



NORMA MEXICANA

NMX-F-526-SCFI-2012

**INDUSTRIA AZUCARERA Y ALCOHOLERA - DETERMINACIÓN
DE COLOR POR ABSORBANCIA EN AZÚCARES
(CANCELA A LA NMX-526-1992)**

**SUGAR AND ALCOHOL INDUSTRY - DETERMINATION OF COLOR
BY ABSORBANCE SUGAR**



PREFACIO

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

- CÁMARA NACIONAL DE LAS INDUSTRIAS AZUCARERA Y ALCOHOLERA
- CENTRAL MOTZORONGO, S.A. DE C.V.
- FIDEICOMISO INGENIO ATENCINGO 80326
- FIDEICOMISO INGENIO CASASANO
- FIDEICOMISO INGENIO EL POTRERO 80329
- FIDEICOMISO INGENIO LA PROVIDENCIA 80331
- FIDEICOMISO INGENIO SAN CRISTÓBAL 80333
- FIDEICOMISO INGENIO SAN MIGUELITO 80334
- FOMENTO AZUCARERO DEL GOLFO, S.A. DE C.V.
- FONDO DE EMPRESAS EXPROPIADAS DEL SECTOR AZUCARERO



- INGENIO CENTRAL PROGRESO, S.A. DE C.V.
- INGENIO EL REFUGIO, S.A. DE C.V.
- INGENIO LA GLORIA, S.A. DE C.V.
- INGENIO LA MARGARITA, S.A. DE C.V.
- INGENIO NUEVO SAN FRANCISCO, S.A. DE C.V.
- INGENIO SAN NICOLÁS, S.A. DE C.V.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN.
Dirección General de Fomento a la Agricultura.
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA.
Dirección General de Normas.
- UNIÓN NACIONAL DE CAÑEROS A.C. – C.N.P.R.
- UNIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE CAÑA DE AZÚCAR, C.N.C., A.C.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
Facultad de Química



ÍNDICE DEL CONTENIDO

| Número de capítulo | | Página |
|--------------------|-----------------------------------------|--------|
| 1 | OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN | 1 |
| 2 | DEFINICIONES | 1 |
| 3 | FUNDAMENTO | 3 |
| 4 | REACTIVOS Y MATERIALES | 3 |
| 5 | INTRUMENTOS | 4 |
| 6 | PREPARACIÓN DE LA MUESTRA | 4 |
| 7 | PROCEDIMIENTO | 5 |
| 8 | EXPRESIÓN DE RESULTADOS | 6 |
| 9 | REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD | 9 |
| 10 | VIGENCIA | 10 |
| 11 | BIBLIOGRAFÍA | 10 |
| 12 | CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES | 11 |



NORMA MEXICANA

NMX-F-526-SCFI-2012

INDUSTRIA AZUCARERA Y ALCOHOLERA - DETERMINACIÓN DE COLOR POR ABSORBANCIA EN AZÚCARES (CANCELA A LA NMX-526-1992)

SUGAR AND ALCOHOL INDUSTRY - DETERMINATION OF COLOR BY ABSORBANCE SUGAR

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente norma mexicana establece el método de prueba para determinar color por absorbancia en muestras de azúcares granulados, partiendo de una solución filtrada de concentración conocida.

2 DEFINICIONES

Para los propósitos de la presente norma mexicana se establecen las siguientes definiciones:

2.1 Azúcar granular:

Es el producto constituido por cristales de azúcar separados.

2.2 Transmisión de una solución:

Si I_1 representa la energía radiante incidente sobre la primera superficie de la solución, I_2 representa la energía radiante que abandona la segunda superficie de la solución, entonces:



$$T = \frac{I_2}{I_1}$$

Donde:

T es la transmisión de la solución

2.3 Transmitancia:

Si T_{soln} representa la transmisión de una celda conteniendo la solución y si T_{solv} representa la transmisión de la misma celda o de la celda duplicada que contiene el solvente puro, entonces:

$$T_s = \frac{T_{\text{soln}}}{T_{\text{solv}}}$$

Donde:

T_s es la transmitancia de la solución

2.4 Absorbancia de la solución:

$$A_s = \log_{10} T_s$$

2.5 Índice de absorbancia de la solución:

$$a_s = \frac{A_s}{bc}$$



Donde:

- a_s es el índice de absorbancia de la solución;
- b es la longitud (cm) del camino óptico entre las superficies límite de la solución, y
- c es la concentración (g/mL) de la solución de azúcar.

2.6 Color ICUMSA:

Valor del índice de absorbancia multiplicado por 1 000. Los valores que resultan se denominan unidades ICUMSA (IU) a pH 7,0 ($IU_{7,0}$)

3 FUNDAMENTO

Se basa en que la absorbancia de una solución filtrada de azúcares, es proporcional a la cantidad de materia coloreada presente, que al ser relacionada permite determinar cuantitativamente el color.

4 REACTIVOS Y MATERIALES

4.1 Reactivos

- Agua destilada;
- Filtro ayuda grado analítico Kieselguhr (celite);
- Acido Clorhídrico 0,1 N, y
- Hidróxido de Sodio 0,1 N.

4.2 Materiales

- Vaso de precipitado de 250 mL, y
- Material común de laboratorio



5 INSTRUMENTOS

Los instrumentos deben de contar con informe vigente de calibración y/o verificación con patrones certificados.

- Espectrofotómetro: Con alcance de la escala longitud de onda de 325 nm a 1,100 nm, con un ancho de banda espectral 8 nm, alcance de escala Fotométrica (T): 0 % a 125 %, alcance de escala Fotométrica (A)-0,1 a 2,5, exactitud de longitud de onda: ± 2.0 nm;
- \div Celdas: Para las mediciones de soluciones de azúcares, se recomienda el uso de celdas de 1 cm o 10 cm de longitud;
- Membrana filtrante de nitrocelulosa con porosidad de 0,45 μ m y 47 mm de diámetro;
- kit de filtración de vidrio y membrana filtrante desechable de 0,45 μ m y 47 mm de diámetro para bomba de vacío.
- Bomba de vacío;
- Potenciómetro rango 0-14 pH, sensibilidad ± 0.1 ;
- Agitador magnético, y
- Baño ultrasónico.
- Balanza con sensibilidad de 0,1g.
- Refractómetro con capacidad para registrar lecturas de 0 °Brix a 95 °Brix, con corrección automática a 20 °C de temperatura.

6 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

6.1 Para azúcar refinado y blanco especial:



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

- 6.1.1 Preparar una solución con la muestra y agua destilada 50 g \pm 1 g de muestra y 50 g \pm 1 g de agua destilada y disolver agitando a temperatura ambiente.
- 6.1.2 Filtrar a vacío la solución a través de la membrana filtrante y vaciar el filtrado a la celda, cuidando de enjuagarla previamente dos veces.
- 6.1.3 Desairar la solución filtrada durante una hora a temperatura ambiente, en una estufa de vacío o un desecador; o alternativamente desairar la solución filtrada introduciendo la celda con la solución de azúcar en un baño ultrasónico durante 1 minuto.
- 6.2 Para azúcar estándar y crudo (mascabado):
- 6.2.1 Pesar las cantidades de azúcar y agua que se muestran en la Tabla 2 en un vaso de precipitado de 250 mL, disolver y mezclar agitando a temperatura ambiente.
- 6.2.2 Limpiar y secar el electrodo del potenciómetro y sumergirlo en la solución de azúcar. Ajustar a un pH de 7,0 con una solución de ácido clorhídrico 0,1 N o de hidróxido de sodio 0,1 N con un cuenta-gotas fino agitando continuamente la solución.
- 6.2.3 Filtrar a vacío la solución a través de la membrana filtrante y vaciar el filtrado a la celda, cuidando de enjuagarla previamente dos veces.
- 6.2.4 Desairar la solución filtrada durante una hora a temperatura ambiente en una estufa de vacío o un desecador; o alternativamente desairar la solución filtrada introduciendo la celda con la solución de azúcar en un baño ultrasónico durante 1 minuto.

7 PROCEDIMIENTO

- 7.1 Para azúcar refinado y blanco especial:
 - 7.1.1 Medición del color: Ajustar el espectrofotómetro a cero, usando una celda con agua a una longitud de onda de 420 nm. En la misma celda hacer la medición de la absorbancia de la muestra a analizar.



- 7.1.2** Determinar el Brix con el refractómetro.
- 7.2** Para azúcar estándar y crudo (mascabado):
- 7.2.1** Medición del color: Ajustar el espectrofotómetro a cero, usando una celda con agua a una longitud de onda de 420 nm. Efectuar la medición de la absorbancia de la solución de azúcar con una celda de 2 cm a 5 cm de longitud. (véase Tabla 1).

TABLA 1.- Alícuotas de azúcar y agua, longitud de la celda para la medición del color:

| ICUMSA rango de color | Alícuota de azúcar g | Alícuota de agua g | Longitud de la celda (b), cm |
|-----------------------|----------------------|--------------------|------------------------------|
| 250-500 | 50 ± 0,1 | 50 ± 0,1 | 2* |
| 250-500 | 30 ± 0,1 | 70 ± 0,1 | 5* |
| 500-2000 | 30 ± 0,1 | 70 ± 0,1 | 1 |
| 2000-7000 | 10 ± 0,1 | 90 ± 0,1 | 1 |
| 7000-13000 | 5 ± 0,1 | 95 ± 0,1 | 1 |

* / Emplear un mínimo de 30% w/w, si la filtración de la solución al 50% w/w resulta difícil.

- 7.2.2** Determinar el Brix con el refractómetro.

8 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

- 8.1** Para azúcar refinado y blanco especial:

Calculo:

Calcular la concentración de los sólidos de la muestra en solución, "c", a partir del Brix medido en 6.1.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

TABLA 2.- Correcciones de temperaturas para lecturas Brix:

| Temp. °C | Grados Observados Brix | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 |
| Reste de las lecturas | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0,75 | 0,82 | 0,89 | 0,96 | 1,02 | 1,08 | 1,14 | 1,20 | 1,24 | 1,28 | 1,31 | 1,33 | 1,35 | 1,37 |
| 11 | 0,74 | 0,79 | 0,86 | 0,92 | 0,98 | 1,03 | 1,09 | 1,14 | 1,18 | 1,21 | 1,24 | 1,26 | 0,128 | 1,30 |
| 12 | 0,72 | 0,76 | 0,82 | 0,88 | 0,93 | 0,98 | 1,04 | 1,08 | 1,12 | 1,14 | 1,17 | 1,19 | 1,20 | 1,22 |
| 13 | 0,69 | 0,73 | 0,78 | 0,84 | 0,88 | 0,93 | 0,98 | 1,02 | 1,06 | 1,07 | 1,10 | 1,12 | 1,13 | 1,15 |
| 14 | 0,66 | 0,7 | 0,74 | 0,79 | 0,83 | 0,88 | 0,92 | 0,96 | 0,99 | 1,00 | 1,03 | 1,05 | 1,06 | 1,07 |
| 15 | 0,63 | 0,66 | 0,7 | 0,74 | 0,78 | 0,82 | 0,86 | 0,89 | 0,92 | 0,93 | 0,95 | 0,97 | 0,98 | 0,99 |
| 16 | 0,60 | 0,62 | 0,66 | 0,69 | 0,73 | 0,76 | 0,80 | 0,83 | 0,86 | 0,86 | 0,88 | 0,90 | 0,91 | 0,92 |
| 17 | 0,56 | 0,58 | 0,61 | 0,64 | 0,68 | 0,70 | 0,74 | 0,77 | 0,79 | 0,79 | 0,81 | 0,83 | 0,83 | 0,84 |
| 18 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,59 | 0,62 | 0,64 | 0,68 | 0,70 | 0,72 | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,75 | 0,76 |
| 19 | 0,48 | 0,49 | 0,51 | 0,54 | 0,56 | 0,58 | 0,61 | 0,63 | 0,65 | 0,65 | 0,67 | 0,68 | 0,68 | 0,68 |
| 20 | 0,43 | 0,44 | 0,46 | 0,48 | 0,50 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,58 | 0,58 | 0,59 | 0,60 | 0,60 | 0,60 |
| 21 | 0,38 | 0,39 | 0,41 | 0,42 | 0,44 | 0,46 | 0,47 | 0,49 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,52 | 0,52 | 0,52 |
| 22 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,40 | 0,40 | 0,42 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,44 | 0,44 | 0,44 |
| 23 | 0,28 | 0,28 | 0,29 | 0,30 | 0,32 | 0,33 | 0,33 | 0,35 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,36 |
| 24 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,25 | 0,26 | 0,26 | 0,27 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 |
| 25 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| 26 | 0,10 | 0,1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 27 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Añada a las lecturas | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| 29 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 30 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| 31 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,26 | 0,26 | 0,27 | 0,27 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,29 |
| 32 | 0,32 | 0,33 | 0,33 | 0,34 | 0,34 | 0,35 | 0,35 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,37 |
| 33 | 0,40 | 0,41 | 0,41 | 0,42 | 0,42 | 0,43 | 0,43 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,45 |
| 34 | 0,48 | 0,49 | 0,49 | 0,50 | 0,50 | 0,51 | 0,52 | 0,52 | 0,52 | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 |
| 35 | 0,56 | 0,57 | 0,57 | 0,58 | 0,59 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,62 |
| 36 | 0,64 | 0,65 | 0,65 | 0,67 | 0,68 | 0,69 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,71 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| 37 | 0,72 | 0,74 | 0,74 | 0,76 | 0,77 | 0,78 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,80 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 |
| 38 | 0,81 | 0,83 | 0,83 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| 39 | 0,90 | 0,92 | 0,92 | 0,94 | 0,95 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| 40 | 0,99 | 1,01 | 1,01 | 1,03 | 1,04 | 1,05 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,05 |
| 45 | 1,48 | 1,50 | 1,50 | 1,52 | 1,53 | 1,53 | 1,53 | 1,53 | 1,52 | 1,52 | 1,51 | 1,50 | 1,50 | 1,48 |
| 50 | 2,03 | 2,04 | 2,04 | 2,05 | 2,06 | 2,05 | 2,04 | 2,03 | 2,01 | 2,00 | 1,99 | 1,97 | 1,96 | 1,92 |
| 55 | 2,62 | 2,63 | 2,63 | 2,64 | 2,62 | 2,60 | 2,58 | 2,55 | 2,52 | 2,5 | 2,48 | 2,45 | 2,43 | 2,37 |
| 60 | 3,26 | 3,28 | 3,27 | 3,25 | 3,22 | 3,18 | 3,13 | 3,09 | 3,04 | 3,02 | 2,98 | 2,94 | 2,90 | 2,83 |
| 65 | 3,95 | 3,98 | 3,95 | 3,90 | 3,86 | 3,79 | 3,71 | 3,66 | 3,58 | 3,56 | 3,50 | 3,44 | 3,38 | 3,30 |
| 70 | 4,70 | 4,74 | 4,70 | 4,60 | 4,54 | 4,44 | 4,32 | 4,24 | 4,14 | 4,12 | 4,03 | 3,96 | 3,87 | 3,78 |
| 75 | 5,50 | 5,56 | 4,48 | 5,34 | 5,26 | 5,12 | 4,95 | 4,86 | 4,72 | 4,70 | 4,57 | 4,50 | 4,37 | 4,27 |
| 80 | 6,35 | 6,41 | 6,32 | 6,12 | 6,02 | 5,84 | 5,62 | 5,51 | 5,32 | 5,30 | 5,14 | 5,04 | 4,88 | 4,77 |

Utilizar el Brix para obtener "p", que es la densidad 20/4 en kg/m³ de la solución de la muestra, interpolando en la Tabla 2. Entonces la concentración de la muestra (g/ mL) se calcula con la siguiente fórmula:



$$c = \frac{(\text{Brix})(\rho)}{(b)(\text{Brix})(\rho)}$$

El resultado se reporta como color ICUMSA y se expresa en Unidades ICUMSA a 420 nm (U.I. 420), empleando la formula:

$$\text{Color ICUMSA} = \frac{10^8 A_s}{(b)(\text{Brix})(\rho)}$$

Donde:

- b es la longitud de la celda;
- A_s es la absorbancia de la muestra, y
- ρ es la densidad 20/4.

8.2 Para azúcar estándar y crudo (mascabado):

Calcular la concentración de los sólidos de la muestra en solución, "c", a partir del Brix medido en 6.2

Utilizar el Brix para obtener "ρ", que es la densidad 20/4 en kg/m³ de la solución de la muestra, interpolando en la Tabla 2 Entonces la concentración de la muestra (g/ mL) se calcula con la siguiente fórmula:

$$c = \frac{(\text{Brix})(\rho)}{(10)^5}$$

El resultado se reporta como color ICUMSA y se expresa en Unidades ICUMSA a 420 nm (U.I. 420), empleando la formula:



$$\text{Color ICUMSA} = \frac{10^8 A_s}{(b)(\text{Brix})(\rho)}$$

Donde:

- b es la longitud de la celda;
- A_s es la absorbancia de la muestra, y
- ρ es la densidad 20/4.

9 REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

- 9.1** Para azúcares refinados y blancos especiales, con valores de color ICUMSA hasta 50 UI, la diferencia absoluta entre dos resultados obtenidos bajo las mismas condiciones de repetibilidad y reproducibilidad no deberá ser mayor a 3 UI.
- 9.2** Para azúcares refinados y blancos especiales, con valores de color ICUMSA mayores a 50 UI, la diferencia absoluta entre dos resultados obtenidos bajo las mismas condiciones de repetibilidad y reproducibilidad no deberá ser mayor a 7 UI.
- 9.3** Para azúcares estándar y crudos (mascabados), la diferencia absoluta entre dos resultados obtenidos bajo las mismas condiciones de repetibilidad y de reproducibilidad no deberá ser mayor a los valores dados en la Tabla 3.



Tabla 3.- Repetibilidad y reproducibilidad para azúcar crudo (mascabado) y azúcar moreno:

| Muestra y rango de color | Repetibilidad (r) | Reproducibilidad (R) |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| AZÚCAR MASCABADO (CRUDO) | | |
| 500 - 2 000 | 110 | 380 |
| 2 000 - 7 000 | 300 | 960 |
| AZÚCAR MORENO | | |
| 2 200 - 2 600 | 130 | 370 |
| 4 300 - 5 600 | 190 | 1 350 |
| 34 000 - 42 000 | 1 900 | 5 230 |

10 VIGENCIA

Esta norma mexicana no coincide con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

11 BIBLIOGRAFÍA

- NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Noviembre de 2002.
- GS1/3-7 (2002) Determinación del color en solución de azúcares crudos, azúcares morenos y jarabes coloreados a pH 7,0 – Oficial, International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA), 2009.
- GS2/3-9 (2005) Determinación del color en solución de azúcar blanco a pH 7,0 – Aceptado, International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA), 2009.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

- GS2/3-10 (2007*) Determinación del color en solución del azúcar blanco – Oficial, International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA), 2009.

12 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana no coincide con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

México, D.F., a

El Director General, **CHRISTIAN TURÉGANO ROLDÁN**.- Rúbrica.