

PRODUCTOS DE CONFITERIA
Determinación del contenido de azúcares
reductores y sacarosa

COGUANOR
NGO 34 157 h2

1. OBJETO

La presente norma tiene por objeto establecer los métodos para determinar el contenido de azúcares reductores y el contenido de sacarosa en productos de confitería y goma de mascar.

2. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR

COGUANOR NGO 4 010 Sistema Internacional de Unidades (SI)
1a. Revisión

3. PRINCIPIO DEL METODO

3.1 Determinación de los azúcares reductores por el método de Munson y Walker. Este método consiste en solubilizar una muestra del producto, tratarla con reactivo de Fehling y determinar, por titulación con una solución valorada de permanganato de potasio o bien, con una solución valorada de tiosulfato de sodio, la cantidad de óxido cuproso obtenida por reducción del complejo de cobre de la solución de Fehling; con la cantidad de óxido cuproso encontrada y empleando la tabla 1 se determina el contenido de azúcares reductores en la muestra.

3.2 Determinación del contenido de sacarosa. Este método consiste en determinar el contenido de los azúcares reductores antes y después de la inversión de la muestra solubilizada. La diferencia entre estos dos valores se multiplica por 0.95 y se obtiene el contenido de sacarosa. El contenido de azúcares reductores antes o después de la inversión se determina según el método de Munson y Walker.

4. METODOS

- a) Determinación de los azúcares reductores por el método de Munson y Walker
- Empleando solución valorada de permanganato de potasio, véase el numeral 5.1.
 - Empleando solución valorada de tiosulfato de sodio, véase el numeral 5.2.
- b) Determinación de sacarosa, véase el capítulo 6.

5. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AZUCARES REDUCTORES

5.1 Método volumétrico de Munson y Walker empleando solución valorada de permanganato de potasio.

5.1.1 Reactivos o materiales. Todos los reactivos deben ser de calidad analítica reconocida; el agua debe ser destilada o de pureza equivalente.

5.1.1.1 Solución saturada de acetato neutro de plomo (Pb(C₂H₃O₂)₂). Se prepara disolviendo en agua destilada acetato neutro de plomo hasta saturación (aproximadamente 125 g en 100 cm³ de agua a unos 25°C); luego se agrega suficiente ácido acético hasta la neutralización de la solución o muy ligeramente ácida al papel tornasol, y se diluye con agua destilada a 59° Brix (d= 1.25).

Continúa

5.1.1.2 Reactivo de Fehling. Se obtiene mezclando, inmediatamente antes de usarse, volúmenes iguales de las soluciones A y B.

Solución A. Solución de sulfato de cobre. Se disuelven en agua destilada 34.639 g de sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$); se diluye hasta un volumen de 500 cm^3 y se filtra a través de asbesto preparado según el numeral 5.1.1.3. Se determina el contenido de cobre de la solución, preferiblemente por electrólisis, y se ajusta el volumen de manera que su contenido sea de 440.9 mg de cobre en 25 cm^3 de solución.

Solución B. Solución alcalina de tartrato. Se disuelven en agua destilada 173 g de tartrato sódico potásico, sal de Rochelle ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) y 50 g de hidróxido de sodio, y se diluye hasta 500 cm^3 ; se deja reposar durante dos días y se filtra a través de asbesto preparado según el numeral 5.1.1.3.

5.1.1.3 Asbesto analítico. Se digiere asbesto, tipo anfíbol, en solución (1 + 3) de ácido clorhídrico durante dos o tres días. Se lava con agua hasta que quede libre de ácido y se digiere durante dos o tres días en solución al 10% de hidróxido de sodio, luego se trata durante algunas horas con solución alcalina, caliente, de tartrato sódico potásico, indicada en el numeral 5.1.1.2. Se lava el asbesto hasta que quede libre de álcalis. Se puede utilizar solución alcalina de tartrato que lleve largo tiempo de preparada. Se digiere después el asbesto durante varias horas en solución (1 + 3) de ácido nítrico y se lava hasta que quede libre de ácido. Se suspende el asbesto en agua destilada hasta formar una pulpa fina.

5.1.1.3.1 Preparación de los crisoles Gooch con asbesto. Se preparan los crisoles Gooch agregando un poco de la suspensión de asbesto, preparada según se indicó anteriormente, hasta que quede en el fondo una capa uniforme de 6 mm de espesor aproximadamente, y se lava después con agua destilada para quitar las partículas finas de asbesto.

5.1.1.4 Solución aproximadamente 4 N de ácido sulfúrico. Se prepara añadiendo poco a poco y con agitación 112 cm^3 de ácido sulfúrico concentrado ($d = 1.84$) a unos 800 cm^3 de agua destilada, resbalando el ácido por las paredes del vaso de precipitados; luego de enfriado se completa con agua a 1000 cm^3 .

5.1.1.5 Solución de sulfato férrico. Se disuelven en agua destilada 135 g de sulfato férrico amónico $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ó 55 g de sulfato férrico anhidro y se diluye a un litro. Para verificar la pureza de la sal de hierro a utilizar, se determina la cantidad de sulfato férrico presente en la sal original por calcinación a óxido férrico (Fe_2O_3).

5.1.1.6 Solución 0.1573 N de permanganato de potasio. Se prepara una solución aproximadamente 0.1573 N de permanganato de potasio, la cual debe contener 4.98 g de KMnO_4 en 1000 cm^3 de solución. Después de dejarla en reposo durante varios días se filtra a través de asbesto o de vidrio poroso y se valora por el método siguiente:

- En un vaso de 600 cm^3 se colocan 0.35 g de oxalato de sodio anhidro ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) secado previamente a 105°C durante 1 h, se agregan 250 cm^3 de solución (5 + 95) de ácido sulfúrico, previamente hervido durante 10 min y enfriado a $27 \pm 3^\circ\text{C}$, y se agita hasta que el oxalato de sodio se disuelva.
- Se agregan 29 a 30 cm^3 de la solución de permanganato de potasio a razón de 25 a $35 \text{ cm}^3/\text{min}$ mientras se agita suavemente, y se deja en reposo la solución hasta que la coloración rosa haya desaparecido lo cual se logra en aproximadamente 45 s.
- Se calienta a una temperatura de 55 a 60°C y se completa la titulación agregando cuidadosamente la solución de permanganato de potasio, hasta que una débil coloración rosada persista durante 30 s. La última porción de la solución, 0.5 a 1 cm^3 , se agrega gota a gota dejando que cada gota se decolore antes de agregar la siguiente.

- d) Se determina el exceso de solución necesario para impartir el mismo color rosado a un volumen de 250 cm³ de solución (5 + 95) de ácido sulfúrico, previamente hervido y enfriado a la temperatura de 55 a 60°C; generalmente dicho gasto oscila entre 0.03 y 0.05 cm³. Al restar este gasto, del volumen de solución de permanganato de potasio empleado en la titulación, se obtiene el volumen neto.
- e) A partir del volumen neto se calcula la normalidad de esta solución mediante la siguiente ecuación:

$$N = \frac{m \times 1000}{V \times 66.999}$$

En la que:

N = Normalidad de la solución de permanganato de potasio

m = Masa de oxalato de sodio anhidro (Na₂C₂O₄), en gramos

V = Volumen neto de solución de permanganato de potasio utilizado en la titulación, en centímetros cúbicos

5.1.1.7 Solución indicadora de fenantrolina ferrosa. Se disuelven 0.7425 g de ortofenantrolina monohidratada en 25 cm³ de solución 0.025 M de sulfato ferroso. La solución 0.025 M de sulfato ferroso se prepara disolviendo en agua 6.95 g de sulfato ferroso heptahidratado (FeSO₄·7H₂O) y completando el volumen a 1000 cm³.

5.1.2 Aparatos

5.1.2.1 Balanza analítica de precisión, que aprecie 0.1 mg

5.1.2.2 Matraces aforados, de 100, 250 y 1000 cm³

5.1.2.3 Probetas graduadas, de 10, 25 y 50 cm³

5.1.2.4 Pipeta volumétrica, de 50 cm³

5.1.2.5 Trípode con malla de asbesto

5.1.2.6 Vaso de precipitados, de 400 cm³ resistente a los álcalis

5.1.2.7 Vidrio de reloj, de 15 cm de diámetro

5.1.2.8 Pinzas para vasos de precipitados

5.1.2.9 Mechero de gas u hornillo eléctrico

5.1.2.10 Cronómetro

5.1.2.11 Agitadores de vidrio

5.1.2.12 Crisol Gooch con asbesto

5.1.2.13 Embudo y adaptador de caucho para crisol Gooch

5.1.2.14 Kitasato, para filtración al vacío

5.1.2.15 Piseta

5.1.2.16 Bureta, de 50 cm³

5.1.2.17 Instrumental de laboratorio

Continúa

5.1.3 Preparación y conservación de las muestras. La alícuota a tomar para la precipitación del óxido cuproso no debe contener más de 230 mg de azúcares reductores, por lo que para cumplir con tal requisito las muestras se deben preparar en la forma siguiente.

5.1.3.1 Productos de confitería

- a) Se cortan con un cuchillo bien afilado o se pulverizan con un mortero, 150 g de muestra, tan rápido como sea posible, asegurándose de obtener una muestra uniforme y homogénea. Si la muestra contiene grasa en su composición, ésta debe ser extraída con éter de petróleo en un extractor Soxhlet y luego debe secarse para eliminar todo el éter residual presente. La muestra debe guardarse en un recipiente de vidrio hermético, quedando así lista para el análisis.
- b) Se pesan con exactitud 26 g de la muestra preparada y se transfieren con agua destilada a un matraz aforado de 100 cm³, se clarifica añadiendo un volumen apropiado de solución saturada de acetato neutro de plomo, se diluye hasta la marca con agua a 20°C, se agita y se deja reposar. Se filtra o se centrifuga el líquido sobrenadante; del líquido claro se elimina el exceso de plomo añadiendo cristales de oxalato de potasio anhidro y se filtra de nuevo para eliminar el precipitado de oxalato de plomo.

Nota. El exceso de plomo deberá ser tal que, para eliminarlo, no necesite más de 0.1 mg de oxalato de potasio por cada 100 cm³ de solución clarificada y filtrada.

- c) Con una pipeta se toman 50 cm³ del filtrado, se transfieren a un balón aforado de 1000 cm³ y se completa el volumen con agua destilada; de esta dilución se toman 100 cm³, se transfieren a un balón aforado de 250 cm³ y se completa el volumen con agua destilada. De esta última dilución se tomará la alícuota de 50 cm³ para la precipitación del óxido cuproso, véase el numeral 5.1.4.1(a).
- d) Las operaciones indicadas en los incisos (b) y (c) se realizan en duplicado.

5.1.3.2 Goma de mascar.

- a) Se pesan con exactitud de 5 a 7 g de goma de mascar recubierta o no de confitura y se colocan en un mortero. Se extraen los azúcares agregándole a la muestra porciones de aproximadamente 15 cm³ de agua destilada, calentada a 60-65°C y masticando con la mano del mortero; la solución, que puede presentar apariencia lechosa, se transfiere a un matraz aforado de 500 cm³. Se repite esta operación, de extracción con agua, unas 22 veces.
- b) La goma que queda en el mortero se transfiere a un vaso de precipitados de 400 cm³, se disuelve en unos 75 cm³ de éter de petróleo y si se observan algunos grumos se le da un ligero calentamiento por debajo del punto de ebullición del solvente; luego se transfiere cuantitativamente esta solución a una ampolla de decantación de 250 cm³, lavando el vaso de precipitados con tres porciones de éter de petróleo de 20 cm³ cada una y agregando tales lavados a dicha ampolla.
- c) Se agregan unos 80 cm³ de agua a la ampolla de decantación, se agita vigorosamente y se deja reposar hasta que se separe en dos capas; la fase acuosa, que ocupa la parte inferior de la ampolla, se transfiere al matraz aforado de 500 cm³ que contiene el extracto acuoso obtenido según el inciso (a) del presente numeral. Se repite esta operación dos veces más pero utilizando cada vez 40 cm³ de agua.
- d) Se deja enfriar el extracto acuoso a temperatura ambiente, se completa el volumen con agua a 500 cm³ y se agita bien. De esta solución, ligeramente lechosa, se transfieren con una pipeta 100 cm³ a un matraz aforado de 200 cm³, se le agrega un volumen apropiado (aproximadamente 10 cm³) de solución saturada de acetato neutro de plomo, justo para realizar la clarificación, y se diluye con agua hasta la marca, se agita y se deja reposar el precipitado formado.

- e) Se filtra o se centrifuga el líquido sobrenadante; del líquido claro se elimina el exceso de plomo añadiendo cristales de oxalato de potasio anhidro y se filtra de nuevo para eliminar el precipitado de oxalato de plomo.

Nota. El exceso de plomo deberá ser tal que, para eliminarlo, no se necesite más de 0.1 mg de oxalato de potasio por cada 100 cm³ de solución clarificada y filtrada.

- f) De la solución filtrada se tomará la alícuota de 50 cm³ para la precipitación de óxido cuproso, véase el numeral 5.1.4.1 (a).
- g) Todas las operaciones indicadas en el presente numeral se realizan en duplicado.

5.1.4 Procedimiento

5.1.4.1 Precipitación del óxido cuproso, Cu₂O

- a) A un vaso de precipitados de 400 cm³ se agregan 25 cm³ de la solución de sulfato de cobre y 25 cm³ de la solución alcalina de tartrato, luego, con una pipeta volumétrica, se transfieren 50 cm³ de la última dilución obtenida en el numeral 5.1.3.1 ó en el numeral 5.1.3.2, según sea el caso, y se tapa con un vidrio de reloj.
- b) Se calienta sobre un mechero u hornillo eléctrico cuya intensidad de calentamiento se debe regular de tal manera que la ebullición se inicie a los 4 min de colocado el vaso en la fuente de calor. Se continúa la ebullición exactamente durante 2 min, conservando tapado con el vidrio de reloj el vaso de precipitados.

Nota. Es muy importante seguir estrictamente estas instrucciones; para regular la fuente de calor es conveniente hacer pruebas preliminares, calentando una mezcla de 25 cm³ de solución de sulfato de cobre, 25 cm³ de solución alcalina de tartrato y 50 cm³ de agua destilada antes de proceder a hacer la determinación.

- c) A través del crisol Gooch con asbesto, empleando succión, se filtra inmediatamente la solución caliente, lo más rápido posible.
- d) Se lava el precipitado de óxido cuproso, Cu₂O, con agua destilada recientemente hervida y llevada a una temperatura aproximadamente de 60°C. Los lavados se hacen primeramente al vaso y se transfieren al crisol Gooch, no siendo necesario pasar cuantitativamente el precipitado de óxido cuproso.
- e) Todas las operaciones se realizan en duplicado.

5.1.4.2 Determinación volumétrica del óxido cuproso precipitado

- a) El precipitado lavado de Cu₂O se transfiere cuantitativamente con la capa de asbesto al mismo vaso de precipitados, utilizando una varilla de vidrio; se agregan 50 cm³ de la solución de sulfato férrico y se agita vigorosamente hasta disolución completa del precipitado. Se debe tener mucho cuidado de pasar cuantitativamente el precipitado al vaso con ayuda de la solución de sulfato férrico; si es necesario se sumerge el crisol en la solución para asegurarse de que todo el óxido adherido a las paredes del mismo se haya disuelto completamente.
- b) Con una varilla de vidrio se saca el crisol y se lava con agua destilada, recibiendo el lavado en el vaso de precipitados.
- c) Se agregan 20 cm³ de la solución aproximadamente 4 N de ácido sulfúrico, se titula con la solución de permanganato de potasio y, cuando se aproxima al punto final, se agrega una gota de solución indicadora de fenantrolina ferrosa. En el punto final la solución café cambia a verde.

- d) Se debe hacer un ensayo en blanco empleando 50 cm³ de reactivo de Fehling y 50 cm³ de agua destilada. La solución alcalina de tartrato se deteriora con el tiempo y por consiguiente la cantidad de óxido cuproso obtenida aumenta.
- e) Todas las operaciones se realizan en duplicado.

5.1.5 Expresión de los resultados. El contenido de azúcares reductores se expresa como azúcares invertidos en porcentaje en masa, y se obtiene en la forma siguiente:

- a) Mediante la siguiente ecuación se calculan los miligramos de óxido cuproso precipitados:

$$\text{Cu}_2\text{O} = \frac{10 (V - V_b) N}{0.1573} \times 1.1259$$

En la que:

Cu_2O = Masa de óxido cuproso precipitado, en miligramos

V = Volumen de solución valorada de permanganato de potasio empleado en la titulación, en centímetros cúbicos

V_b = Volumen de solución valorada de permanganato de potasio empleado en la prueba en blanco, en centímetros cúbicos

N = Normalidad de la solución valorada de permanganato de potasio

1.1259 = Factor de conversión de Cu a Cu₂O

- b) Empleando la tabla 1 y los miligramos de óxido cuproso encontrados, se obtienen los miligramos de azúcares invertidos contenidos en la alícuota tomada.

Para referir este valor a gramos de azúcares reductores por 100 g de producto, se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Ar}_1 = \frac{m_1 \times F}{1000 \times m} \times 100$$

En la que:

Ar_1 = Azúcares reductores antes de la inversión, en porcentaje en masa

m_1 = Masa de azúcares invertidos, leída en la tabla 1, en miligramos, contenida en la alícuota tomada para la precipitación del óxido cuproso.

m = Masa de la muestra del producto tomada originalmente antes de efectuar las diluciones, en gramos, cuando la muestra no ha sido desengrasada; en el caso que se haya desengrasado la muestra (véase el numeral 5.1.3.1(a)) se debe tomar en cuenta el contenido de grasa de la muestra.

F = Factor de dilución, el cual, para los productos de confitería tiene un valor de 100 y para la goma de mascar tiene un valor de 20.

5.2 Método volumétrico de Munson y Walker empleando solución valorada de tiosulfato de sodio.

5.2.1 Reactivos o materiales. Todos los reactivos deben ser de calidad analítica reconocida; el agua debe ser destilada o de pureza equivalente.

5.2.1.1 Solución saturada de acetato neutro de plomo, véase el numeral 5.1.1.1.

5.2.1.2 Reactivo de Fehling. Véase numeral 5.1.1.2.

5.2.1.3 Asbesto analítico. Véase numeral 5.1.1.3.

Continúa

5.2.1.4 Solución (1 + 1) de ácido nítrico

5.2.1.5 Solución saturada de bromo en agua

5.2.1.6 Solución de acetato de sodio. Se prepara disolviendo en unos 400 cm³ de agua destilada, 574 g de acetato de sodio trihidratado y se completa el volumen a 1000 cm³.

5.2.1.7 Solución de yoduro de potasio. Se prepara disolviendo en unos 40 cm³ de agua destilada, 42 g de yoduro de potasio y se completa el volumen a 100 cm³; luego se alcaliniza muy ligeramente para evitar formación y oxidación de HI.

5.2.1.8 Solución indicadora de almidón. Se mezclan con agua fría aproximadamente 2 g de almidón de papa, finamente pulverizado, hasta formar una pasta fina; se agregan aproximadamente 200 cm³ de agua hirviendo agitando constantemente, e inmediatamente se interrumpe el calentamiento. Se agrega aproximadamente 1 cm³ de mercurio, se agita y se deja que éste se asiente.

5.2.1.9 Sulfocianuro de potasio (KSCN)

5.2.1.10 Solución 0.1573 N de tiosulfato de sodio. Se disuelven en agua destilada 39 g de tiosulfato de sodio pentahidratado (Na₂S₂O₃·5H₂O) y se lleva el volumen a 1000 cm³.

5.2.1.10.1 Titulación de la solución de tiosulfato de sodio

- a) Se pesa con exactitud 0.2 a 0.4 g de cobre electrolítico puro y se coloca en un erlenmeyer de 250 cm³ con marcas a intervalos de 20 cm³ aproximadamente. Se disuelve el cobre en 5 cm³ de solución (1 + 1) de ácido nítrico y se diluye a 20 ó 30 cm³, se lleva a ebullición para eliminar los vapores rojos, se agrega un ligero exceso de agua de bromo saturada y se hierve hasta eliminación completa del bromo. Se enfría y se agregan 10 cm³ de solución de acetato de sodio.
- b) Se agregan 10 cm³ de la solución de yoduro de potasio y se titula con la solución valorada de tiosulfato de sodio hasta débil coloración amarilla; se agrega suficiente cantidad de la solución indicadora de almidón para producir un color marcadamente azul y cuando se aproxime al punto final, se añaden 2 g de sulfocianuro de potasio (KSCN) agitando hasta que se disuelva completamente.
- c) Se continúa la titulación hasta que el precipitado esté completamente blanco.

Nota. Es importante que la concentración del yoduro de potasio en la solución sea regulada cuidadosamente. Si la solución contiene menos de 320 mg de cobre, al completarse la titulación se deberá haber agregado de 4.2 a 5 g de yoduro de potasio por cada 100 cm³ de la solución total; si hay cantidades mayores de cobre se agrega lentamente la solución de yoduro de potasio, por medio de una bureta y con constante agitación, en cantidades proporcionalmente mayores.

5.2.2 Aparatos

5.2.2.1 Balanza analítica de precisión, que aprecie 0.1 mg

5.2.2.2 Matraces aforados, de 100, 200, 250, 500 y 1000 cm³

5.2.2.3 Probeta graduada, de 10 cm³

5.2.2.4 Trípode con malla de asbesto

5.2.2.5 Pipetas, de 5, 10, 25 y 50 cm³

5.2.2.6 Vaso de precipitados, de 400 cm³ resistente a los álcalis.

5.2.2.7 Vidrio de reloj, de 15 cm de diámetro

5.2.2.8 Pinzas para vasos de precipitados

5.2.2.9 Mechero de gas u hornillo eléctrico

5.2.2.10 Cronómetro

5.2.2.11 Agitadores de vidrio

5.2.2.12 Crisol Gooch con asbesto

5.2.2.13 Piseta

5.2.2.14 Erlenmeyer, de 250 cm³ con marcas a intervalos de aproximadamente 20 cm³

5.2.2.15 Kitasato, para filtración al vacío

5.2.2.16 Embudo y adaptador de caucho para crisol Gooch

5.2.2.17 Embudo de vidrio

5.2.2.18 Buretas, de 25 y 50 cm³

5.2.2.19 Instrumental de laboratorio

5.2.3 Preparación y conservación de las muestras. Las muestras deberán prepararse tal y como se indica en el numeral 5.1.3 de la presente norma.

5.2.4 Procedimiento

5.2.4.1 Precipitación del óxido cuproso, Cu₂O

- a) Se procede como se indica en el numeral 5.1.4.1 del inciso (a) al (c) inclusive, realizando las operaciones en duplicado.
- b) Con agua destilada recientemente hervida y llevada a una temperatura aproximadamente de 60°C, se lava varias veces el vaso y el precipitado de óxido cuproso, y se transfiere éste cuantitativamente al crisol Gooch.

5.2.4.2 Determinación volumétrica del óxido cuproso precipitado

- a) En el erlenmeyer de 250 cm³ con marcas a intervalos de aproximadamente 20 cm³, se coloca un embudo de vidrio, en el cual se soporta el crisol Gooch conteniendo el precipitado de óxido cuproso y se tapa dicho crisol con un vidrio de reloj.
- b) Empleando una pipeta se vierten por debajo del vidrio de reloj, 5 cm³ de solución (1 + 1) de ácido nítrico para disolver el precipitado de Cu₂O. Luego se lavan con agua destilada el vidrio de reloj, el crisol Gooch y el embudo, recogiendo los lavados en el erlenmeyer.
- c) Se lleva a ebullición el filtrado, para eliminar los vapores rojos, se agrega un ligero exceso de agua de bromo saturada y se hierve hasta la eliminación completa del bromo. Se enfría y se agregan 10 cm³ de solución de acetato de sodio.
- d) Se agregan 10 cm³ de la solución de yoduro de potasio y se titula con la solución de tiosulfato de sodio hasta débil coloración amarilla; se agrega suficiente cantidad de la solución indicadora de almidón para producir un color marcadamente azul y cuando se aproxime el punto final, se añaden 2 g de sulfocianuro de potasio (KSCN), agitando hasta que se disuelva completamente.
- e) Se continúa la titulación hasta que el precipitado esté completamente blanco.

Nota. Es importante que la concentración del yoduro de potasio en la solución sea regulada cuidadosamente. Si la solución contiene menos de 320 mg de cobre, al completarse la titulación se deberá haber agregado de 4.2 a 5 g de yoduro de potasio por cada 100 cm³ de la solución total; si hay cantidades mayores de cobre se agrega lentamente la solución de yoduro de potasio, por medio de una bureta y con constante agitación, en cantidades proporcionalmente mayores.

- f) Se debe hacer un ensayo en blanco empleando 50 cm³ de reactivo de Fehling y 50 cm³ de agua destilada; la solución alcalina de tartrato se deteriora con el tiempo y por consiguiente la cantidad de óxido cuproso obtenida aumenta.
- g) Todas las operaciones se realizan en duplicado.

5.2.5 Expresión de los resultados. El contenido de azúcares reductores se expresa como azúcares invertidos en porcentaje en masa, y se obtiene en la forma siguiente:

- a) Mediante la siguiente ecuación se calculan los miligramos de óxido cuproso precipitados:

$$\text{Cu}_2\text{O} = \frac{10 (V - V_b) N}{0.1573} \times 1.1259$$

En la que:

Cu_2O = Masa de óxido cuproso precipitado, en miligramos

V = Volumen de solución valorada de tiosulfato de sodio empleado en la titulación, en centímetros cúbicos

V_b = Volumen de solución valorada de tiosulfato de sodio empleado en la prueba en blanco, en centímetros cúbicos

N = Normalidad de la solución valorada de tiosulfato de sodio

1.1259 = Factor de conversión de Cu a Cu₂O

- b) Empleando la tabla 1 y los miligramos de óxido cuproso encontrados, se obtienen los miligramos de azúcares invertidos contenidos en la alícuota tomada.

Para referir este valor a gramos de azúcares reductores por 100 g de producto, se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Ar}_1 = \frac{m_1 \times F}{1000 \times m} \times 100$$

En la que:

Ar_1 = Azúcares reductores antes de la inversión, en porcentaje en masa

m_1 = Masa de azúcares invertidos, leída en la tabla 1, en miligramos, contenida en la alícuota tomada para la precipitación del óxido cuproso

m = Masa de la muestra del producto tomada originalmente antes de efectuar las diluciones, en gramos, cuando la muestra no ha sido desengrasada; en el caso que se haya desengrasado la muestra (véase el numeral 5.1.3.1 (a)) se debe tomar en cuenta el contenido de grasa de la muestra.

F = Factor de dilución, el cual, para los productos de confitería tiene un valor de 100 y para la goma de mascar tiene un valor de 20.

Continúa

6. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SACAROSA

6.1 Determinación de los azúcares reductores antes de la inversión

6.1.1 El contenido de azúcares reductores antes de la inversión se determina siguiendo cualesquiera de los métodos descritos en los numerales 5.1 y 5.2 de la presente norma.

6.2 Determinación de los azúcares reductores después de la inversión. Se emplean los mismos aparatos y reactivos indicados en el capítulo 5.

6.2.1 Para productos de confitería

6.2.1.1 Inversión de la sacarosa

- a) A un matraz de 100 cm³ se transfieren, con una pipeta, 50 cm³ de la solución libre de plomo obtenida según el numeral 5.1.3.1 (b) y se agregan 20 cm³ de agua destilada.
- b) Mientras se agita el matraz por rotación, se agregan, poco a poco, 10 cm³ de ácido clorhídrico (d= 1.1029 a 20°C/4°C). Se introduce un termómetro en el matraz, se calienta en un baño María mantenido a 60°C, el cual se ha llevado previamente a dicha temperatura; se agita el matraz continuamente durante unos 3 min y se deja en el baño María durante otros 7 min exactamente.
- c) Inmediatamente se enfría introduciendo el matraz en un recipiente con agua a 20°C y, cuando el contenido se haya enfriado a unos 35°C, se diluye casi hasta la marca.
- d) Se deja por lo menos 30 min más dentro del recipiente con agua a 20°C y finalmente se ajusta el volumen con exactitud.
- e) Todas las operaciones se realizan en duplicado

6.2.1.2 Precipitación del óxido cuproso, Cu₂O, después de la inversión

- a) De la solución invertida según el numeral 6.2.1.1, se diluyen 10 cm³ con una pequeña cantidad de agua, se neutraliza con una solución al 10% (m/v) de carbonato de sodio, Na₂CO₃, y se diluye con agua destilada a un volumen de 250 cm³. Esta operación se realiza en duplicado.
- b) A un vaso de precipitados de 400 cm³ se agregan 25 cm³ de la solución de sulfato de cobre, 25 cm³ de la solución alcalina de tartrato y luego, con una pipeta volumétrica, se transfieren 50 cm³ de la solución indicada en el inciso (a) del presente numeral, y se tapa con un vidrio de reloj.
- c) Se continúa el procedimiento como se indica en el numeral 5.1.4.1 incisos (b), (c), (d) y (e) y en el numeral 5.1.4.2 incisos (a) al (e), si se usó solución valorada de permanganato para determinar los azúcares reductores antes de la inversión; o bien, como se indica en el numeral 5.1.4.1 incisos (b) y (c), en el numeral 5.2.4.1 (b) y en el numeral 5.2.4.2 incisos (a) al (g), si se usó solución valorada de tiosulfato para determinar los azúcares reductores antes de la inversión.

6.2.2 Para goma de mascar

6.2.2.1 Inversión de la sacarosa

- a) A un matraz de 100 cm³ se transfieren, con una pipeta, 50 cm³ de la solución libre de plomo obtenida según el numeral 5.1.3.2 (e), y se agregan 20 cm³ de agua destilada.

- b) Mientras se agita el matraz por rotación, se agregan, poco a poco, 10 cm³ de ácido clorhídrico (d= 1.1029 a 20°C/4°C). Se introduce un termómetro en el matraz, se calienta en un baño María mantenido a 60°C, el cual se ha llevado previamente a dicha temperatura; se agita el matraz continuamente durante unos 3 min y se deja en el baño María durante otros 7 min exactamente.
- c) Inmediatamente se enfría introduciendo el matraz en un recipiente con agua a 20°C y, cuando el contenido se haya enfriado a unos 35°C, se diluye casi hasta la marca.
- d) Se deja por lo menos 30 min más dentro del recipiente con agua a 20°C y se ajusta el volumen con exactitud.
- e) Todas las operaciones se realizan en duplicado.

6.2.2.2 Precipitación del óxido cuproso, Cu₂O, después de la inversión.

- a) De la solución invertida obtenida según el numeral 6.2.2.1 se diluyen 50 cm³ con una pequeña cantidad de agua, se neutraliza con una solución al 10% (m/v) de carbonato de sodio, Na₂CO₃, (entre 25 y 30 cm³), y se diluye con agua destilada a un volumen de 100 cm³. Esta operación se realiza en duplicado.
- b) A un vaso de precipitados de 400 cm³ se agregan 25 cm³ de la solución de sulfato de cobre, 25 cm³ de la solución alcalina de tartrato y luego, con una pipeta volumétrica, se transfieren 50 cm³ de la solución indicada en el inciso (a) del presente numeral, y se tapa con un vidrio de reloj.
- c) Se continúa el procedimiento como se indica en el numeral 5.1.4.1 incisos (b), (c), (d) y (e) y en el numeral 5.1.4.2 incisos (a) al (e), si se usó solución valorada de permanganato para determinar los azúcares reductores antes de la inversión; o bien, como se indica en el numeral 5.1.4.1 incisos (b) y (c), en el numeral 5.2.4.1 (b) y en el numeral 5.2.4.2 incisos (a) al (g), si se usó solución valorada de tiosulfato para determinar los azúcares reductores antes de la inversión.

6.3 Expresión de los resultados. El contenido de sacarosa en los productos de confitería y en la goma de mascar se expresa en porcentaje en masa, y se calcula de la siguiente forma:

6.3.1 Cálculo de los azúcares reductores antes de la inversión

- a) Si los azúcares reductores se obtienen por determinación volumétrica empleando una solución valorada de permanganato de potasio, los resultados se calculan tal y como se indica en el numeral 5.1.5 de la presente norma.
- b) Si los azúcares reductores se obtienen por determinación volumétrica empleando una solución valorada de tiosulfato de sodio, los resultados se calculan tal y como se indica en el numeral 5.2.5 de la presente norma.

6.3.2 Cálculo de los azúcares reductores después de la inversión

- a) Para calcular los miligramos de óxido cuproso precipitados después de la inversión se prosigue tal y como se indica en el numeral 5.1.5 (a) ó 5.2.5 (a), según el método usado.
- b) Empleando la tabla 1 y los miligramos de óxido cuproso encontrados, se obtienen los miligramos de azúcares invertidos contenidos en la alícuota tomada.

Para referir este valor a gramos de azúcares reductores, después de la inversión, por 100 g de producto, se aplica la siguiente ecuación:

$$Ar_2 = \frac{m_1 \times F}{1000 \times m} \times 100$$

En la que:

- Ar_2 = Azúcares reductores después de la **inversión**, en porcentaje en masa
- m_1 = Masa de azúcares invertidos, leída en la tabla I, en miligramos, contenida en la alícuota tomada para la **precipitación del óxido cuproso**
- m = Masa de la muestra del producto **tomada originalmente antes** de efectuar las diluciones, en gramos, cuando **la muestra no ha sido desengrasada**; en el caso que se haya desengrasado la muestra (véase el numeral 5.1.3.1 (a)) se debe tomar en cuenta el **contenido de grasa de la muestra**.
- F = Factor de dilución, el cual, para **productos de confitería** tiene un valor de 100 y para goma de mascar tiene un valor de 80.

6.3.3 Cálculo del contenido de sacarosa. Con los datos obtenidos anteriormente se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Sacarosa, en porcentaje en masa} = 0.95 (Ar_2 - Ar_1)$$

En la que:

- Ar_1 = Azúcares reductores antes de la **inversión**
- Ar_2 = Azúcares reductores después de **la inversión**

7. INFORME DEL ENSAYO O ANALISIS

En el informe del análisis debe indicarse **la siguiente**:

- 7.1 El método usado y el resultado **obtenido en cada determinación**, así como la media aritmética de las determinaciones.
- 7.2 Cualquier condición no especificada en la norma, o señalada como opcional, así como cualquier circunstancia que **pueda haber influido** en el resultado.
- 7.3 Todos los detalles necesarios que **permita la completa identificación** de la muestra.

8. CORRESPONDENCIA

Para la elaboración de la presente norma se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Método 31.031 descrito en "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists AOAC" 14a. Edición, 1984;
- Norma de la India, IS 6287-1971, "Indian Standard, Methods of Sampling and Analysis for Sugar Confectionery";
- Método desarrollado por el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) para determinación de azúcares en gomas de mascar; y
- Literatura técnica

9. TABLA

En páginas 13 a 20 aparece la tabla 1. Valores de azúcares reductores por el método de Munson y Walker.

Continúa

Tabla 1. Valores de azúcares reductores por el método de Munson y Walker
(Continúa)

Oxido cuproso mg	Dextrosa d-glucosa mg	Azúcar invertido mg	Azúcar invertido y sacarosa		
			0,3 g azúcar total mg	0,4 g azúcar total mg	2,0 g azúcar total mg
11,3	4,6	5,2	3,2	2,9	—
12,4	5,1	5,7	3,7	3,4	—
13,5	5,6	6,2	4,2	3,9	—
14,6	6,0	6,7	4,8	4,4	—
15,8	6,5	7,2	5,3	4,9	—
16,9	7,0	7,7	5,8	5,4	—
18,0	7,5	8,2	6,3	5,9	—
19,1	8,0	8,7	6,8	6,4	—
20,3	8,5	9,2	7,3	6,9	—
21,4	8,9	9,7	7,8	7,4	—
22,5	9,4	10,2	8,3	7,9	1,9
23,6	9,9	10,7	8,8	8,4	2,4
24,8	10,4	11,2	9,3	8,9	2,9
25,9	10,9	11,7	9,9	9,5	3,4
27,0	11,4	12,3	10,4	10,0	3,9
28,1	11,9	12,8	10,9	10,5	4,4
29,3	12,3	13,3	11,4	11,0	4,9
30,4	12,8	13,8	11,9	11,5	5,5
31,5	13,3	14,3	12,4	12,0	6,0
32,6	13,8	14,8	12,9	12,5	6,5
33,8	14,3	15,3	13,4	13,0	7,0
34,9	14,8	15,8	14,0	13,5	7,5
36,0	15,3	16,3	14,5	14,1	8,0
37,2	15,7	16,8	15,0	14,6	8,5
38,3	16,2	17,3	15,5	15,1	9,0
39,4	16,7	17,8	16,0	15,6	9,5
40,5	17,2	18,3	16,5	16,1	10,1
41,7	17,7	18,9	17,0	16,6	10,6
42,8	18,2	19,4	17,6	17,1	11,1
43,9	18,7	19,9	18,1	17,6	11,6
45,0	19,2	20,4	18,6	18,2	12,1
46,2	19,7	20,9	19,1	18,7	12,6
47,3	20,1	21,4	19,6	19,2	13,1
48,4	20,6	21,9	20,1	19,7	13,7
49,5	21,1	22,4	20,7	20,2	14,2
50,7	21,6	22,9	21,2	20,7	14,7
51,8	22,1	23,5	21,7	21,3	15,2
52,9	22,6	24,0	22,2	21,8	15,7
54,0	23,1	24,5	22,7	22,3	16,2
55,2	23,6	25,0	23,2	22,8	16,8
56,3	24,1	25,5	23,8	23,3	17,3
57,4	24,6	26,0	24,3	23,8	17,8
58,5	25,1	26,5	24,8	24,3	18,3
59,7	25,6	27,0	25,3	24,9	18,8
60,8	26,1	27,6	25,8	25,4	19,3
61,9	26,5	28,1	26,3	25,9	19,9
63,0	27,0	28,6	26,9	26,4	20,4
64,2	27,5	29,1	27,4	26,9	20,9
65,3	28,0	29,6	27,9	27,5	21,4
66,4	28,5	30,1	28,4	28,0	21,9

Continúa

Tabla 1. Valores de azúcares reductores por el método de Munson y Walker(Continúa)

Oxido cuproso mg	Dextrosa d-glucosa mg	Azúcar Invertido mg	Azúcar invertido y sacarosa		
			0,3 g azúcar total mg	0,4 g azúcar total mg	2,0 g azúcar total mg
67,6	29,0	30,6	28,9	28,5	22,5
68,7	29,5	31,2	29,5	29,0	23,0
69,8	30,0	31,7	30,0	29,5	23,5
70,9	30,5	32,2	30,5	30,1	24,0
72,1	31,0	32,7	31,0	30,6	24,5
73,2	31,5	33,2	31,6	31,1	25,1
74,3	32,0	33,7	32,1	31,6	25,6
75,4	32,5	34,3	32,6	32,1	26,1
76,6	33,0	34,8	33,1	32,7	26,6
77,7	33,5	35,3	33,6	33,2	27,1
78,8	34,0	35,8	34,2	33,7	27,7
79,9	34,5	36,3	34,7	34,2	28,2
81,1	35,0	36,8	35,2	34,7	28,7
82,2	35,5	37,4	35,7	35,3	29,2
83,3	36,0	37,9	36,3	35,8	29,8
84,4	36,5	38,4	36,8	36,3	30,3
85,6	37,0	38,9	37,3	36,8	30,8
86,7	37,5	39,4	37,8	37,4	31,3
87,8	38,0	40,0	38,4	37,9	31,9
88,9	38,5	40,5	38,9	38,4	32,4
90,1	39,0	41,0	39,4	38,9	32,9
91,2	39,5	41,5	39,9	39,5	33,4
92,3	40,0	42,0	40,5	40,0	34,0
93,4	40,5	42,6	41,0	40,5	34,5
94,6	41,0	43,1	41,5	41,0	35,0
95,7	41,5	43,6	42,0	41,6	35,5
96,8	42,0	44,1	42,6	42,1	36,1
97,9	42,5	44,7	43,1	42,6	36,6
99,1	43,0	45,2	43,6	43,1	37,1
100,2	43,5	45,7	44,1	43,7	37,6
101,3	44,0	46,2	44,7	44,2	38,2
102,5	44,5	46,7	45,2	44,7	38,7
103,6	45,0	47,3	45,7	45,2	39,2
104,7	45,5	47,8	46,3	45,8	39,8
105,8	46,0	48,3	46,8	46,3	40,3
107,0	46,5	48,8	47,3	46,8	40,8
108,1	47,0	49,4	47,8	47,4	41,3
109,2	47,5	49,9	48,4	47,9	41,9
110,3	48,0	50,4	48,9	48,4	42,4
111,5	48,5	50,9	49,4	48,9	42,9
112,6	49,0	51,5	50,0	49,5	43,5
113,7	49,5	52,0	50,5	50,0	44,0
114,8	50,0	52,5	51,0	50,5	44,5
116,0	50,6	53,0	51,6	51,1	45,1
117,1	51,1	53,6	52,1	51,6	45,6
118,2	51,6	54,1	52,6	52,1	46,1
119,3	52,1	54,6	53,1	52,7	46,7
120,5	52,6	55,2	53,7	53,2	47,2
121,6	53,1	55,7	54,2	53,7	47,7
122,7	53,6	56,2	54,7	54,2	48,3
123,8	54,1	56,7	55,3	54,8	48,8
125,0	54,6	57,3	55,8	55,3	49,3
126,1	55,1	57,8	56,3	55,8	49,9
127,2	55,6	58,3	56,9	56,4	50,4
128,3	56,1	58,9	57,4	56,9	50,9

Continúa

Tabla 1. Valores de azúcares reductores por el método de Munson y Walker (Continúa)

Oxido cuproso mg	Dextrosa d-glucosa mg	Azúcar invertido mg	Azúcar invertido y sacarosa		
			0,3 g azúcar total mg	0,4 g azúcar total mg	2,0 g azúcar total mg
129,5	56,7	59,4	57,9	57,4	51,5
130,6	57,2	59,9	58,5	58,0	52,0
131,7	57,7	60,4	59,0	58,5	52,5
132,8	58,2	61,0	59,5	59,0	53,1
134,0	58,7	61,5	60,1	59,6	53,6
135,1	59,2	62,0	60,6	60,1	54,1
136,2	59,7	62,6	61,2	60,7	54,7
137,4	60,2	63,1	61,7	61,2	55,2
138,5	60,7	63,6	62,2	61,7	55,8
139,6	61,3	64,2	62,8	62,3	56,3
140,7	61,8	64,7	63,3	62,8	56,8
141,9	62,3	65,2	63,8	63,3	57,4
143,0	62,8	65,8	64,4	63,9	57,9
144,1	63,3	66,3	64,9	64,4	58,4
145,2	63,8	66,8	65,4	64,9	59,0
146,4	64,3	67,4	66,0	65,5	59,5
147,5	64,9	67,9	66,5	66,0	60,1
148,6	65,4	68,4	67,1	66,6	60,6
149,7	65,9	69,0	67,6	67,1	61,1
150,9	66,4	69,5	68,1	67,6	61,7
152,0	66,9	70,0	68,7	68,2	62,2
153,1	67,4	70,6	69,2	68,7	62,8
154,2	68,0	71,1	69,8	69,3	63,3
155,4	68,5	71,6	70,3	69,8	63,9
156,5	69,0	72,2	70,8	70,3	64,4
157,6	69,5	72,7	71,4	70,9	64,9
158,7	70,0	73,2	71,9	71,4	65,5
159,9	70,5	73,8	72,5	72,0	66,0
161,0	71,1	74,3	73,0	72,5	66,6
162,1	71,6	74,9	73,5	73,0	67,1
163,2	72,1	75,4	74,1	73,6	67,7
164,4	72,6	75,9	74,6	74,1	68,2
165,5	73,1	76,5	75,2	74,7	68,7
166,6	73,7	77,0	75,7	75,2	69,3
167,8	74,2	77,6	76,3	75,7	69,8
168,9	74,7	78,1	76,8	76,3	70,4
170,0	75,2	78,6	77,3	76,8	70,9
171,1	75,7	79,2	77,9	77,4	71,5
172,3	76,3	79,7	78,4	77,9	72,0
173,4	76,8	80,3	79,0	78,5	72,6
174,5	77,3	80,8	79,5	79,0	73,1
175,6	77,8	81,3	80,1	79,6	73,7
176,8	78,3	81,9	80,6	80,1	74,2
177,9	78,9	82,4	81,2	80,6	74,8
179,0	79,4	83,0	81,7	81,2	75,3
180,1	79,9	83,5	82,2	81,7	75,9
181,3	80,4	84,0	82,8	82,3	76,4
182,4	81,0	84,6	83,3	82,8	77,0
183,5	81,5	85,1	83,9	83,4	77,5
184,6	82,0	85,7	84,4	83,9	78,1
185,8	82,5	86,2	85,0	84,5	78,6
186,9	83,1	86,8	85,5	85,0	79,2
188,0	83,6	87,3	86,1	85,6	79,7
189,1	84,1	87,8	86,6	86,1	80,3
190,3	84,6	88,4	87,2	86,7	80,8

Continúa

Tabla 1. Valores de azúcares reductores por el método de Munson y Walker (Continúa)

Oxido cuproso mg	Dextrosa d-glucosa mg	Azúcar invertido mg	Azúcar invertido y sacarosa		
			0,3 g azúcar total mg	0,4 g azúcar total mg	2,0 g azúcar total mg
191,4	85,2	88,9	87,7	87,2	81,4
192,5	85,7	89,5	88,3	87,8	81,9
193,6	86,2	90,0	88,8	88,3	82,5
194,8	86,7	90,6	89,4	88,9	83,0
195,9	87,3	91,1	89,9	89,4	83,6
197,0	87,8	91,7	90,5	90,0	84,1
198,1	88,3	92,2	91,0	90,5	84,7
199,3	88,9	92,8	91,6	91,1	85,2
200,4	89,4	93,3	92,1	91,6	85,8
201,5	89,9	93,8	92,7	92,2	86,3
202,7	90,4	94,4	93,2	92,7	86,9
203,8	91,0	94,9	93,8	93,3	87,4
204,9	91,5	95,5	94,3	93,8	88,0
206,0	92,0	96,0	94,9	94,4	88,6
207,2	92,6	96,6	95,4	94,9	89,1
208,3	93,1	97,1	96,0	95,5	89,7
209,4	93,6	97,7	96,5	96,0	90,2
210,5	94,2	98,2	97,1	96,6	90,8
211,7	94,7	98,8	97,6	97,1	91,3
212,8	95,2	99,3	98,2	97,7	91,9
213,9	95,7	99,9	98,7	98,2	92,4
215,0	96,3	100,4	99,3	98,8	93,0
216,2	96,8	101,0	99,9	99,4	93,6
217,3	97,3	101,5	100,4	99,9	94,1
218,4	97,9	102,1	101,0	100,5	94,7
219,5	98,4	102,6	101,5	101,0	95,2
220,7	98,9	103,2	102,1	101,6	95,8
221,8	99,5	103,7	102,6	102,1	96,4
222,9	100,0	104,3	103,2	102,7	96,9
224,0	100,5	104,8	103,7	103,2	97,5
225,2	101,1	105,4	104,3	103,8	98,0
226,3	101,6	106,0	104,9	104,4	98,6
227,4	102,2	106,5	105,4	104,9	99,2
228,5	102,7	107,1	106,0	105,5	99,7
229,7	103,2	107,6	106,5	106,0	100,3
230,8	103,8	108,2	107,1	106,6	100,9
231,9	104,3	108,7	107,6	107,2	101,4
233,1	104,8	109,3	108,2	107,7	102,0
234,2	105,4	109,8	108,8	108,3	102,5
235,3	105,9	110,4	109,3	108,8	103,1
236,4	106,5	110,9	109,9	109,4	103,7
237,6	107,0	111,5	110,4	110,0	104,2
238,7	107,5	112,1	111,0	110,5	104,8
239,8	108,1	112,6	111,6	111,1	105,4
240,9	108,6	113,2	112,1	111,6	105,9
242,1	109,2	113,7	112,7	112,2	106,5
243,2	109,7	114,3	113,2	112,8	107,1
244,3	110,2	114,9	113,8	113,3	107,6
245,1	110,8	115,4	114,4	113,9	108,2
246,6	111,3	116,0	114,9	114,4	108,8
247,7	111,9	116,5	115,5	115,0	109,3
248,8	112,4	117,1	116,1	115,6	109,9
249,9	112,9	117,6	116,6	116,1	110,5
251,1	113,5	118,2	117,2	116,7	111,0
252,2	114,0	118,8	117,7	117,3	111,6

Continúa

Tabla 1. Valores de azúcares reductores por el método de Munson y Walker (Continúa)

Oxido cuproso mg	Dextrosa d-glucosa mg	Azúcar invertido mg	Azúcar invertido y sacarosa		
			0,3 g azúcar total mg	0,4 g azúcar total mg	2,0 g azúcar total mg
253,3	114,6	119,3	118,3	117,8	112,2
254,4	115,1	119,9	118,9	118,4	112,7
255,6	115,7	120,4	119,4	119,0	113,3
256,7	116,2	121,0	120,0	119,5	113,9
257,8	116,7	121,6	120,6	120,1	114,4
258,9	117,3	122,1	121,1	120,7	115,0
260,1	117,8	122,7	121,7	121,2	115,6
261,2	118,4	123,3	122,3	121,8	116,2
262,3	118,9	123,8	122,8	122,4	116,7
263,4	119,5	124,4	123,4	122,9	117,3
264,6	120,0	124,9	124,0	123,5	117,9
265,7	120,6	125,5	124,5	124,1	118,4
266,8	121,1	126,1	125,1	124,6	119,0
268,0	121,7	126,6	125,7	125,2	119,6
269,1	122,2	127,2	126,2	125,8	120,2
270,2	122,7	127,8	126,8	126,3	120,7
271,3	123,3	128,3	127,4	126,9	121,3
272,5	123,8	128,9	127,9	127,5	121,9
273,6	124,4	129,5	128,5	128,0	122,5
274,7	124,9	130,0	129,1	128,6	123,0
275,8	125,5	130,6	129,6	129,2	123,6
277,0	126,0	131,2	130,2	129,8	124,2
278,1	126,6	131,7	130,8	130,3	124,8
279,2	127,1	132,3	131,3	130,9	125,3
280,3	127,7	132,9	131,9	131,5	125,9
281,5	128,2	133,4	132,5	132,0	126,5
282,6	128,8	134,0	133,1	132,6	127,1
283,7	129,3	134,6	133,6	133,2	127,6
284,8	129,9	135,1	134,2	133,8	128,2
286,0	130,4	135,7	134,8	134,3	128,8
287,1	131,0	136,3	135,3	134,9	129,4
288,2	131,6	136,8	135,9	135,5	130,0
289,3	132,1	137,4	136,5	136,0	130,5
290,5	132,7	138,0	137,1	136,6	131,1
291,6	133,2	138,6	137,6	137,2	131,7
292,7	133,8	139,1	138,2	137,8	132,3
293,8	134,3	139,7	138,8	138,3	132,9
295,0	134,9	140,3	139,4	138,9	133,4
296,1	135,4	140,8	139,9	139,5	134,0
297,2	136,0	141,4	140,5	140,1	134,6
298,3	136,5	142,0	141,1	140,7	135,2
299,5	137,1	142,6	141,7	141,2	135,8
300,6	137,7	143,1	142,2	141,8	136,3
301,7	138,2	143,7	142,8	142,4	136,9
302,9	138,8	144,3	143,4	143,0	137,5
304,0	139,3	144,8	144,0	143,5	138,1
305,1	139,9	145,4	144,5	144,1	138,7
306,2	140,4	146,0	145,1	144,7	139,3
307,4	141,0	146,6	145,7	145,3	139,8
308,5	141,6	147,1	146,3	145,9	140,4
309,6	142,1	147,7	146,8	146,4	141,0
310,7	142,7	148,3	147,4	147,0	141,6
311,9	143,2	148,9	148,0	147,6	142,2
313,0	143,8	149,4	148,6	148,2	142,8
314,1	144,4	150,0	149,2	148,8	143,4

Continúa

Tabla 1. Valores de azúcares reductores por el método de Munson y Walker (Continúa)

Oxido cuproso mg	Dextrosa d-glucosa mg	Azúcar invertido mg	Azúcar invertido y sacarosa		
			0,3 g azúcar total mg	0,4 g azúcar total mg	2,0 g azúcar total mg
315,2	144,9	150,6	149,7	149,3	143,9
316,4	145,5	151,2	150,3	149,9	144,5
317,5	146,0	151,8	150,9	150,5	145,1
318,6	146,6	152,3	151,5	151,1	145,7
319,7	147,2	152,9	152,1	151,7	146,3
320,9	147,7	153,5	152,6	152,2	146,9
322,0	148,3	154,1	153,2	152,8	147,5
323,1	148,8	154,6	153,8	153,4	148,1
324,2	149,4	155,2	154,4	154,0	148,6
325,4	150,0	155,8	155,0	154,6	149,2
326,5	150,5	156,4	155,5	155,2	149,8
327,6	151,1	157,0	156,1	155,7	150,4
328,7	151,7	157,5	156,7	156,3	151,0
329,9	152,2	158,1	157,3	156,9	151,6
331,0	152,8	158,7	157,9	157,5	152,2
332,1	153,4	159,3	158,5	158,1	152,8
333,3	153,9	159,9	159,0	158,7	153,4
334,4	154,5	160,5	159,6	159,3	154,0
335,5	155,1	161,0	160,2	159,9	154,6
336,6	155,6	161,6	160,8	160,4	155,2
337,8	156,2	162,2	161,4	161,0	155,7
338,9	156,8	162,8	162,0	161,6	156,3
340,0	157,3	163,4	162,5	162,2	156,9
341,1	157,9	164,0	163,1	162,8	157,5
342,3	158,5	164,5	163,7	163,4	158,1
343,4	159,0	165,1	164,3	164,0	158,7
344,5	159,6	165,7	164,9	164,6	159,3
345,6	160,2	166,3	165,5	165,1	159,9
346,8	160,7	166,9	166,1	165,7	160,5
347,9	161,3	167,5	166,7	166,3	161,1
349,0	161,9	168,0	167,2	166,9	161,7
350,1	162,5	168,6	167,8	167,5	162,3
351,3	163,0	169,2	168,4	168,1	162,9
352,4	163,6	169,8	169,0	168,7	163,5
353,5	164,2	170,4	169,6	169,3	164,1
354,6	164,7	171,0	170,2	169,9	164,7
355,8	165,3	171,6	170,8	170,5	165,3
356,9	165,9	172,2	171,4	171,1	165,9
358,0	166,5	172,8	172,0	171,7	166,5
359,1	167,0	173,3	172,6	172,2	167,1
360,3	167,6	173,9	173,1	172,8	167,7
361,4	168,2	174,5	173,7	173,4	168,3
362,5	168,8	175,1	174,3	174,0	168,9
363,6	169,3	175,7	174,9	174,6	169,5
364,8	169,9	176,3	175,5	175,2	170,1
365,9	170,5	176,9	176,1	175,8	170,7
367,0	171,1	177,5	176,7	176,4	171,3
368,2	171,6	178,1	177,3	177,0	171,9
369,3	172,2	178,7	177,9	177,6	172,5
370,4	172,8	179,2	178,5	178,2	173,1
371,5	173,4	179,8	179,1	178,8	173,7
372,7	173,9	180,4	179,7	179,4	174,3
373,8	174,5	181,0	180,3	180,0	174,9
374,9	175,1	181,6	180,9	180,6	175,5
376,0	175,7	182,2	181,5	181,2	176,1

Continúa

Tabla 1. Valores de azúcares reductores por el método de Munson y Walker (Continúa)

Oxido cuproso mg	Dextrosa d-glucosa mg	Azúcar invertido mg	Azúcar invertido y sacarosa		
			0,3 g azúcar total mg	0,4 g azúcar total mg	2,0 g azúcar total mg
377,2	176,3	182,8	182,1	181,8	176,7
378,3	176,8	183,4	182,6	182,4	177,3
379,4	177,4	184,0	183,2	183,0	178,0
380,5	178,0	184,6	183,8	183,6	178,6
381,7	178,6	185,2	184,4	184,2	179,2
382,8	179,2	185,8	185,0	184,8	179,8
383,9	179,7	186,4	185,6	185,4	180,4
385,0	180,3	187,0	186,2	186,0	181,0
386,2	180,9	187,6	186,8	186,6	181,6
387,3	181,5	188,2	187,4	187,2	182,2
388,4	182,1	188,8	188,0	187,8	182,8
389,5	182,7	189,4	188,6	188,4	183,4
390,7	183,2	190,0	189,2	189,0	184,0
391,8	183,8	190,6	189,8	189,6	184,6
392,9	184,4	191,2	190,4	190,2	185,3
394,0	185,0	191,8	191,0	190,8	185,9
395,2	185,6	192,4	191,6	191,4	186,5
396,3	186,2	193,0	192,2	192,0	187,1
397,4	186,8	193,6	192,8	192,6	187,7
398,5	187,3	194,2	193,4	193,2	188,3
399,7	187,9	194,8	194,0	193,8	188,9
400,8	188,5	195,4	194,6	194,4	189,5
401,9	189,1	196,0	195,2	195,0	190,2
403,1	189,7	196,6	195,8	195,7	190,8
404,2	190,3	197,2	196,4	196,3	191,4
405,3	190,9	197,8	197,1	196,9	192,0
406,4	191,5	198,4	197,7	197,5	192,6
407,6	192,0	199,0	198,3	198,1	193,2
408,7	192,6	199,6	198,9	198,7	193,9
409,8	193,2	200,2	199,5	199,3	194,5
410,9	193,8	200,8	200,1	199,9	195,1
412,1	194,4	201,4	200,7	200,5	195,7
413,2	195,0	202,0	201,3	201,1	196,3
414,3	195,6	202,6	201,9	201,7	196,9
415,4	196,2	203,2	202,5	202,4	197,6
416,6	196,8	203,8	203,1	203,0	198,2
417,7	197,4	204,4	203,7	203,6	198,8
418,8	198,0	205,0	204,3	204,2	199,4
419,9	198,5	205,7	204,9	204,8	200,0
421,1	199,1	206,3	205,6	205,4	200,7
422,2	199,7	206,9	206,2	206,0	201,3
423,3	200,3	207,5	206,8	206,6	201,9
424,4	200,9	208,1	207,4	207,3	202,5
425,6	201,5	208,7	208,0	207,9	203,1
426,7	202,1	209,3	208,6	208,5	203,8
427,8	202,7	209,9	209,2	209,1	204,4
428,9	203,3	210,5	209,8	209,7	205,0
430,1	203,9	211,1	210,4	210,3	205,6
431,2	204,5	211,8	211,1	211,0	206,3
432,3	205,1	212,4	211,7	211,6	206,9
433,5,	205,7	213,0	212,3	212,2	207,5
434,6	206,3	213,6	212,9	212,8	208,1
435,7	206,9	214,2	213,5	213,4	208,8
436,8	207,5	214,8	214,1	214,0	209,4
438,0	208,1	215,4	214,7	214,7	210,0

Continúa

Tabla 1. Valores de azúcares reductores por el método de Munson y walker
(Conclusión)

Oxido cuproso mg	Dextrosa d-glucosa mg	Azúcar Invertido mg	Azúcar invertido y sacarosa		
			0,3 g azúcar total mg	0,4 g azúcar total mg	2,0 g azúcar total mg
439,1	208,7	216,0	215,4	215,3	210,6
440,2	209,3	216,7	216,0	215,9	211,3
441,3	209,9	217,3	216,6	216,5	211,9
442,5	210,5	217,9	217,2	217,1	212,5
443,6	211,1	218,5	217,8	217,8	213,2
444,7	211,7	219,1	218,5	218,4	213,8
445,8	212,3	219,8	219,1	219,0	214,4
447,0	212,9	220,4	219,7	219,6	215,1
448,1	213,5	221,0	220,3	220,3	215,7
449,2	214,1	221,6	220,9	220,9	216,3
450,3	214,7	222,2	221,5	221,5	217,0
451,5	215,3	222,9	222,2	222,1	217,6
452,6	215,9	223,5	222,8	222,8	218,2
453,7	216,5	224,1	223,4	223,4	218,9
454,8	217,1	224,7	224,0	224,0	219,5
456,0	217,8	225,4	224,7	224,7	220,1
457,1	218,4	226,0	225,3	225,3	220,8
458,2	219,0	226,6	225,9	225,9	221,4
459,3	219,6	227,2	226,6	226,5	222,0
460,5	220,2	227,9	227,2	227,2	222,7
461,6	220,8	228,5	227,8	227,8	223,3
462,7	221,4	229,1	228,4	228,4	224,0
463,8	222,0	229,7	229,1	229,1	224,6
465,0	222,6	230,4	229,7	229,7	225,3
466,1	223,3	231,0	230,4	230,4	225,9
467,2	223,9	231,7	231,0	231,0	226,6
468,4	224,5	232,3	231,6	231,7	227,2
469,5	225,1	232,9	232,3	232,3	227,8
470,6	225,7	233,6	232,9	232,9	228,5
471,7	226,3	234,2	233,5	233,6	229,1
472,9	227,0	234,8	234,2	234,2	229,8
474,0	227,6	235,5	234,8	234,9	230,4
475,1	228,2	236,1	235,5	235,5	231,1
476,2	228,8	236,8	236,2	236,2	231,8
477,4	229,5	237,5	236,8	236,9	232,4
478,5	230,1	238,1	237,5	237,5	233,1
479,6	230,7	238,8	238,2	238,2	233,8
480,7	231,4	239,5	238,8	238,9	234,5
481,9	232,0	240,2	239,5	239,6	235,1
483,0	232,7	240,8	240,2	240,3	235,8
484,1	233,3	241,5	240,9	241,0	236,5
485,2	234,0	242,3	241,7	241,7	237,2
486,4	234,7	243,0	242,4	242,5	238,0
487,5	235,3	243,8	243,2	243,3	238,7
488,6	236,1	244,7	244,1	244,2	239,6
489,7	236,9	245,6	245,1	245,1	240,4