



## Laboratoris Lamter

# Determinació de sucres reductors de Monster Original, Monster Zero Ultra White i Monster Mango Loco mitjançant el mètode de Luff-Schoorl



Yohalis Cuevas  
Andrea Martínez  
David Barriento

# ÍNDEX

<b>1. Introducció</b>	<b>2</b>
<b>2. Prevenció de riscos</b>	<b>5</b>
<b>3. Procediment</b>	<b>5</b>
3.1. Mostra	5
3.2. Reactius	6
3.3. Material	6
3.4. Càlculs previs	7
3.5. Procediment experimental	8
<b>4. Taula amb dades experimentals</b>	<b>10</b>
<b>5. Discussió dels resultats/Conclusions</b>	<b>11</b>
<b>6. Bibliografia</b>	<b>13</b>

## 1. Introducció

Els sucres són un dels components principals de les begudes energètiques i constitueixen la font energètica més immediata que ofereixen aquests productes. Els sucres lliures són els monosacàrids (com la glucosa i la fructosa) i els disacàrids (com la sacarosa o sucre de taula) que s'afegeixen als aliments i les begudes als fabricants, cuiners i consumidors, així com als sucres presents de forma natural a la mel, els sucres a base de concentrats de fruites (World Health Organization)<sup>1</sup>.

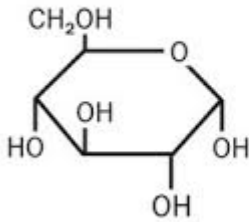


Foto 1. Glucosa

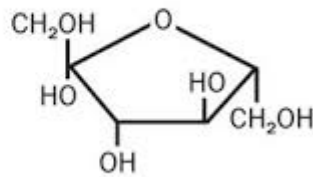


Foto 2. Fructosa

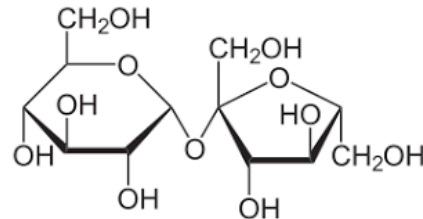


Foto 3. Sacarosa

La ingesta creixent de sucres lliures fa augmentar el nombre total de calories de la nostra dieta, s'associa amb una mala qualitat de l'alimentació i pot fer reduir la ingesta d'altres aliments més adequats des del punt de vista nutricional. També pot incrementar el risc d'excés de pes, de càries dental i de patir problemes de salut crònics (Canal Salut)<sup>2</sup>.

En particular, les begudes ensucrades són una de les principals causes de problemes de salut moderns, com ara l'obesitat, la diabetis tipus 2 i les malalties cardiovasculars. L'excés de sucre en aquestes begudes genera pics d'energia ràpids seguits de caigudes brusques, fet que resulta en fatiga, irritabilitat i un rendiment general baix. A llarg termini, aquest tipus de consum pot alterar l'equilibri metabòlic i augmentar el risc de malalties cròniques (Romo Drink)<sup>3</sup>.

La reducció del consum de begudes ensucrades implica una reducció de la ingesta de sucres lliures i de la ingesta calòrica total, una millor nutrició i una disminució en el nombre de persones que presenten excés de pes, obesitat, diabetis i càries dental (World Health Organization)<sup>1</sup>.

Pel que fa a la legislació i als valors de referència, les begudes energètiques amb sucres poden contribuir a excedir la ingesta diària recomanada de sucres simples (50 g al dia segons la recomanació de l'OMS), ja que una llauna de 250 ml aporta entre 27,5 i 30 g i l'envàs de 500 ml entre 55 i 60 (AESAN)<sup>4</sup>. Són nutrients la quantitat dels quals a la dieta ha d'estar controlada. L'Organització Mundial de la Salut (OMS) ha establert una estricta recomanació que indica que els sucres simples afegits han de representar menys del 10% de l'energia total de la nostra dieta (AECOSAN)<sup>5</sup>.

Abans d'explicar el mètode analític, cal aclarir la diferència entre dos conceptes que sovint es confonen. No tots els sucres es comporten de la mateixa manera des del punt de vista químic, i

aquesta diferència és precisament la que fa possible el mètode de determinació que s'utilitza en aquesta pràctica (PNT sucres reductors)<sup>6</sup>; (OPOCE)<sup>7</sup>.

Els sucres reductors són aquells que tenen la capacitat de cedir electrons a altres substàncies, és a dir, de comportar-se com a agents reductors en una reacció química. Aquesta propietat ve determinada per l'estructura molecular del sucre: per ser reductor, cal que el sucre tingui un grup aldehid o cetona lliure, és a dir, que no estigui unit a cap altra molècula. Quan aquest grup és lliure, el sucre pot oxidar-se i, en fer-ho, redueix l'altra substància amb la qual reacciona. En el cas del mètode de Luff-Schoorl, aquesta altra substància és l'ió de coure  $\text{Cu}^{2+}$ , que el sucre redueix a  $\text{Cu}^+$  (PNT sucres reductors)<sup>6</sup>; (OPOCE)<sup>7</sup>.

Els exemples més habituals de sucres reductors són la glucosa i la fructosa. Tots dos són monosacàrids, és a dir, unitats simples de sucre que no estan unides a cap altra molècula, de manera que el seu grup reactiu queda completament lliure. Per aquest motiu, poden reaccionar directament amb el reactiu de Luff-Schoorl sense necessitat de cap tractament previ (PNT sucres reductors)<sup>6</sup>; (OPOCE)<sup>7</sup>.

En canvi, hi ha sucres que no tenen aquesta capacitat. El cas més habitual és la sacarosa, el sucre comú de cuina, que està formada per una molècula de glucosa i una de fructosa unides entre si. En aquesta unió, els dos grups que haurien de ser reactius queden bloquejats, de manera que la sacarosa no pot reaccionar directament amb el reactiu i, per tant, no es detecta com a sucre reductor. Per poder-la quantificar cal trencar primer aquesta unió mitjançant una hidròlisi àcida en calent, és a dir, escalfant la mostra en medi àcid fins que la sacarosa es divideixi de nou en glucosa i fructosa. Aquest procés s'anomena inversió (PNT sucres reductors)<sup>6</sup>; (OPOCE)<sup>7</sup>.

Els sucres totals són, doncs, la suma de tots els sucres simples presents a la mostra, sucres reductors i els que primer s'han de trencar per hidròlisi (com la sacarosa). La determinació dels sucres totals es fa sobre una mostra que ha passat prèviament per aquest procés d'inversió, de manera que tots els sucres presents es troben ja en forma reductora i poden ser quantificats pel mateix mètode. El resultat final s'expressa en tant per cent de sacarosa. En el cas d'una beguda energètica, que habitualment conté tant glucosa i fructosa com sacarosa, fer les dues determinacions permet conèixer el perfil complet de sucres i avaluar correctament el seu contingut nutricional (PNT sucres reductors)<sup>6</sup>; (OPOCE)<sup>7</sup>.

Les begudes energètiques i altres matrius alimentàries contenen, a més de sucres, altres substàncies que poden interferir en la determinació, com ara proteïnes, pigments o àcids orgànics. Algunes d'aquestes substàncies poden reaccionar amb el reactiu de la mateixa manera que ho fan els sucres, donant lloc a resultats incorrectes. Per evitar-ho, el mètode oficial preveu una etapa de clarificació prèvia amb els reactius de Carrez I i II, que fan precipitar totes aquestes substàncies interferents de

manera que s'eliminen per filtració abans de continuar amb l'anàlisi. El líquid que queda després d'aquesta etapa conté pràcticament només els sucres en dissolució i és el que s'utilitza per a la determinació. Sense aquesta etapa, la composició complexa d'una beguda energètica podria donar lloc a errors importants en el resultat (PNT sucres reductors)<sup>6</sup>.

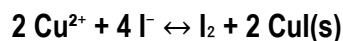
El mètode de Luff-Schoorl funciona de manera indirecta: en lloc de mesurar directament la quantitat de sucre present, el que es fa és afegir una quantitat coneguda de reactiu que conté ions de coure ( $\text{Cu}^{2+}$ ) i, un cop acabada la reacció, es mesura la quantitat de reactiu que ha sobrat. Com menys reactiu sobra, més sucre hi havia a la mostra. La seqüència analítica es desenvolupa en quatre etapes (PNT sucres reductors)<sup>6</sup>; (OPOCE)<sup>7</sup>.

En la primera etapa, la mostra clarificada, és a dir, la mostra barrejada amb el Carrez I i II i filtrada per eliminar les impureses, es barreja amb el reactiu de Luff-Schoorl i s'escalfa a ebullició durant trenta minuts. Durant aquest temps, els sucres reductors reaccionen amb els ions de coure ( $\text{Cu}^{2+}$ ) i els redueixen a una forma diferent ( $\text{Cu}^+$ ), segons la reacció:



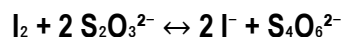
Com més sucre hi ha, més coure es transforma i menys coure sense reaccionar queda al final (PNT sucres reductors)<sup>6</sup>; (OPOCE)<sup>7</sup>.

En la segona etapa, el coure que no ha reaccionat s'utilitza per generar iode a partir de iodur de potassi (KI), seguint la reacció:



Com menys coure sense reaccionar hi ha, menys iode es genera. D'aquesta manera, la quantitat de iode produïda és inversament proporcional a la quantitat de sucre que hi havia a la mostra (PNT sucres reductors)<sup>6</sup>; (OPOCE)<sup>7</sup>.

En la tercera etapa, l'iodo generat es valora amb una solució de tiosulfat de sodi de concentració coneguda, prèviament estandarditzada, seguint la reacció:



El iode té un color marró, i quan s'ha consumit tot, la solució es torna incolora. Per fer el viratge més visible, s'afegeix midó com a indicador: en presència d'iodo, la solució es torna blava intensa, i quan l'iodo s'esgota, el color desapareix completament. El midó s'afegeix quan la solució ja és quasi incolora, per evitar que el complex format sigui massa difícil de decolorar (PNT sucres reductors)<sup>6</sup>; (OPOCE)<sup>7</sup>.

En la quarta i última etapa, per poder fer el càlcul correctament, es realitza un assaig en blanc, és a dir, es repeteix tot el procés però substituint la mostra per aigua. El volum de tiosulfat que es gasta en el blanc correspon a la totalitat del coure afegit. La diferència entre el volum gastat en el blanc i el gastat amb la mostra és la que permet calcular quant coure ha reaccionat amb els sucres i, a partir d'aquí,

quina quantitat de sucre hi havia. El resultat final s'expressa en tant per cent de glucosa per als sucres reductors, i en tant per cent de sacarosa per als sucres totals (PNT sucres reductors)<sup>6</sup>; (OPOCE)<sup>7</sup>.

## **2. Prevenció de riscos**

- **Solució Carrez I:** Lesions oculars greus o irritació ocular. Perillós per al medi ambient aquàtic.
- **Àcid clorhídric:** Corrosió o irritació cutànies. Lesions oculars greus o irritació ocular. Toxicitat específica en determinats òrgans.
- **Hidròxid de sodi:** Corrosió o irritació cutànies. Lesions oculars greus o irritació ocular
- **Sulfat de coure (II) pentahidratat (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O):** Toxicitat aguda. Lesions oculars greus o irritació ocular. Perillós per al medi ambient aquàtic.
- **Àcid cítric monohidratat:** Lesions oculars greus o irritació ocular. Toxicitat específica en determinats òrgans.
- **Carbonat de sodi:** Lesions oculars greus o irritació ocular.
- **Àcid sulfúric:** Corrosió o irritació cutànies. Lesions oculars greus o irritació ocular.
- **Iodur potàssic:** Toxicitat específica en determinats òrgans.
- **Butanol:** Líquids inflamables. Toxicitat aguda. Corrosió o irritació cutànies. Lesions oculars greus o irritació ocular. Toxicitat específica en determinats òrgans.
- **KIO<sub>3</sub>:** Sòlids comburent. Toxicitat aguda. Lesions oculars greus o irritació ocular.
- **Nal:** Corrosió o irritació cutànies. Lesions oculars greus o irritació ocular. Toxicitat específica en determinats òrgans. Perillós per al medi ambient aquàtic.
- **Reactiu de Luff-Schoorl:** Lesions oculars greus o irritació ocular. Perillós per al medi ambient aquàtic.

Utilització de la vitrina extractora a l'hora de fer servir l'àcid clorhídric concentrat i l'àcid sulfúric concentrat per a evitar respirar els seus vapors.

## **3. Procediment**

### **3.1. Mostra**

- Monster Original (Monster Energy Original Green).
- Monster Sense Sucre (Monster Energy Zero Ultra White).
- Monster Mango Loco.

## 3.2. Reactius

- H<sub>2</sub>O desionitzada
- Etanol al 40%
- **Solució de Carrez I:** 24 g d'Acetat de Zinc Trihidratat (n° CAS: 5970-45-6) + 3 mL d'àcid acètic (n° CAS: 64-19-7).
- **Solució de Carrez II:** 10,6 g de Ferrocianur potàssic (n° CAS: 13943-58-3)
- Àcid clorhídric 4 M (N° CAS: 7647-01-0)
- Àcid clorhídric 0,1 M (N° CAS: 7647-01-0)
- Hidròxid sòdic 0,1 M (N° CAS: 1310-73-2)
- Sulfat de coure (II) pentahidratat (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) (N° CAS: 7758-99-8)
- Àcid cítric monohidratat (N° CAS: 5949-29-1)
- Carbonat de sodi (N° CAS: 497-19-8)
- Tiosulfat de sodi 0,1 M (N° CAS: 10102-17-7)
- Midó (N° CAS: 9005-84-9)
- Àcid sulfúric 1 M (N° CAS: 7664-9.3-9)
- Àcid sulfúric 6 M (N° CAS: 7664-93-9)
- Iodur potàssic al 30% (N° CAS: 7681-11-0)
- Isopentanol: no hi ha, per tant, s'ha utilitzat el butanol (N° CAS: 71-36-3)
- **Reactiu de Luff-Schoorl:** Aquest reactiu es prepara a partir de l'àcid cítric, el carbonat de sodi i el sulfat de coure (II)
- **KIO<sub>3</sub>:** S'utilitza com a patró primari en l'estandardització del tiosulfat de sodi 0,1 M
- NaI (N° CAS: 7681-82-5)
- **Vermell de metil:** Indicador de la valoració

## 3.3. Material

- |                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| ● Proveta 1L                  | ● Tubs d'assaig   |
| ● Cercle                      | ● Gradeta         |
| ● Matrassos aforats           | ● Bureta          |
| ● Espàtula                    | ● Perlas de vidre |
| ● Mosques                     | ● Embuts          |
| ● Vas de precipitats          | ● Filtres         |
| ● Plaques calefactores        | ● Suports         |
| ● Erlenmeyers esmerilats (x6) | ● Pinces doble    |
| ● Refrigerants                |                   |

### 3.4. Càlculs previs

- Preparació de 2000 mL d'etanol al 40%

Puresa = 96%

$$2 \text{ L etanol} \cdot \frac{40}{96} \cdot \frac{1000 \text{ mL etanol}}{1 \text{ L etanol}} = \underline{833 \text{ mL etanol}}$$

- Preparació de 1000 mL de NaOH 0,1 M

Massa molar NaOH = 40 g/mol

$$1000 \text{ mL NaOH} \cdot \frac{0,1 \text{ mol NaOH}}{1000 \text{ mL NaOH}} \cdot \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = \underline{4 \text{ g NaOH}}$$

- Preparació de 1000 mL de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 M

Massa molar Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 248,175 g/mol

$$1000 \text{ mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \frac{0,1 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1000 \text{ mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot \frac{248,175 \text{ g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \underline{24,8175 \text{ g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

- Preparació de 100 mL del midó

$$100 \text{ mL dissol} \cdot \frac{5 \text{ g midó}}{1000 \text{ mL dissol}} = \underline{0,5 \text{ g midó}}$$

- Preparació de 100 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M

Puresa = 98%

Massa molar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 98,06 g/mol

Densitat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 1,843 g/mL

$$100 \text{ mL H}_2\text{SO}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1000 \text{ mL H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{98,06 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{100 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{1 \text{ mL H}_2\text{SO}_4}{1,843 \text{ g H}_2\text{SO}_4} = 5,43 \text{ mL}$$

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ~ 6 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

- Preparació de 100 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6 M

Puresa = 98%

Massa molar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 98,06 g/mol

Densitat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 1,843 g/mL

$$100 \text{ mL H}_2\text{SO}_4 \cdot \frac{6 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1000 \text{ mL H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{98,06 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{100 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{1 \text{ mL H}_2\text{SO}_4}{1,843 \text{ g H}_2\text{SO}_4} = 1,63 \text{ mL}$$

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ~ 2 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

- Preparació de 200 mL de KI al 30% (p/v)

$$200 \text{ mL dissol} \cdot \frac{30 \text{ g KI}}{100 \text{ mL dissol}} = \underline{60 \text{ g KI}}$$

### **3.5. Procediment experimental**

#### **Preparació de reactius**

- **Etanol 40 %:** mesurar 833 mL d'etanol al 96% amb la proveta d'1L i enrasar en un matràs aforat de 2 L.
- **Solució Carrez I:** pesar 24 g (24,0575 g) d'Acetat de Zinc Trihidratat i afegir 3 mL d'àcid acètic enrasat a un matràs aforat de 100 mL.
- **Solució Carrez II:** pesar 10,6 g (10,6018 g) de Ferrocianur potàssic i enrasar en un matràs aforat de 100 mL.
- **Hidròxid sòdic 0,1M:** pesar 4 g de NaOH en un matràs aforat d'1L.
- **Sulfat de coure (II) pentahidratat:** pesar 25 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  i enrasar en un matràs aforat 100 mL.
- **Àcid cítric:** pesar 50 g en un matràs aforat de 50 mL.
- **Carbonat de Sodi:** pesar 143,8 g en 300 mL d'aigua calenta i deixar refredar i afegir 300 mL.
- **Tiosulfat de Sodi 0,1 M:** pesar 24,8175 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  en un matràs aforat d'1 L.
- **Midó:** pesar 0,5 g i afegir uns 30 mL d'aigua freda i portar-ho a un vas de precipitats d'1 L amb aigua bullint, deixant-la uns 3 minuts amb agitació constant i després enrasar en un matràs aforat de 100 mL.
- **Àcid sulfúric 1 M:** mesurar 6 mL del  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrat al 98% en un matràs aforat de 100 mL.
- **Àcid sulfúric 6 M:** mesurar 2 mL del  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrat al 98% en un matràs aforat de 500 mL.
- **Iodur potàssic al 30%:** pesar 6 g KI en un matràs aforat de 200 mL.
- **Luff-schoorl:**
  - Es prepara a partir de la dissolució àcid cítric, la dissolució de carbonat de sodi i la dissolució de sulfat de coure (II) pentahidratat. Seguint els següents passos:
    - S'aboca curosament la dissolució àcid cítric al vas de precipitats de la solució de carbonat de sodi i afegir 1 mL de butanol per evitar la formació d'escuma.
    - Agitar la dissolució fins a la desgasificació total.
    - Afegir la dissolució de sulfat de coure (II) pentahidratat al vas de precipitats on està la dissolució anteriorment preparada.
    - Traspasar la dissolució a un matràs aforat de 1L i enrasar amb aigua desionitzada.
    - Deixar reposar durant 12 hores a les fosques i filtrar-ho en una ampolla prèviament netejada, esbandida i correctament etiquetada. El pH de la solució ha d'estar aproximadament a 9,4.

- **Estandardització del tiosulfat de sodi 0,1 M**

- Pesar 0,064 g  $\text{KIO}_3$  i es dissolt en aigua fins a un volum aproximat de 100 mL en un erlenmeyer.
- Afegir uns 2 grams de  $\text{NaI}$  (una punta d'espàtula).
- Afegir 10 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 M. Es formarà una coloració marronosa degut al  $\text{I}_2$  format.
- Preparar muntatge per la valoració
- Realitzar la valoració:
  - Quan el color marró es torna d'una coloració més pàl·lida (una coloració groguenca) s'afegeix unes gotes de l'indicador (midó) que virarà a una coloració blavosa-marronosa deguda a la formació del complex entre el midó i el iode.
  - Es continua la dissolució de tiosulfat fins a la decoloració total de la dissolució de l'erlenmeyer.
- Anotar el volum de tiosulfat gastat.

- **Preparació de la mostra**

- Desgasificar les tres mostres de Monster al bany d'ultrasons.
  - Abocar uns 100 mL de mostra en un vas de precipitats de 600 mL. (Fer-ho per cada mostra).
  - Deixar durant 45 min els tres vasos amb les mostres al bany d'ultrasons fins que no hi hagi presència de gasos a la mostra (no hi havia presència de bombolles o escuma als vasos).
  - Passat aquest temps treure les tres mostres del bany d'ultrasons.
- Afegir 200 mL d'etanol al 40% i deixar-lo agitant durant 1 hora.
- Afegir 5 mL del carrez I i deixar-lo agitant 1 minut.
- Afegir 5 mL del carrez II i deixar-lo agitant 2 minuts.

- **Valoració de les mostres amb tiosulfat**

- Pipetejar 25 mL de mostra preparada en un vas de precipitats i diluir-ho amb 25 mL d'aigua desionitzada.
- Afegir 25 mL de la solució anterior, la barreja de 25 mL de mostra preparada i 25 ml d'aigua desionitzada, i 25 mL del Luff-Schoorl en un erlenmeyer esmerilat, i també algunes perles de vidre per ajudar a estabilitzar i controlar la temperatura.
- Preparar el muntatge de refrigeració (que consisteix en: un erlenmeyer esmerilat de 300 mL sobre una placa agitadora, trossos de ceràmica, un refrigerant de flux i uns tubs de goma):
  - Escalfar i agitar les mostres fins a arribar al punt d'ebullició durant 10 min exactes.
  - Deixar refredar l'erlenmeyer de cada mostra.

- Realitzar un blanc afegint 25 mL d'aigua desionitzada i 25 mL del Luff-Schoorl en un erlenmeyer.
- Afegir 10 mL de la solució KI i després amb cura 25 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6 M, ja que la reacció que es produeix podria provocar escuma en les nostres mostres degut a que el Luff-Schoorl porta Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> i en afegir el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6M pot alliberar CO<sub>2</sub> degut a la següent reacció:



- Realitzar la valoració de les mostres amb tiosulfat:
  - Es comença la valoració amb una coloració marronosa a causa del I<sub>2</sub> lliure a la solució.
  - Quan es torna d'una coloració groc pàlid s'afegeix unes gotes de l'indicador (midó).
  - Es continua valorant amb la dissolució de tiosulfat fins a la decoloració total de la dissolució de l'erlenmeyer.
  - Anotar el volum de tiosulfat gastat.

#### 4. Taula amb dades experimentals

- Estandardització del tiosulfat de sodi (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

Estandardització tiosulfat de sodi (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1	2	3
PES KIO <sub>3</sub> (patró primari) (g)	0,0647 g	0,0639 g	0,0640 g
VOLUM GASTAT Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ml)	18,4 ml	18,6 ml	18,2 ml

$$1) 0,0647 \text{ g KIO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KIO}_3}{214 \text{ g KIO}_3} \times \frac{3 \text{ mol I}_2}{1 \text{ mol KIO}_3} \times \frac{2 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}}{1 \text{ mol I}_2} \times \frac{1}{18,4 \text{ mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{1000 \text{ mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} =$$

**0.0986 M**

$$2) 0,0639 \text{ g KIO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KIO}_3}{214 \text{ g KIO}_3} \times \frac{3 \text{ mol I}_2}{1 \text{ mol KIO}_3} \times \frac{2 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}}{1 \text{ mol I}_2} \times \frac{1}{18,6 \text{ mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{1000 \text{ mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} =$$

**0.0963 M**

$$3) 0,0640 \text{ g KIO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KIO}_3}{214 \text{ g KIO}_3} \times \frac{3 \text{ mol I}_2}{1 \text{ mol KIO}_3} \times \frac{2 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}}{1 \text{ mol I}_2} \times \frac{1}{18,2 \text{ mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{1000 \text{ mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} =$$

**0.0986 M**

$$\text{Mitjana: } \frac{0,0986+0,0963+0,0986}{3} = 0,0978 \text{ M}$$

$$\text{DS} = \sqrt{\frac{(0,0986-0,1)^2 + (0,0963-0,1)^2 + (0,0986-0,1)^2}{2}} = 2,97 \times 10^{-3} \text{ M}$$

**Factor de correcció:**

$$F = \frac{\text{Concentració real}}{\text{Concentració teòrica}} \rightarrow F = \frac{0,0978}{0,1} = \mathbf{0,978M}$$

Si s'hagués obtingut algun resultat s'hauria d'haver fet el següent càlcul per a saber el % de sucres reductors que te la mostra.

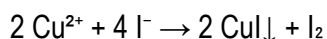
Sucres reductors:

$$V_{\text{blanc}} - V_{\text{mostra}} = A \text{ ml}$$
$$A \text{ ml} \frac{0,1M \text{ tiosulfat} \cdot f}{1000 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ mol iode}}{2 \text{ mols tiosulfat}} \frac{2 \text{ mols coure}}{1 \text{ mol iode}} \frac{1 \text{ mol glucosa}}{1 \text{ mol coure}} \frac{180 \text{ g}}{1 \text{ mol glucosa}} \frac{100}{g \text{ mostra}} (\text{dilució}) = \% \text{ glucosa}$$

## 5. Discussió dels resultats/Conclusions

Els resultats obtinguts en la determinació de sucres mitjançant el procediment indicat al BOE-A-1987-21011 (BOE-A-1987-21011)<sup>8</sup>, no han estat concloents per a les mostres analitzades. Tot i que la tècnica emprada és un mètode reconegut i adequat per a la determinació de sucres reductors en determinats productes alimentaris.

La manca de reacció redox observada es va manifestar de la manera següent: en afegir el KI i l'àcid sulfúric 6 N sobre la solució ja refredada, la solució no va adquirir la coloració marró fosca característica que indica la presència de I<sub>2</sub> lliure. Això significa que no va tenir lloc la reacció esperada:



En condicions normals, aquesta reacció es produeix perquè el KI reacciona amb el Cu<sup>2+</sup> sobrant, és a dir, amb el Cu<sup>2+</sup> que no ha estat reduït pels sucres reductors durant l'ebullició. El I<sub>2</sub> alliberat és el que posteriorment es titula amb tiosulfat de sodi, i la diferència de volum de tiosulfat entre el blanc i la mostra és el que permet calcular la quantitat de sucres reductors.

En el nostre cas, l'absència de I<sub>2</sub> lliure indica que no hi havia Cu<sup>2+</sup> sobrant al final de l'ebullició, és a dir, que tot el Cu<sup>2+</sup> del reactiu de Luff-Schoorl havia estat prèviament reduït a Cu<sup>+</sup> durant l'ebullició. Això indica que la concentració de sucres presents podria ser superior al límit de detecció del mètode (60 mg/25 mL), que és el màxim de sucres reductors que pot tenir la mostra per a ser determinats per aquest mètode segons el BOE-A-1987-21011 (BOE-A-1987-21011)<sup>8</sup> o bé que la matriu de la mostra interfereix en el correcte desenvolupament de la reacció perquè el BOE-A-1987-21011 (BOE-A-1987-21011)<sup>8</sup> està indicat per a pastes, que la seva matriu es la farina, la nostra mostra no té

la mateixa matriu i també no es pot descartar que la presència de conservants, acidulants o altres compostos propis de la Monster hagin inhibït parcialment o totalment la reacció química esperada.

Cal destacar que la tècnica és correcta des del punt de vista teòric per a la determinació de sucres, però hi ha diverses limitacions metodològiques de la mostra (com la composició de la mostra, la concentració dels ingredients), que posen de manifest la importància d'escollir un mètode analític compatible amb la composició del producte, especialment quan es treballa amb matrius complexes. Per aquest motiu, seria recomanable considerar l'ús d'un altre mètode alternatiu com el mètode DNS i el mètode Dubois, que són per determinar sucres reductors, encara que no siguin els més adequats per a la Monster. Es proposen aquests mètodes degut a que el mètode oficial no és coherent amb la matriu de la nostra mostra i per això es busquen aquestes alternatives encara que no siguin tampoc els més coherents per a la nostra mostra, degut a que no s'ha trobat cap mètode que sigui més coherent per a la nostra mostra.

El Mètode DNS (àcid 3,5-dinitrosalicílic) consisteix en un compost de color groc, el DNS, que, en presència de sucres reductors i en medi alcalí i calent, es redueix i canvia de color a taronja-vermellós. La reacció es produeix perquè els sucres reductors, com la glucosa o la fructosa, tenen un grup aldehid o cetona lliure capaç de cedir electrons al DNS. Com més sucres reductors conté la mostra, més DNS es redueix i més intens és el color taronja resultant. Aquesta intensitat de color es mesura amb un espectrofotòmetre a 540 nm i es compara amb una recta patró elaborada amb concentracions conegudes de glucosa, obtenint així la concentració de sucres reductors de la mostra (Biocyclopedia)<sup>9</sup>.

El Mètode Dubois (fenol-sulfúric) consta de dos passos consecutius. En el primer pas, s'afegeix àcid sulfúric concentrat a la mostra, que per la seva acció deshidratant i la calor que genera en dissoldre's, trenca i deshidrata tots els sucres presents, tant reductors com no reductors, transformant-los en compostos derivats del furfural. En el segon pas, aquests derivats del furfural reaccionen amb el fenol donant lloc a un complex de color groc-taronja que es mesura espectrofotomètricament a 490 nm (National Library of Medicine)<sup>10</sup>.

Aquest fet explicaria els resultats obtinguts, malgrat que, segons l'etiquetatge del producte, la presència de sucres sigui esperable. Les proves qualitatives realitzades amb glucosa com a referència, que consisteixen en agafar un tub d'assaig afegir els reactius com ho diu el BOE-A-1987-21011 (BOE-A-1987-21011)<sup>8</sup> i la glucosa per a comprovar si el problema de que la pràctica no funcionés era a causa de que algun reactiu no estigués ven preparat, van confirmar el correcte funcionament dels diferents reactius, però no van mostrar una resposta clara en les mostres, reforçant la hipòtesi

d'interferència de la matriu. Es va provar a diluir la mostra per a reduir la quantitat de sucres reductors en 25 mL de mostra, per tant, la justificació de que la prova qualitativa amb glucosa pura sortís bé i la de la mostra no es degut a que la glucosa no tenia cap interferència que fes que el mètode no es duqués a terme en canvi, la mostra té interferències, anteriorment esmentades, que poden haver fet que el mètode no es duqués a terme o que la mostra superava el líndar màxim de sucres reductors permès per el mètode.

També s'ha de tenir en compte que a la primera preparació del reactiu KI (Iodur de potassi), es va pesar amb una errada a l'hora d'apuntar el pes real i el teòric, tenint una concentració inferior a la teòrica. Si és veritat que en el nostre procediment no va afectar perquè l'errada es va detectar amb suficient antelació a l'hora de realitzar el procediment.

## **6. Bibliografia**

1. World Health Organization: WHO. (2016, 11 octubre). La OMS recomienda aplicar medidas en todo el mundo para reducir el consumo de bebidas azucaradas y sus consecuencias para la salud. Recuperado 06 de febrero de 2025, de <https://www.who.int/es/news/item/11-10-2016-who-urges-global-action-to-curtail-consumption-and-health-impacts-of-sugary-drinks>
2. Sucres. (s. f.). Canal Salut. Recuperado 6 de febrero de 2026, de <https://canalsalut.gencat.cat/ca/vida-saludable/alimentacio/petits-canvis-menjar-millor/menys/sucres/index.html>
3. Ventura, A. M. (2025, 18 marzo). *El impacto del azúcar en las bebidas energéticas y sus alternativas saludables*. Romo Drink. Recuperado 6 de febrero de 2026, de <https://www.romodrink.com/blogs/noticias/impacto-azucar-bebidas-energeticas-alternativas-saludables>
4. AESAN - Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (s. f.). Recuperado 6 de febrero de 2026, de [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias\\_y\\_actualizaciones/noticias/2022/recomendaciones\\_bebidas\\_energeticas.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizaciones/noticias/2022/recomendaciones_bebidas_energeticas.htm)
5. AESAN. (s. f.). *Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre los riesgos asociados al consumo de bebidas energéticas (AESAN-2021-005)*. Recuperado 6 de febrero de 2026, de [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/evaluacion\\_riesgos/informes\\_comite/BEBIDAS\\_ENERGETICAS.pdf](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/BEBIDAS_ENERGETICAS.pdf)
6. PNT sucres reductors. (s. f.). <https://laboratorislamtercat.wordpress.com/wp-content/uploads/2026/05/pnt-sucres-reductors-1.pdf>
7. OPOCE. (n.d.). EUR-LEX - 31979L0796 - ES. Retrieved April 13, 2026, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:31979L0796>

8. BOE-A-1987-21011 Real Decreto 1093/1987, de 19 de junio, por el que se modifican los métodos de análisis contenidos en el anexo de la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de Pastas Alimenticias, aprobada por Decreto 2181/1975, de 12 de septiembre. (s. f.). Recuperado 6 de febrero de 2026, de [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1987-21011](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1987-21011)
9. Biocyclopedia.com. (s. f.). *Estimation of Reducing Sugars by the Dinitro Salicylic Acid (DNS) Method* | Biochemistry | Biotechnology Methods | Botany Laboratory Experiments | Biocyclopedia.com. Recuperado 1 de mayo de 2026, de [https://biocyclopedia.com/index/biotechnology\\_methods/biochemistry/estimation\\_of\\_reducing\\_sugars\\_by\\_the\\_dinitro\\_salicylic\\_acid\\_dns\\_method.php](https://biocyclopedia.com/index/biotechnology_methods/biochemistry/estimation_of_reducing_sugars_by_the_dinitro_salicylic_acid_dns_method.php)
10. *Determination of Storage (Starch/Glycogen) and Total Saccharides Content in Algae and Cyanobacteria by a Phenol-Sulfuric Acid Method.* (s. f.). National Library Of Medicine. Recuperado 1 de mayo de 2026, de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8328665/>