la muestra °C	Lecturas del medidor de humedad de las RSs y la media correspondiente				Desviación estándar de la Lectura.	Humedad de las muestra de referencia	Corrección del medidor de humedad
		$W_{r1}$	$W_{r2}$	$W_{r3}$	$\overline{W_{ri}}$			
$RS_i$	$T_s$					$S_i$	$W_{RSi}$	$C_{ri}$
$RS_1$	21,7	8,7	8,7	8,6	8,67	0,06	8,88	0,21
$RS_2$	21,9	9,5	9,6	9,6	9,57	0,06	9,63	0,06
$RS_3$	21,8	11	10,9	11,1	11,00	0,10	10,99	-0,01
$RS_4$	21,9	11,7	11,9	11,9	11,83	0,12	11,76	-0,07
$RS_5$	21,6	12,6	12,7	12,4	12,57	0,15	12,49	-0,08
$RS_6$	21,7	13,7	13,8	13,6	13,70	0,10	13,66	-0,04

**TABLA D3. Correcciones para medidor de humedad (CENAM)**

Lectura $W_r$	Corrección $C_r$	Lectura $W_r$	Corrección $C_r$	Lectura $W_r$	Corrección $C_{ri}$
9,0	0,2	10,5	0,0	12,1	-0,1
9,1	0,1	10,6	0,0	12,2	-0,1
9,2	0,1	10,7	0,0	12,3	-0,1
9,3	0,1	10,8	0,0	12,4	-0,1
9,4	0,1	10,9	0,0	12,5	-0,1
9,5	0,1	11,0	0,0	12,6	-0,1
9,6	0,1	11,1	0,0	12,7	-0,1
9,7	0,1	11,2	0,0	12,8	-0,1
9,8	0,1	11,3	0,0	12,9	-0,1
9,9	0,1	11,4	0,0	13,0	-0,1
10,0	0,0	11,5	-0,1	13,1	-0,1
10,1	0,0	11,6	-0,1	13,2	-0,1
10,2	0,0	11,7	-0,1	13,3	-0,1
10,3	0,0	11,8	-0,1	13,4	-0,1
10,4	0,0	11,9	-0,1	13,5	0,0



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**TABLA D4. Determinación del coeficiente de sensibilidad de la temperatura**

Temperatura °C T <sub>1</sub>	W <sub>rT1</sub>	Temperatura °C T <sub>2</sub>	W <sub>rT2</sub>	$\frac{\Delta W_r}{\Delta T}$
21,7	8,6	27,7	8,8	0,03
21,9	9,6	27,6	9,7	0,02
21,8	11,1	27,8	11,3	0,03
21,9	11,9	27,5	12,1	0,04
21,6	12,4	27,4	12,6	0,03
21,7	13,6	27,3	13,8	0,04
$\bar{\zeta} = \left[ \frac{\overline{\Delta W_r}}{\overline{\Delta T}} \right]$				0,03



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**Tabla D.5. Cálculo de los componentes de la incertidumbre (CENAM)**

Concepto	Tipo	Componentes de la incertidumbre	Valores	Resultados
La incertidumbre de la muestra de referencia (RS <sub>i</sub> )	B	$U_{RSi} = \frac{U_{RSi}}{k}$ $K=2$	$U_{RS1} = 0,04$ $U_{RS2} = 0,04$ $U_{RS3} = 0,03$ $U_{RS4} = 0,03$ $U_{RS5} = 0,04$ $U_{RS6} = 0,02$	0,02 0,02 0,015 0,015 0,02 0,01
Incertidumbre estándar para la lectura del medidor de humedad	A	$\frac{sr_i}{\sqrt{j}}$ $j=3$	$sr1 = 0,06$ $sr2 = 0,06$ $sr3 = 0,10$ $sr4 = 0,12$ $sr5 = 0,15$ $sr6 = 0,10$	0,035 0,035 0,058 0,069 0,087 0,058
La incertidumbre de la exactitud del medidor de humedad, $a$	B	$u_{Be} = \frac{a_+ - a_-}{\sqrt{12}}$	$a = \pm 0,3^a$	0,173
La incertidumbre a la resolución medidor de humedad, $r_{mm}$	B	$u_{Brmm} = \frac{r_{mm}}{4\sqrt{3}}$	$r_{mm} = 0,1^a$	0,014
La incertidumbre de la temperatura del medidor de humedad	B	$u_{BTi} = \frac{u_T}{K} \bar{\xi}$	$U_T = 0,5^b$ $k = 2$ $\bar{\xi} = 0,03$	0,008



SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

**TABLA D6.- Incertidumbre expandida**

<b>Incertidumbre Expandida % contenido de humedad</b>	
$U_{m1}$	0,36
$U_{m2}$	0,36
$U_{m3}$	0,37
$U_{m4}$	0,38
$U_{m5}$	0,39
$U_{m6}$	0,37

**México D.F., a 21 de enero de 2015**

**Dirección General de Normas, Lic. Alberto Ulises Esteban Marina**

**EME/RRM**