



Laboratoris Lamter

Determinació de la terbolesa de Monster Original, Monster Zero Ultra White i Monster Mango Loco



Yohalis Cuevas
Andrea Martínez
David Barrientos

ÍNDEX

1. Introducció	2
2. Prevenció de riscos	4
3. Procediment	4
3.1. Mostra	4
3.2. Material	4
3.3. Procediment experimental	4
4. Taula amb dades experimentals	5
5. Càlculs	5
6. Resultats	7
7. Conclusions	7
8. Bibliografia	8

1. Introducció

La terbolesa és un paràmetre físic fonamental en l'avaluació de la qualitat de les begudes energètiques, ja que representa el grau en què un líquid perd la seva transparència degut a la presència de partícules en suspensió (Cota Instruments, Què és la terbolesa de l'aigua)¹. Com més quantitat de sòlids en suspensió hi hagi al líquid, més brut sembla aquest i més alta serà la terbolesa (Somos Advance)². Per exemple, una beguda energètica que conté partícules de vitamina B2 (riboflavina) no dissoltes completament, o precipitats de taurina formats per un canvi de pH durant el procés, presentarà una terbolesa visiblement superior a la d'un producte ben elaborat (Nefelometria y turbidimetria)³. Aquest paràmetre resulta especialment rellevant en el control de qualitat de begudes energètiques, doncs una terbolesa inadequada no només afecta les propietats organolèptiques del producte (aspecte visual, percepció de qualitat), sinó que també pot indicar problemes de processament (com una homogeneïtzació deficient o una pasteurització incorrecta que provoqui la coagulació de proteïnes), problemes d'estabilitat del producte (com la precipitació de minerals o vitamines durant l'emmagatzematge perllongat o en condicions de temperatura extrema) o la presència de partícules indesitjables (com restes de matèries primeres no filtrades adequadament, contaminants físics introduïts durant l'envasament o microorganismes que hagin generat agregats cel·lulars visibles) (HACCP)⁴.

La terbolesa i l'homogeneïtat del producte estan estretament relacionades: un producte homogeni és aquell en el qual tots els ingredients es troben uniformement distribuïts i dissolts en la matriu líquida (Cota Instruments, Què és la terbolesa de l'aigua)¹. Quan aquesta homogeneïtat es trenca, per exemple per una barreja insuficient, una dissolució incompleta d'algun ingredient o una separació de fases durant l'emmagatzematge, el resultat directe és un increment de la terbolesa (Nefelometria y turbidimetria)³. Així, la terbolesa actua com un indicador indirecte de l'homogeneïtat: valors elevats i variables entre lots poden revelar problemes en el procés de mescla o inestabilitat de la formulació (HACCP)⁴. Un exemple pràctic seria una beguda energètica que, en refredar-se durant l'emmagatzematge, precipita part de la cafeïna o dels conservants, generant terbolesa en punts localitzats del líquid i evidenciant una pèrdua d'homogeneïtat (Nefelometria y turbidimetria)³.

En begudes energètiques, que contenen diversos ingredients com cafeïna, taurina, vitamines i altres additius, el control de la terbolesa és essencial per garantir l'homogeneïtat del producte, l'estabilitat durant l'emmagatzematge i la satisfacció del consumidor, qui espera un producte visualment atractiu i transparent (HACCP)⁴.

Pel que fa als valors de referència, tot i que en el sector de begudes refrescants i energètiques no existeixen límits legiscats específics per a la terbolesa com en el cas de l'aigua potable, les empreses

estableixen especificacions de qualitat internes basades en estàndards de la indústria i certificacions com ISO 9001 o HACCP (Eurofins, ¿Qué es el sistema HACCP?)⁵. La taula següent recull una escala orientativa de valors NTU i la seva interpretació en el context de begudes energètiques:

Valor de terbolesa (NTU)	Interpretació en begudes energètiques
< 1 NTU	Excel·lent transparència; producte perfectament clarificat
1 – 5 NTU	Transparent; dins dels límits acceptables per a begudes energètiques convencionals
5 – 20 NTU	Lleugera terbolesa perceptible; possible indicador d'instabilitat o problemes de processament
20 – 100 NTU	Terbolesa evident; no acceptable per a productes que han de ser transparents
> 100 NTU	Terbolesa molt elevada; característic de begudes amb partícules en suspensió intencionades (p. ex. begudes amb polpa)

Taula 1. Nivells de terbolesa segons les NTU

Generalment, les begudes energètiques comercials han de presentar valors de terbolesa molt baixos, inferiors a 5 NTU per a productes completament clarificats i transparents (BevSource, Carbonated Soft Drinks)⁶. Valors superiors a aquest llindar només s'accepten en aquelles formulacions que intencionadament incorporen partícules en suspensió, com podria ser el cas de begudes energètiques amb extractes vegetals no filtrats (HACCP)⁴. Aquestes especificacions formen part dels controls de qualitat rutinaris durant tot el procés de producció per assegurar la consistència del producte final (Eurofins, ¿Qué es el sistema HACCP?)⁵.

Pel que fa al fonament del mètode de determinació, el mètode nefelomètric és el procediment estàndard utilitzat per mesurar la terbolesa en begudes de baixa turbiditat com les begudes energètiques (Cota Instruments, Què és la terbolesa de l'aigua)¹. Aquest mètode mesura la llum dispersada en angle recte respecte a la llum incident quan un feix de llum travessa la mostra, la qual cosa proporciona una sensibilitat elevada per detectar fins i tot petites concentracions de partícules en suspensió (Somos Advance)². El principi es basa en la interacció física entre la radiació lluminosa i les partícules presents al líquid: aquestes partícules dispersen la llum en diferents direccions, i la intensitat de la llum dispersada és proporcional a la concentració i mida de les partícules (Somos Advance)². No hi ha reaccions químiques implicades en aquest mètode de determinació, sinó que es tracta d'una

mesura física que permet obtenir resultats ràpids i fiables, expressats en Unitats Nefelomètriques de Turbidesa (NTU) (Cota Instruments, Què és la turbidesa de l'aigua)¹.

2. Prevenció de riscos

No hi ha més riscos associats apart dels bàsics de laboratori.

3. Procediment

3.1. Mostra

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

3.2. Material

- Turbidímetre, Aqualytic model descatalogat
- Patrons turbidesa

3.3. Procediment experimental

- Desgasificar les tres Monster
 - Introduir una mosca a cada mostra i posar cada mostra a sobre d'un agitador magnètic durant 5 - 10 minuts a 700 - 900 rpm, fins que no hi hagi gas a la mostra (no hi havia presència de bombolles o escuma als vasos). (fer per cada mostra)
- Encendre el turbidímetre
- Calibrar l'aparell
 - Prem la tecla MODE i mantén-la pressionada.
 - Encén l'aparell amb la tecla ON/OFF. Passat 1 segon deixa de prémer MODE.
 - Mitjançant la tecla MODE, dins del mode de calibració, es fa la lectura de cada patró, de menys a més concentrat, segons com indica el propi aparell, els quals son els patron comercials que porta l'aparell.
 - Col·loca la cubeta amb l'estàndard corresponent en el compartiment de mesura i tanca'l amb la tapa.
 - Prem la tecla ZERO/TEST.
 - Una correcta calibració s'indica amb el símbol “: :” transcorreguts 9 segons aproximadament.
 - Apaga l'aparell (la calibració queda enregistrada).
- Encendre l'aparell amb la tecla ON/OFF.
- Omple la cubeta amb l'aigua problema fins a la marca corresponent.

- Col·loca la cubeta dins la cavitat del turbidímetre de tal manera de la coberta de l'aparell.
- Tanca el compartiment de mesura que conté la cubeta amb la tapa.
- Escull el camp de mesura en funció de la calibració prèvia a partir del botó MODE.
- Pressiona la tecla ZERO/TEST i apareixerà el resultat, aproximadament 9 segons després, en unitats NTU.

4. Taula amb dades experimentals

Terbolesa	1	2	3
Monster Original	241 NTU	240 NTU	240 NTU
Monster Ultra White	631 NTU	633 NTU	637 NTU
Monster Mango Loco	656 NTU	622 NTU	675 NTU

Taula 2. Dades experimentals

5. Càlculs

- Tractament estadístic (mitjana \pm DS)
 - Monster Original

Valors experimentals	mitjana	(x - mitjana)	(x - mitjana) ²	DS
241 NTU	240 NTU	1	1	240 \pm 1 NTU
240 NTU		0	0	240 \pm 1 NTU
240 NTU		0	0	240 \pm 1 NTU

Taula 3. Tractament estadístic Monster Original

Mitjana: $\frac{241+240+240}{3} = 240$ NTU

(x - mitjana): 240 - 240 = 0 241 - 240 = 1

(x - mitjana)²: 1, 0

DS: $\sqrt{\frac{1+0+0}{2}} = 0,71$ NTU

Cv: $\frac{0,71}{240} \times 100 = 0,29\%$

- Monster Ultra White

Valors experimentals	Mltjana	(x - mitjana)	(x - mitjana) ²	DS
631 NTU	633 NTU	-2	4	633 ± 3 NTU
633 NTU		0	0	633 ± 3 NTU
637 NTU		4	16	633 ± 3 NTU

Taula 4. Tractament estadistic Monster Ultra White

Mitjana: $\frac{631+633+637}{3} = 633 \text{ NTU}$

(x - mitjana):

631 - 633 = -2

633 - 633 = 0

637 - 633 = 4

(x - mitjana)²:

$(-2)^2 = 4$

$0^2 = 0, 4^2 = 16$

DS: $\sqrt{\frac{4+0+16}{2}} = 3,16 \text{ NTU}$

Cv: $\frac{3,16}{633} \times 100 = 0,49\%$

- Monster Mango Loco

Valors experimentals	Mltjana	(x - mitjana)	(x - mitjana) ²	DS
656 NTU	651 NTU	5	25	651 ± 27 NTU
622 NTU		-29	841	651 ± 27 NTU
675 NTU		24	576	651 ± 27 NTU

Taula 5. Tractament estadistic Monster Mango Loco

Mitjana: $\frac{656+622+657}{3} = 651 \text{ NTU}$

(x - mitjana):

656 - 651 = 5

622 - 651 = -29

675 - 651 = 24

(x - mitjana)²:

$5^2 = 25$

$(-29)^2 = 841$

$24^2 = 576$

DS: $\sqrt{\frac{25+841+576}{2}} = 26,85 \text{ NTU}$

Cv: $\frac{26,85}{651} \times 100 = 4,12\%$

6. Resultats

Terbolesa NTU	Monster Original	Monster Zero Ultra White	Monster Mango Loco
Resultats	240 ± 1 NTU	633 ± 3 NTU	651 ± 27 NTU

Taula 6. Resultat

7. Conclusions

Les mesures de terbolesa revelen diferències notables entre les tres begudes analitzades. La Monster Original registra 240 ± 1 NTU, un valor que es troba dins del rang reportat per l'estudi per a begudes energètiques (53 ± 1,7 – 592 ± 1,2 NTU) (Studies on Physicochemical Properties)⁷, tot i que cal tenir en compte que l'esmentat estudi no especifica quins tipus concrets de begudes energètiques van utilitzar com a mostres, fet que en limita la comparabilitat directa. La Monster Ultra White (633 ± 3 NTU) i la Monster Mango Loco (651 ± 27 NTU) mostren nivells considerablement superiors, situant-se per sobre del límit superior d'aquest rang i entre les mostres més tèrboles reportades a la literatura consultada (Studies on Physicochemical Properties)⁷.

Quant a la precisió, la Monster Original i la Ultra White presenten desviacions estàndard baixes (±1 i ±3 NTU, respectivament), demostrant una gran consistència en les mesures. La Mango Loco, amb una desviació de ±27 NTU, mostra menor reproductibilitat, fet que podria atribuir-se a una distribució més heterogènia de les partícules en suspensió. Respecte a l'exactitud, en absència de valors de referència oficials publicats pels fabricants, la Monster Original és l'única de les tres variants que s'ajusta al rang de l'estudi (Studies on Physicochemical Properties)⁷.

Aquests resultats són coherents amb la composició declarada de cada producte. La Monster Mango Loco conté, entre els seus ingredients, suc de mango i maracujà concentrats, colorants naturals com el carotè (E-160a), edulcorants com la sucralosa (E-955) i aromes naturals de fruita tropical, components que aporten partícules col·loïdals i en suspensió que incrementen la terbolesa. La Monster Ultra White, tot i ser una variant "zero sucre", incorpora additius com l'eritritol (E-968) i aromes que, tot i no estar especificats en detall pel fabricant, contribueixen també a augmentar la presència de partícules col·loïdals. La Monster Original, amb una formulació més convencional basada en sucre, glucosa i aromes sense colorants afegits, manté valors de terbolesa intermedis i dins del rang bibliogràfic de referència (Studies on Physicochemical Properties)⁷.

Pel que fa al procés de producció, segons un document consultat sobre l'elaboració de begudes Monster, l'aigua emprada com a matèria primera és sotmesa a una filtració prèvia per garantir-ne una elevada puresa (Procés d'elaboració de Monster Energy)⁸. Cal remarcar, però, que la puresa de l'aigua de procés i la terbolesa final del producte acabat són dues magnituds independents: una beguda pot estar elaborada amb aigua de gran puresa i presentar alhora una terbolesa elevada, derivada de la dissolució o suspensió dels seus ingredients (suc, colorants, additius, etc.). En conseqüència, la filtració prèvia de l'aigua no implica necessàriament un valor baix de terbolesa en el producte final. Addicionalment, no s'ha pogut confirmar si aquest procés de filtració s'aplica de manera uniforme a totes les variants de la marca, cosa que caldria verificar per extreure conclusions més sòlides.

8. Bibliografía

1. *Què és la terbolesa de l'aigua i per què és important controlar-la?* (s. f.). Què És la Terbolesa de L'aigua | Per Què És Important Controlar-la? <https://www.cota.cat/blog/que-es-la-terbolesa-de-l-aigua-i-per-que-es-important-controlar-la>
2. *Turbidez como Parámetro de Calidad en el Agua - Somos Advance.* (2022, 24 noviembre). Somos Advance. <https://somosadvance.com/expertise/turbidez-como-parametro-de-calidad-en-el-agua/>
3. Análisis químico instrumental. (s. f.). *NEFELOMETRÍA y TURBIDIMETRÍA.* <https://quimicabasica2014.blogspot.com/2014/10/nefelometria-y-turbidimetria.html>
4. *HAZARD ANALYSIS AND CRITICAL CONTROL POINT (HACCP) SYSTEM AND GUIDELINES FOR ITS APPLICATION.* (s. f.). <https://www.fao.org/4/y1579e/y1579e03.htm>
5. Prisma. (2025, 11 septiembre). *¿Qué es el sistema HACCP?* Eurofins Environment Testing Spain. <https://www.eurofins-environment.es/es/que-es-el-sistema-haccp/>
6. *Carbonated Soft Drinks | BevSource.* (s. f.). <https://www.bevsource.com/beverage-types/carbonated-soft-drink-csd>
7. Gimba, C. E., Abechi, S. E., & Abbas, A. N. S. (2014, 31 agosto). *Studies on Physicochemical Properties, Trace Mineral and Heavy Metal Contents of Common Energy Drinks.* <http://journalijar.com/article/2354/studies-on-physicochemical-properties.-trace-mineral-and-heavy-metal-contents-of-common-energy-drinks/>
8. *Proceso de elaboración de Monster Energy.* (2012, 5 diciembre). SCRIBD. <https://es.scribd.com/doc/125311643/Proceso-de-elaboracion-de-Monster-Energy>