



## Un repte biotecnològic

Font:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1f/FD\\_1.jpg/270px-FD\\_1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1f/FD_1.jpg/270px-FD_1.jpg)

Per fer pa els forners utilitzen farina, llevat, una mica de sucre i l'aigua. El gluten és la proteïna de la farina, és insoluble en aigua i és el responsable de proporcionar a la massa un aspecte compacte i elàstic. El gluten és també el responsable d'atrapar el diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) alliberat durant la

fermentació i provocar així l'augment de volum de la massa i que el pa es torni esponjós. Quan aquestes proteïnes es troben en un medi sec són inertes, però en medis aquosos les cadenes d'aminoàcids comencen a alinear-se formant xarxes de proteïnes que són les que donen la textura final a la massa.

L'esponjositat del pa està influenciada principalment per les quantitats relatives de llevat, sucre, aigua i farina i, també, per la temperatura ambiental.

### El repte:

Un veí del barri vol obrir un forn artesà. Vol fer un pa molt esponjós en el menor temps possible. Ha demanat a la vostra classe que trobeu la quantitat de sacarosa i la temperatura ambiental òptimes per tal que es produeixi la quantitat més gran de CO<sub>2</sub> en 10 minuts. No vol que el seu pa sigui massa dolç, per la qual cosa no vol utilitzar més sacarosa de la necessària per a la producció de CO<sub>2</sub>. Per mantenir el bon sabor i la textura del pa, tampoc pot utilitzar més llevat de l'habitual.

## Guia professorat

Aquesta proposta de treball experimental permet treballar tant el procés de fermentació alcohòlica com el disseny d'un procés biotecnològic. En la primera part de l'activitat l'alumnat dissenya i experimenta sobre l'efecte de la modificació de diferents variables en la fermentació alcohòlica. En la segona part, cal trobar la concentració òptima de sacarosa i la temperatura òptimes per a maximitzar la producció de CO<sub>2</sub>. Es proposa mesurar la producció de CO<sub>2</sub> amb un sensor que es pot demanar en préstec al CESIRE, però també es pot fer la mateixa activitat utilitzant un altre procediment per a mesurar el CO<sub>2</sub>, per exemple, si es treballa amb tubs d'assaig mesurant els mm d'escuma produïts.

### Objectius:

- Contribuir a la construcció de coneixement sobre fermentació alcohòlica i les variables que hi intervenen
- Contribuir a la construcció de coneixement sobre reaccions enzimàtiques
- Planificar i realitzar investigacions
- Analitzar i interpretar dades
- Construir explicacions basades en proves
- Resoldre un repte biotecnològic: utilitzar informació científica rellevant per a proposar possibles solucions, testar de manera sistemàtica les solucions proposades i utilitzar els resultats obtinguts per a millorar el disseny de la resposta final que es proposa.



Aquesta proposta s'acull a una llicència Creative Commons BY-NC-SA.

1 de 7

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/deed.ca>

Abans de posar-nos a intentar resoldre el repte que ens proposen:

a) Necessitem saber/recordar:

- Per què el que us proposem diem que és un repte biotecnològic? Què és la biotecnologia?
- Què és el llevat?
- Expliqueu el procés de fermentació alcohòlica. Indiqueu quin és el substrat inicial i quins són els productes.
- Per a què utilitzen els llevats l'ATP obtingut mitjançant la fermentació?
- La fermentació alcohòlica inclou diferents reaccions enzimàtiques. Expliqueu què és un enzim.

b) Necessitem experimentar:

Una manera de monitoritzar el procés de fermentació és mesurar la quantitat de CO<sub>2</sub> que produeixen els llevats.

Podem mesurar els nivells de CO<sub>2</sub> amb un sensor específic connectat a l'ordinador. Per a familiaritzar-vos amb el sensor que utilitzarem podeu consultar:

[http://srvcnpbs.xtec.cat/cdec/images/stories/ServeiPrestec/Manual\\_sensor\\_CO2\\_Vernier2016\\_catala.pdf](http://srvcnpbs.xtec.cat/cdec/images/stories/ServeiPrestec/Manual_sensor_CO2_Vernier2016_catala.pdf)

I veure algun vídeo:

<https://www.vernier.com/manuals/co2-bta/>

- Expliqueu breument com funciona el sensor de CO<sub>2</sub>.
- En quines unitats pot mesurar?

Si les cèl·lules del llevat són les responsables de la fermentació dels sucres:

- Què espereu que passi en cadascuna d'aquestes situacions:

La finalitat d'aquest conjunt de preguntes és:

- Precisar el concepte de biotecnologia: La biotecnologia es refereix a tota aplicació tecnològica que utilitzi sistemes biològics i organismes vius o els seus derivats per a la creació o modificació de productes o processos per a usos específics (Convention on Biological Diversity, Article 2. Usi of Terms, United Nations. 1992).
- Situar l'activitat en el marc conceptual de la fermentació alcohòlica produïda pels llevats en la fabricació del pa.
- Identificar la fermentació alcohòlica com un procés de nutrició
- Relacionar la fermentació amb l'activitat dels enzims

És convenient que l'alumnat tingui unes nocions de què i com mesura el sensor de CO<sub>2</sub> per evitar l'efecte "caixa negra". El sensor de gas de Vernier CO<sub>2</sub> mesura el nivell de diòxid de carboni gasos controlant la quantitat de radiació infraroja absorbida per molècules de diòxid de carboni.

El sensor pot recollir dades en ppm o en %.

Consulteu els enllaços del full de treball de l'alumnat per a més informació.



Aquesta proposta s'acull a una llicència Creative Commons BY-NC-SA.

2 de 7

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/deed.ca>

	Producció de CO <sub>2</sub> , Si/No	Justifiqueu la vostra predicció
Solució de llevat + solució de sacarosa		
Solució de llevat + aigua		
Solució de llevat bullit + solució de sacarosa		

Disseneu el procediment per a comprovar si les vostres prediccions es compleixen.

- Quin material necessiteu?
- Quina concentració de llevat i de sucre fareu servir?
- Escriviu el procediment i contrasteu-lo amb el vostre professor/a abans de realitzar l'experiència.

Es pretén que l'alumnat avanci situacions esperables utilitzant els seus coneixements sobre fermentació. Així, haurien de poder avançar que el llevat sense cap font energètica (farina o sacarosa) no produirà CO<sub>2</sub>. I tampoc serà esperable la producció d'aquest gas si s'han desnaturalitzat els enzims bullint abans.

L'alumne s'apropiarà millor del procediment que està realitzant si anticipa i planifica les operacions que ha de fer durant l'experimentació.

Si es treballa amb el sensor de CO<sub>2</sub>, caldrà:

- Ampolla de mostreig de gas de 250 ml (que acompanya al sensor)
- Sensor de CO<sub>2</sub>
- Consola LQ-MINI
- Ordinador amb programari Logger Lite®
- Llevat
- Sucre
- Aigua

Nosaltres hem treballat amb concentracions de 0,5 g de sacarosa en 25 ml d'aigua i 2 g de llevat fresc. Hem recollit dades cada 30 s durant 10 min. A continuació es mostra una imatge dels resultats obtinguts:



Aquesta proposta s'acull a una llicència Creative Commons BY-NC-SA.

3 de 7

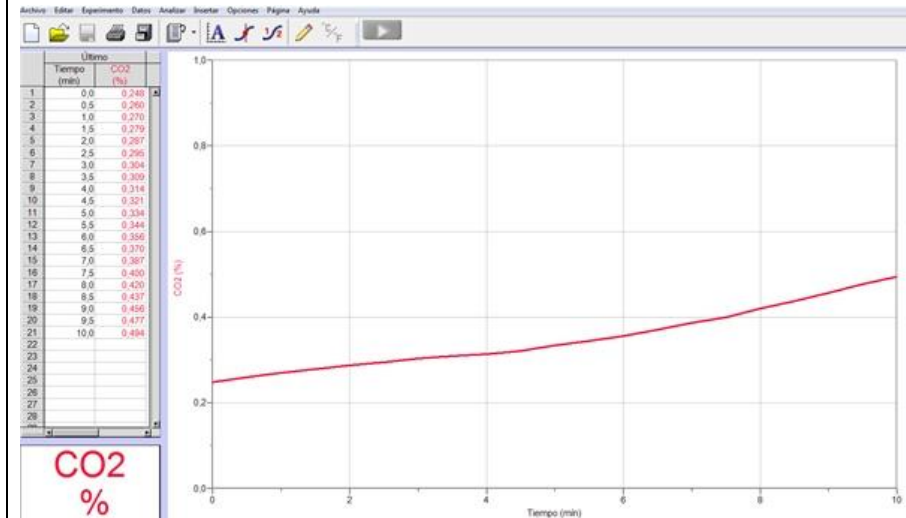
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/deed.ca>

Experimenteu i recolliu els vostres resultats.

- Coincideixen amb les vostres prediccions?
- Si haguéssiu de repetir aquest experiment, què milloràrieu per tal d'obtenir resultats més fiables?

Ara ja estem en condicions de resoldre el repte biotecnològic proposat.

- Què passa en una reacció química catalitzada per enzims quan augmenta la concentració de substrat? Doneu una explicació a nivell molecular i dibuixeu en el gràfic la corba que esperaríeu:

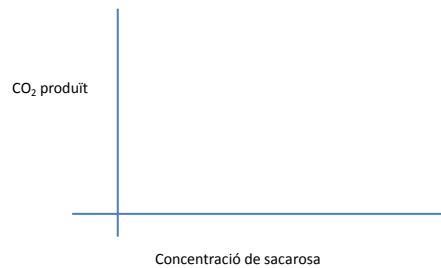


Esperem que la velocitat de la reacció augmenti:

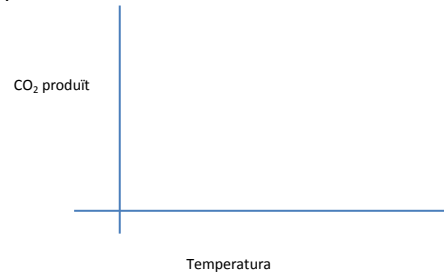


Aquesta proposta s'acull a una llicència Creative Commons BY-NC-SA.

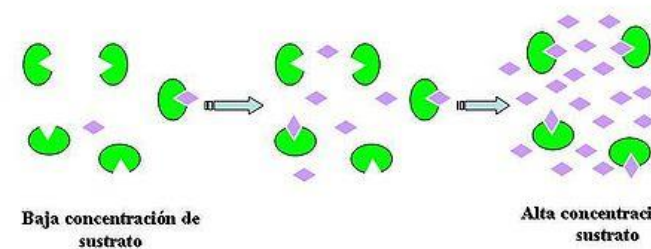
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/deed.ca>



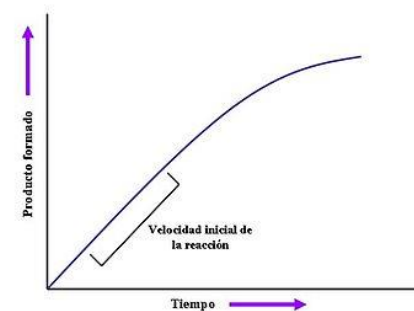
- Què passa en una reacció química catalitzada per enzims quan augmenta la temperatura? Doneu una explicació a nivell molecular i dibuixeu en el gràfic la corba que esperaríeu:



- Torneu a llegir el repte proposat, quines característiques hauria de tenir una bona solució per a aquest repte?
- Revisau les dades obtingudes en el vostre experiment anterior. Entre quin rang de concentració de sacarosa i de temperatura proposeu fer proves per tal d'identificar?



Font:  
[https://ca.wikipedia.org/wiki/Cin%C3%A8tica\\_enzim%C3%A0tica](https://ca.wikipedia.org/wiki/Cin%C3%A8tica_enzim%C3%A0tica)



Corba de saturació d'una reacció enzimàtica. El pendent representa, en el període inicial, la velocitat de la reacció. L'equació de Michaelis-Menten descriu com va variant el pendent amb la concentració de substrat o d'enzim.

Font: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Cin%C3%A8tica\\_enzim%C3%A0tica](https://ca.wikipedia.org/wiki/Cin%C3%A8tica_enzim%C3%A0tica)

Els enzims són sensibles a la temperatura i la seva activitat pot veure's modificada per aquest factor. Els rangs de temperatures òptimes poden arribar a variar substancialment d'uns enzims a uns altres. Normalment, a mesura que augmenta la temperatura, un enzim veurà incrementada la seva activitat fins al moment que comenci la desnaturalització d'aquesta, que donarà lloc a una reducció progressiva d'aquesta activitat.



Aquesta proposta s'acull a una llicència Creative Commons BY-NC-SA.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/deed.ca>



- Dissenyeu un protocol per trobar la millor solució al repte plantejat. Quin material necessiteu? Quines variables modificareu? Quins resultats recollireu? Com els recollireu? Durant quant de temps? Presenteu el vostre disseny al professor/a i compartiu-lo amb la resta de la classe per millorar-ho.
- Per tal de ser més efectius, cada grup provarà només 3 concentracions de sacarosa diferents a la mateixa temperatura i diferents grups ho faran a temperatures diferents.
- Per a cada grup, anoteu:

Temperatura .....°C			
	Prova 1	Prova 2	Prova 3
Concentració de sacarosa			
CO <sub>2</sub> produït			

- Poseu en comú els resultats de tots els grups. Recolliu totes les dades, interpreteu els resultats i escriviu les vostres conclusions.
- Doneu una explicació a nivell molecular dels resultats obtinguts.
- Escriu un informe adreçat al veí que us havia plantejat la consulta. El vostre informe ha d'incloure:
  - La recomanació que li feu així com les evidències que la recolzen.

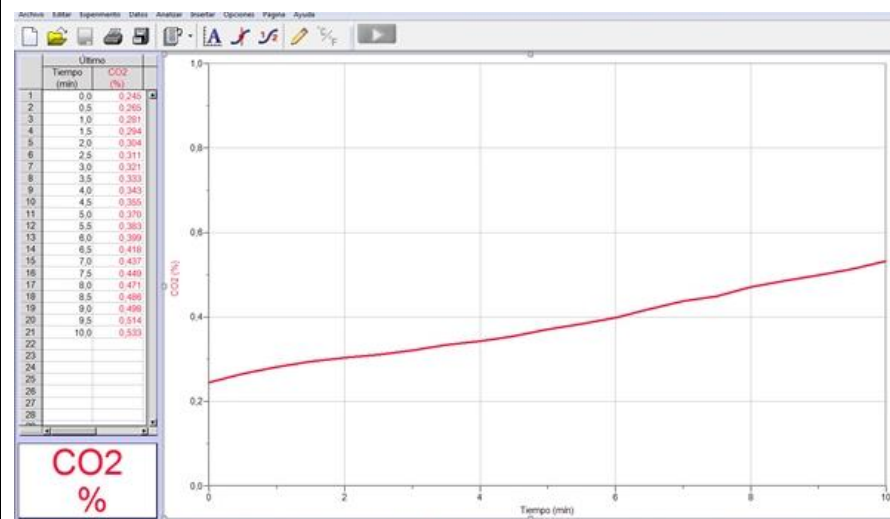
És important que verbalitzin que la millor solució serà aquella en la qual s'obtingui la màxima producció de CO<sub>2</sub> utilitzant la mínima quantitat de sacarosa i a una temperatura propera a l'ambiental.

Les concentracions emprades en la prova anterior (que poden haver estar aconsellades pel professorat) proporcionaran una guia sobre les diferents concentracions a triar.

És important explicitar amb l'alumnat que per resoldre un repte biotecnològic cal proposar diferents possibles solucions en base a la utilització d'informació científica rellevant. Posteriorment caldrà testar de manera sistemàtica aquestes solucions i utilitzar els resultats obtinguts per tal de triar la millor.

Nosaltres hem provat amb concentracions de 0,5 g, 1 g i 2g de sacarosa en 25 ml d'aigua, sempre amb 2 g de llevat fresc:





Resultats obtinguts amb 1 g de sacarosa en 25 ml d'aigua (amb 2 g de llevat fresc)



Aquesta proposta s'acull a una llicència Creative Commons BY-NC-SA.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/deed.ca>