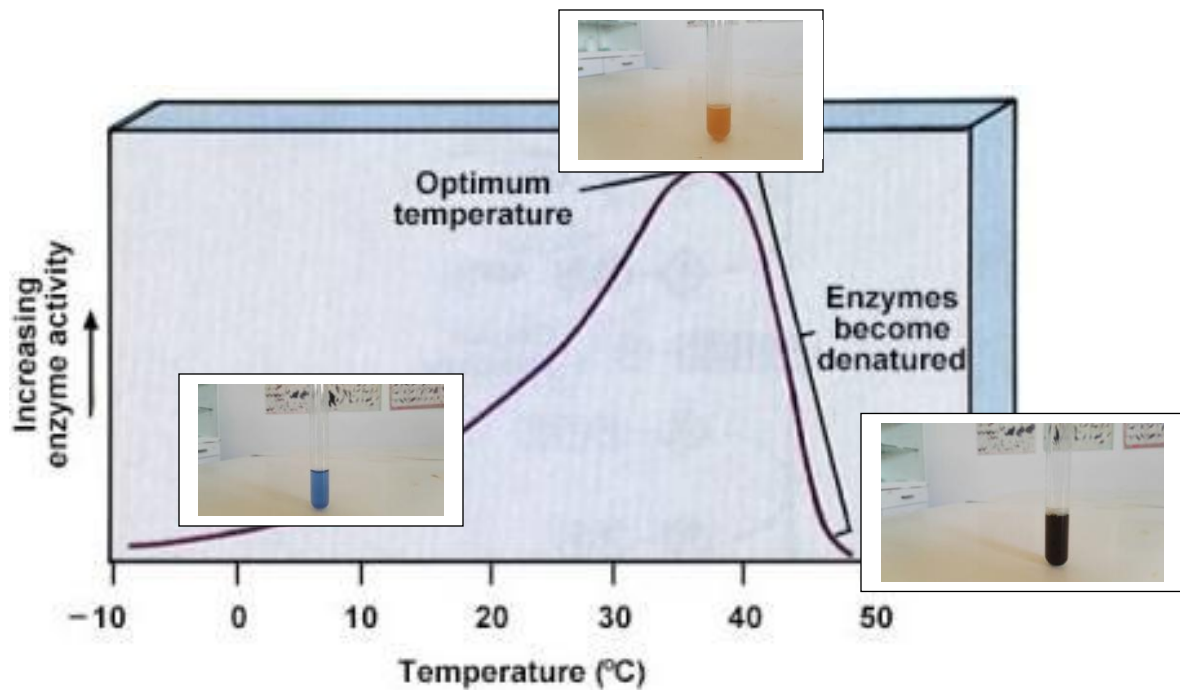


# COM AFECTEN LA TEMPERATURA I EL TEMPS A LA FUNCIO DE L'ENZIM AMILASA?



## ÍNDEX

Introducció.....	pàgina 4
<b>PART TEÒRICA</b>	
1. Biomolècules.....	pàgina 6
1.1. Glúcids.....	pàgina 6
1.1.1. Monosacàrids.....	pàgina 7
1.1.1.1. Trioses.....	pàgina 7
1.1.1.2. Tetroses.....	pàgina 7
1.1.1.3. Pentoses.....	pàgina 7
1.1.1.4. Hexoses.....	pàgina 7
1.1.1.4.1. Glucosa.....	pàgina 7
1.1.2. Disacàrids.....	pàgina 8
1.1.3. Oligosacàrids.....	pàgina 8
1.1.4. Polisacàrids.....	pàgina 8
1.1.4.1. Midó.....	pàgina 8
1.1.5. Identificació de glúcids al laboratori.....	pàgina 9
1.2. Proteïnes.....	pàgina 10
1.2.1. Estructures.....	pàgina 10
1.2.2. Aminoàcids.....	pàgina 11
1.2.3. Enzims.....	pàgina 12
1.2.3.1. Centre actiu.....	pàgina 13
1.2.3.2. Especificitat dels enzims.....	pàgina 13
1.2.3.3. Cinètica de l'activitat enzimàtica.....	pàgina 14
1.2.3.4. Nomenclatura i classificació dels enzims.....	pàgina 15
1.2.3.5. Enzim Amilasa.....	pàgina 15
1.3. Àcids nucleics.....	pàgina 16
1.3.1. Nucleòtids.....	pàgina 16
1.3.2. Àcid desoxiribonucleic (ADN).....	pàgina 17
2. Teoria "Un gen-un enzim".....	pàgina 18
3. Activitat enzimàtica.....	pàgina 20
3.1. Factors que afecten l'activitat enzimàtica.....	pàgina 20

PART PRÀCTICA

1. Disseny experimental.....	pàgina 22
2. Material i procediment.....	pàgina 23
3. Pràctica al laboratori.....	pàgina 25
A1.....	pàgina 25
A2.....	pàgina 27
B.....	pàgina 28
C.....	pàgina 29
D.....	pàgina 30
10 minuts.....	pàgina 31
15 minuts.....	pàgina 32
Comparació.....	pàgina 33
E.....	pàgina 33
10 minuts.....	pàgina 33
15 minuts.....	pàgina 34
Comparació.....	pàgina 35
Interpretació gràfica dels resultats.....	pàgina 36
Conclusió.....	pàgina 38
Bibliografia.....	pàgina 39

## INTRODUCCIÓ

La principal motivació per a fer aquest treball ha estat que he trobat aquest tema interessant i amb el qual podia crear el meu propi disseny experimental. També volia que el meu treball inclogués biologia i que la part pràctica fos realment pràctica, és a dir, manipulant i comparant els resultats.

Una altra causa per haver escollit aquest tema és que vull ser metge i, per tant, volia que estigués relacionat amb el cos humà. Abans d'escollir aquest Treball de Recerca n'havia començat un altre sobre una malaltia anomenada McArdle, però pels meus escassos coneixements no podia realitzar la part pràctica. Tot i així vaig canviar de tema per passar als enzims, unes substàncies que permeten que visquem. Abans d'optar per l'amilasa i el midó vaig dissenyar una part pràctica amb lactasa enlloc d'amilasa i lactosa enlloc de midó. El problema era la realització d'aquesta pràctica. Em vaig posar en contacte amb la UAB i amb la UPC per a realitzar-la a les seves instal·lacions però em van dir que per a calcular la lactosa es necessitava un kit especial del que no disposaven. Així que finalment vaig escollir el midó i l'amilasa.

A part, les temperatures que he escollit per a la part pràctica no han estat escollides a l'atzar sinó que el que volia comprovar és si a 34.5°C i a 41.5°C encara es pot viure o si s'està mort. Segons els resultats que obtingui al laboratori veuré si hi ha disfunció enzimàtica i per tant possiblement es doni la mort, o bé si l'enzim funciona correctament i per tant possibilita la vida.

Aquest treball gira entorn a la capacitat que té l'enzim amilasa per a hidrolitzar el midó a diferents temperatures i diferents temps però també inclou una introducció de les biomolècules, l'explicació de la teoria "Un gen-un enzim" i tots els processos enzimàtics necessaris per a entendre el tema.

**HIPÒTESI:** Potser l'efecte de l'enzim amilasa encara és efectiu quan el substrat sobre el que actua sobrepassa els 41.5°C o quan es troba per sota dels 34.5°C. Potser a 34.5°C i a 41.5°C l'enzim fa una funció diferent en contacte amb el substrat sobre el que actua en 10 i en 15 minuts.

Com afecten la temperatura i el temps a la funció de l'enzim amilasa?

---

En base a aquesta hipòtesi, en diferents tubs d'assaig posaré la mateixa quantitat de midó. A continuació afegiré a cada tub d'assaig la mateixa quantitat de saliva filtrada (conté l'enzim amilasa) i els posaré a temperatura constant. Per altra banda, dels tubs d'assaig que posi a 34.5°C i a 41.5°C, n'agafaré una mostra de cadascun tant als 10 com als 15 minuts de reacció entre midó i amilasa i realitzaré les proves de Fehling i Lugol per a determinar-ne la presència de midó. Finalment, amb els mateixos reactius comprovaré els resultats obtinguts i corroboraré o bé desmentiré la hipòtesi.

## PART TEÒRICA

### 1. BIOMOLÈCULES.

Les biomolècules són les molècules de la vida, és a dir, tots els conjunts d'àtoms que formen la matèria viva. Aquestes també s'anomenen principis immediats i poden ser simples, si les molècules estan formades per àtoms del mateix tipus, o compostos quan hi ha àtoms de diferents elements. Els principis immediats compostos poden ser inorgànics, com l'aigua i les sals minerals, o orgànics, que són polímers<sup>1</sup> formats principalment per enllaços covalents de carboni i hidrogen com els glúcids, els lípids, les proteïnes i els àcids nucleics.

**1.1. Glúcids.** Els glúcids són biomolècules formades bàsicament per àtoms de carboni (C), hidrogen (H) i oxigen (O). Solen anomenar-se també carbohidrats o hidrats de carboni.

En tots els glúcids hi ha un carbonil, que és un carboni unit a un oxigen mitjançant un doble enllaç. Aquest doble enllaç pot formar cetones (-CO-) o aldehids (-CHO). Els glúcids són per tant polihidroxialdehids o polihidroxicetones. Els polihidroxialdehids són molècules que tenen un aldehyd al carboni 1 i alcohols a la resta de carbonis. Les polihidroxicetones són molècules que tenen una cetona al carboni 2 i alcohols a la resta de carbonis.

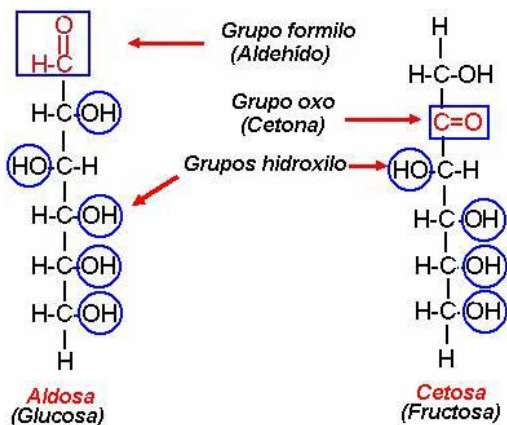


Figura 1. Un polihidroxialdehid de 6 carbonis (glucosa) i una polihidroxicetona de 6 carbonis (fructosa).

<sup>1</sup>Molècula d'elevat pes molecular constituïda per unitats estructurals idèntiques repetides i unides entre si mitjançant enllaços covalents.

La propietat química dels glúcids és que són la font d'energia de la cèl·lula a causa de la pèrdua d'electrons que pateixen quan una altra substància els accepta i llavors es redueix. Aquest canvi químic és el que proporciona l'energia.

Els glúcids es divideixen en quatre tipus:

**1.1.1.Monosacàrids.** Glúcids formats per una sola cadena polihidroxialdehida o polihidroxiacetònica, tenint així de tres a set àtoms de carboni. Segons el nombre d'àtoms de carboni, es troben les trioses, les tetroses, les pentoses, les hexoses i les heptoses.

**1.1.1.1.Trioses.** La unitat de glúcids més petita i bàsica formada per tres carbonis. Inclou, per tant, els gliceraldehids i les dihidroxicetones.

**1.1.1.2.Tetroses.** Monosacàrids formats per quatre carbonis.

**1.1.1.3.Pentoses.** Inclouen tots els monosacàrids formats per cinc carbonis. Inclouen les riboses i les desoxiriboses, que són les pentoses que formen l'ADN i l'ARN, respectivament.

**1.1.1.4.Hexoses.** Monosacàrids formats per sis carbonis. Segons els enllaços que té cada carboni, es formen la glucosa, la fructosa o la galactosa.

**1.1.1.4.1. Glucosa.** És el glúcid més important ja que aporta una gran quantitat d'energia a les cèl·lules. De fet, les neurones i els glòbuls vermells depenen exclusivament de la glucosa com a font d'energia. Es troba lliure al citoplasma intern de les cèl·lules animals i lliure als fruits madurs. La seva proporció a la sang humana és d'1 g/l.

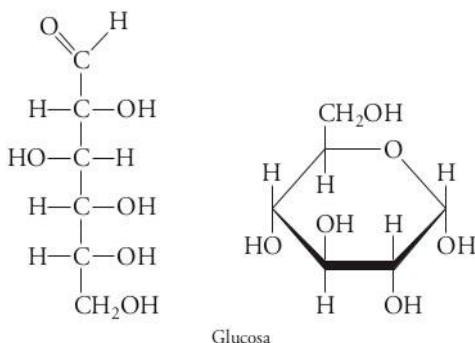


Figura 2. Glucosa en la seva estructura oberta i estructura cíclica. Totes dues estructures pertanyen a la D-Glucosa ja que, excepte els del carboni 2, els OH es troben al costat dret dels carbonis o en el que fa referència a la estructura cíclica, a baix.

**1.1.2. Disacàrids.** Glúcids formats per la unió de dos monosacàrids. L'aldehid del primer monosacàrid s'uneix a qualsevol carboni del segon monosacàrid, normalment al carboni 4. En la unió, anomenada enllaç O-glicosídic, es perd una molècula d'aigua.

Aquest enllaç pot ser:

- **Enllaç monocarbonílic.** Enllaç d'un carboni sol carboni carbonil en la nova molècula, per tant un carboni carbonil queda lliure.
- **Enllaç dicarbonílic.** L'enllaç O-glicosídic es produeix enllaçant tots dos carbonis carbonils, un de cada molècula, per la qual cosa no en queda cap de lliure.

**1.1.3.Oligosacàrids.** Glúcids formats per la unió de dos a deu monosacàrids.

**1.1.4.Polisacàrids.** Glúcids formats per la unió de més de deu, generalment centenars, de monosacàrids. Es divideixen en:

- **Heteropolisacàrids.** Formats per més d'un tipus de monosacàrid. És el cas de la goma aràbiga, l'agar i la pectina.
- **Homopolisacàrids.** formats per un sol tipus de monosacàrid. Dins aquest grup hi trobem el midó, el glicogen, la cel·lulosa i la quitina, tots formats per la unió de moltes glucoses. Aquests polímers de glucoses es distingeixen segons la funció, localització i tipus d'enllaç segons el quadre següent:

	FUNCIÓ	LOCALITZACIÓ	ENLLAÇ
MIDÓ	reserva energètica	interior de plasts i llavors	A
GLICOGEN	reserva energètica	interior de cèl·lules hepàtiques i musculars	A
CEL·LULOSA	estructural	paret cel·lular	B
QUITINA	estructural	exo esquelet	B

**1.1.4.1. Midó.** El midó és un polímer de glucoses unides per l'enllaç  $\alpha$ . Està format per amilosa i amilopectina (totes dues formades per glucoses).



Com afecten la temperatura i el temps a la funció de l'enzim amilasa?

L'amilosa és una molècula formada per glucoses, té forma lineal i representa el 30% del pes del midó. L'amilopectina és una molècula de glucoses però amb moltes ramificacions i representa el 70% del polisacàrid recentment esmentat. A causa de la seva forma, l'amilosa té més solubilitat que l'amilopectina. El midó té la funció de reserva energètica en els vegetals, per això es troba dins els plasts i les llavors. Es troba en els plasts perquè dins els cloroplasts es fa la fotosíntesi i es genera energia, emmagatzemada en forma de midó. També es troba en les llavors perquè han de contenir prou energia perquè la nova planta pugui créixer.

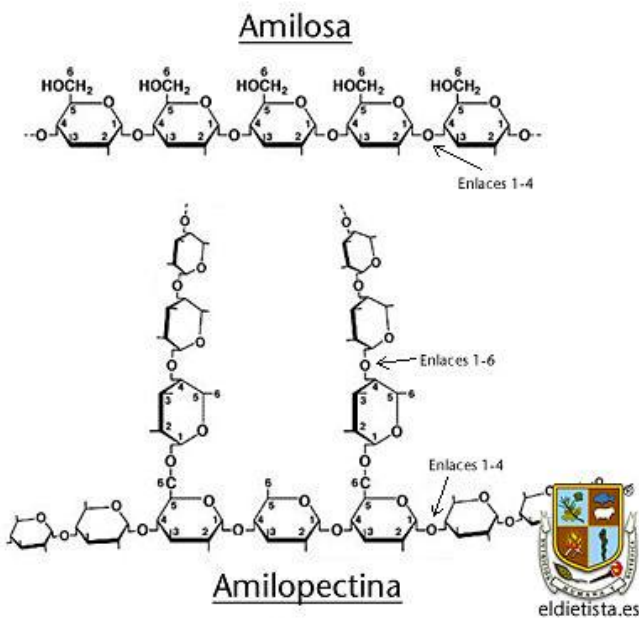


Figura 5. Mostra un fragment d'amilosa i un fragment d'amilopectina, components del midó.

**1.1.5. Identificació de glúcids al laboratori.** Per a identificar aquestes molècules al laboratori es poden dur a terme dues proves diferents:

- Prova del Lugol. El Lugol és una dissolució iodada que reconeix llargues ramificacions de glucoses unides per enllaços  $\alpha$ . Per tant, només reconeix el midó. És un líquid de color groc que en contacte amb el midó es torna de color negre o lilós molt fosc.
- Reactiu de Fehling o de Benedict. És un reactiu compostat per sulfat de coure i aigua emprat al laboratori per al reconeixement de carbonis monocarbonils (tenen un aldehyd o una cetona). El reactiu està format pel reactiu A

(transparent) i el B (blau cel), i és de color blau marí (obtingut amb la barreja dels reactius A i B). En contacte amb un carboni carbonil i escalfor, es torna de color taronja. Aquesta reacció té lloc perquè s'oxida un aldehyd (perd un electró).



**1.2. Proteïnes.** Són molècules orgàniques formades per carboni, hidrogen, nitrogen i oxigen, tot i que poden contenir també minúscules quantitats d'altres elements.

Són molt abundants i realitzen multitud de funcions diverses. Solen ser molècules molt grans, formades per aminoàcids. Cada proteïna està formada per 50 aminoàcids com a mínim i cada aminoàcid és codificat per 3 bases nitrogenades d'ARNm complementàries a l'ARNt. Això va ser postulat pel Premi Nobel Severo Ochoa de Albornoz l'any 1959.

Cada aminoàcid és transportat per l'RNA transferent . Aquests aminoàcids s'uneixen per enllaços repetídics que formen les proteïnes que poden especialitzar-se en enzims o bé anar a la membrana plasmàtica de la cèl·lula que l'ha format i on permeten l'entrada de substàncies grans a l'interior de la cèl·lula.

Les proteïnes augmenten el volum muscular.

**1.2.1. Estructures.** Les proteïnes presenten quatre estructures diferents:

- **Estructura primària.** És la seqüència d'aminoàcids de la proteïna. Informa dels que hi ha i com estan ordenats.
- **Estructura secundària.** És la disposició a l'espai de la primària o el que és el mateix, el replegament sobre si mateixa d'aquesta. Presenta forma helicoïdal quan és  $\alpha$ -hèlix o forma de làmina plegada (zig-zag) quan és Conformació  $\beta$ .
- **Estructura terciària.** Disposició en l'espai de l'estructura secundària, és a dir, replegament sobre si mateixa. Presenta una forma globular.
- **Estructura quaternària.** Dues o més cadenes polipeptídiques de l'estructura terciària.

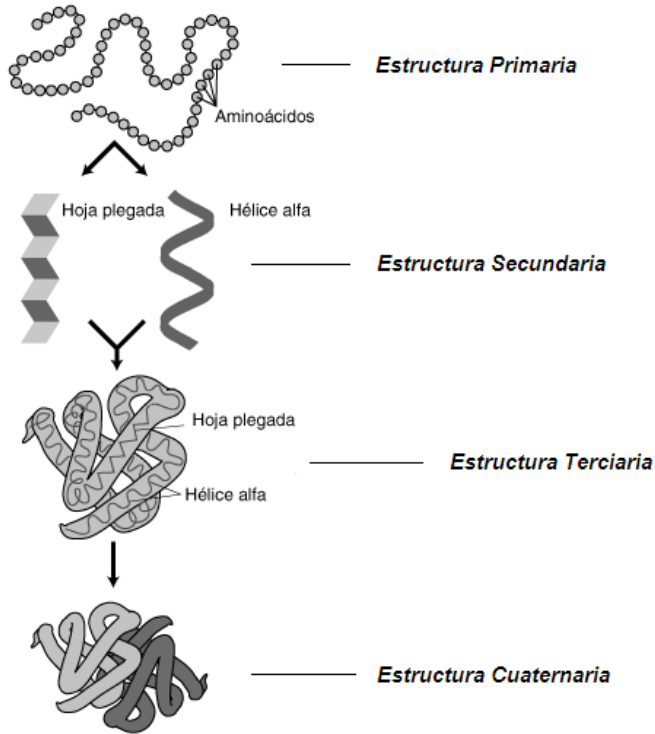


Figura 6. Una proteïna en les seves quatre estructures.

**1.2.2. Aminoàcids.** Són compostos orgànics que tenen un grup àcid o carboxil (-COOH) i un grup amino (-NH<sub>2</sub>). Dins els aminoàcids hi ha un grup anomenat els aminoàcids primaris, que són vint, els quals presenten un carboxil i una amina enllaçats al mateix carboni i formen les proteïnes. A més d'aquest tipus, en els organismes n'hi ha uns altres que mai formen proteïnes anomenats aminoàcids essencials, que són ingerits amb la dieta. Els éssers humans en presentem vuit d'aquest tipus: isoleucocina (Ile), leucina (Leu), lisina (Lys), metionina (Met), fenilalanina (Phe), treonina (Thr), triptòfan (Trp) i valina (Val).

Tant els aminoàcids essencials com els no essencials, que són els que produeix el nostre organisme, produeixen proteïnes.

Les funcions dels aminoàcids són formar proteïnes i servir com a components estructurals necessaris pel creixement muscular. També fan créixer, reparen i mantenen totes les cèl·lules.

Després de l'aigua, que ocupa un 63% del volum del cos humà d'un adult, el que pesa més del cos són els aminoàcids. Aquests es troben presents en tota la musculatura i en els teixits.

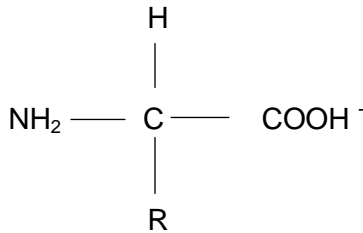


Figura 6. L'estructura que presenten tots els aminoàcids. La R és el radical, que és el que determina quin aminoàcid és.

**1.2.3. Enzims.** Són els biocatalitzadors formats per aminoàcids, és a dir, els catalitzadors<sup>2</sup> de les reaccions biològiques i com ells tenen unes característiques comuns:

- Acceleren molt la reacció i no es consumeixen durant aquesta, és a dir, el nombre d'enzims abans, durant i després de la reacció és constant. Excepte els ribozims<sup>3</sup>
- Són proteïnes globulars solubles en aigua, que es difonen bé en medis interns i que poden dur a terme la seva funció tant a nivell intracel·lular com extracel·lular.
- Són molt específics, cosa que els permet actuar en una reacció determinada sense afectar-ne d'altres
- Actuen a temperatura ambient i pH neutre
- Són molt actius i acceleren les reaccions molt més ràpidament que els catalitzadors no biològics

Totes les reaccions químiques tenen una energia d'activació i velocitat de reacció determinades. L'energia d'activació és l'energia que es necessita per tal que la reacció es dugui a terme. La velocitat de reacció és el temps que transcorre fins que la reacció s'acaba.

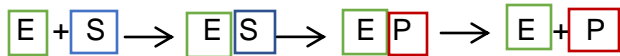
---

<sup>2</sup>Substància que augmenta la velocitat d'una reacció química, disminuint la seva energia d'activació.

<sup>3</sup>RNA que catalitzen altres tipus de RNA, per això són enzims.

En el cas de les reaccions químiques que els enzims catalitzen, aquests actuen de manera que redueixen l'energia d'activació i, com a conseqüència, es redueix la velocitat de reacció.

En general, les reaccions amb enzims es representen així:



L'enzim sempre és present a la reacció perquè no es consumeix. El substrat, representat amb blau, per acció enzimàtica es converteix en productes, representats amb vermell.

**1.2.3.1. Centre actiu.** És la zona de l'enzim a la qual s'uneix el substrat perquè es dugui a terme la reacció. El substrat és la molècula que l'enzim modifica. Els centres actius tenen unes característiques comuns, que són:

- Ocupen molt poc volum del total de l'enzim i tenen forma de cavitat que facilita que el substrat hi encaixi.
- Alguns dels aminoàcids pel que estan formats presenten una afinitat amb un substrat en concret, amb el qual s'enllaça mitjançant enllaços febles.

Hi ha tres tipus d'aminoàcids que formen la cadena polipeptídica dels enzims (els aa s'enllaçen entre si formant enllaços peptídics) en funció de la relació que estableixen els substrats i els centres actius entre si:

- **Aminoàcids estructurals.** No estableixen enllaços químics amb el substrat. Ocupen la major part de l'enzim.
- **Aminoàcids de fixació.** Estableixen enllaços febles amb el substrat i el fixen.
- **Aminoàcids catalitzadors.** Estableixen enllaços tant febles com forts amb el substrat i fan que aquest trenqui els seus enllaços.

Els aminoàcids de fixació i els catalitzadors es troben al centre actiu de l'enzim.

**1.2.3.2. Especificitat dels enzims.** Són tan específics perquè tan sols es pot establir l'enllaç entre el centre actiu i l'enllaç si aquests últims presenten la forma adequada per a encabir-s'hi. Aquesta especificitat va ser explicada l'any 1890 per

Com afecten la temperatura i el temps a la funció de l'enzim amilasa?

E. Fisher, que va proposar el model de la complementarietat amb aquesta comparació: "Com la clau (substrat) i el pany (l'enzim)."

El model de l'ajust induït és quan els centres actius varien lleugerament la forma perquè el substrat hi encaixi millor. En aquests casos el símil utilitzat és: "Com el guant (enzim) s'adapta a la mà (substrat)."

Hi ha tres graus d'especificitat :

- **Especificitat absoluta.** Quan un enzim tan sols actua sobre un substrat.
- **Especificitat de grup.** Quan l'enzim actua sobre un grup de molècules determinats, tots els  $\beta$ -glucosídics, per exemple.
- **Especificitat de classe.** La menys específica, ja que la funció de l'enzim no ve determinada per la molècula sinó pel tipus d'enllaç que aquesta conté.

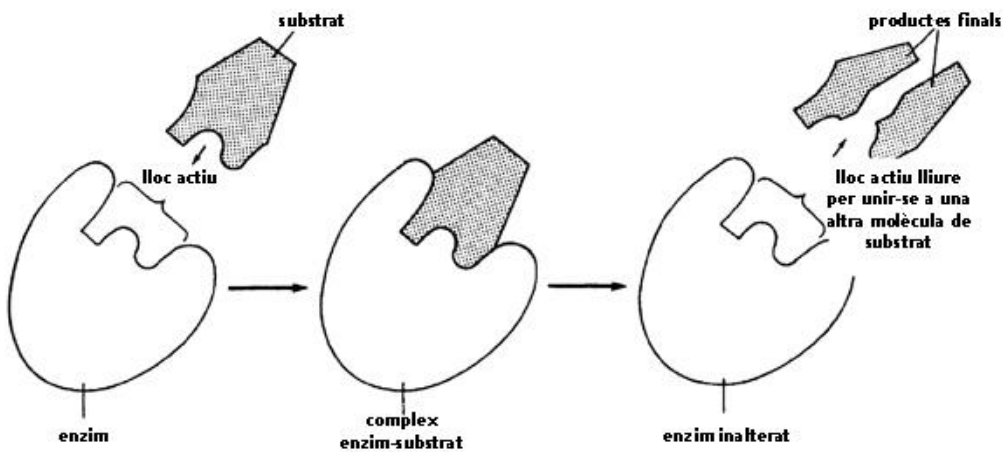


Figura 7. Procés de l'activitat enzimàtica des que el substrat es posiciona al lloc actiu fins que en resulten els productes finals

**1.2.3.3. Cinètica de l'activitat enzimàtica.** En una reacció enzimàtica amb l'enzim constant, si augmenta la quantitat de substrat augmenta també la velocitat de reacció. Això és degut a que quan la quantitat de substrat augmenta, augmenta amb ella la probabilitat de que cada enzim s'hagi trobat amb el seu substrat. Tot i així, hi ha un moment en què la velocitat de reacció deixa d'incrementar. Aquest moment és quan tots els enzims ja estan enllaçats amb els substrats pertanyents i es diu que hi ha saturació enzimàtica. A partir d'aquest fet, Leonor Michaelis i Maud Menten van definir la constant de Michaelis-Menten. Aquesta constant ( $K_M$ ) és la

concentració del substrat en la qual la velocitat de reacció és la meitat de la velocitat màxima.

A partir d'això van proposar una equació per a calcular la velocitat de la reacció enzimàtica segons les diferents concentracions de substrat.

$$v = \frac{v_{\max} [S]}{K_m + [S]}$$

**1.2.3.4. Nomenclatura i classificació dels enzims.** Per anomenar un enzim, anomenem primer el nom del substrat en el qual fa la funció enzimàtica, després el coenzim<sup>4</sup>, i per últim i si n'hi ha, la funció que fa. Generalment, s'anomena únicament el nom del substrat acabat en -asa (de l'amilosa, amilasa; de la lactosa, lactasa; etc.).

**1.2.3.5. Enzim Amilasa.** És un enzim que va ser descobert per primera vegada per Anselme Payen el 1833. Permet la descomposició del midó en glucoses per a ser assimilat per l'organisme. La síntesi d'aquest enzim es produeix a les glàndules salivals, ja que el midó es descomposa a la boca per la saliva, i també al pàncrees. En menor quantitat, també es secreta al fetge i a les Trompes de Fal·lopi. Té una vida mitja de 3 hores. L'amilosa és degradada per la  $\alpha$ -amilasa i l'amilopectina per la  $\beta$ -amilasa. Tots dos enzims fan el mateix, hidrolitzar per a separar en maltoses i glucoses el midó.

Els nivells d'amilasa es poden mesurar tant per una anàlisi d'orina com per una de sang.

No es coneix cap malaltia per la que hi hagi una producció nul·la d'amilasa, ja que sinó no es podria viure, perquè és un dels enzims més importants que hi ha.

La hiperamilasèmia (nivells alts d'amilasa a la sang) es pot donar per diversos factors. Un d'aquests és a causa d'alguna anomalia al pàncrees. Com que aquest òrgan secreta amilasa, si es dona una pancreatitis (inflamació del pàncrees) en secreta més del que ho fa habitualment. També pot provocar una pujada d'amilasa el càncer de

---

<sup>4</sup>Molècula orgànica que s'uneix a un apoenzim (part protèica d'un enzim) amb enllaços febles i actua com a transportador de grups químics. Es transforma durant la reacció.

pàncrees, de mama, d'ovaris o d'ossos. De fet, l'amilasa és un dels marcadors<sup>5</sup> del càncer.

Un altre factor és a causa d'una insuficiència renal. Com que els ronyons no depuren la sang, aquesta va acumulant enzims, toxines i altres partícules.

La fibrosi quística també pot provocar pujades d'amilasa si la mucositat obstrueix els conductes pancreàtics que transporten substàncies fins a l'intestí prim per a digerir l'aliment.

Una producció insuficient d'aquest enzim pot provocar diabetis en casos greus i mala digestió en casos més lleus. Per aquest motiu es venen comprimits d'amilasa. Aquesta amilasa s'obté a partir de bacteris halòfils<sup>6</sup>.

**1.3. Àcids nucleics.** Són biomolècules orgàniques formades per carboni (C), hidrogen (H), oxigen (O), nitrogen (N) i fòsfor (P). El nom d'àcids nucleics ve donat pel fet que són compostos àcids i es troben principalment al nucli de les cèl·lules eucariotes, tot i que també poden trobar-se dins els mitocondris i els cloroplasts. En les cèl·lules procariotes es troba dispers pel citoplasma. Estan constituïts per nucleòtids, que estan formats per una pentosa, una base nitrogenada i un fosfat.

**1.3.1. Nucleòtids.** Els nucleòtids s'uneixen entre ells per mitjà d'enllaços èster o fosfodièster, que es donen entre el grup fosfat d'un nucleòtid i el carboni 3 d'un altre. Si a un nucleòtid li falta el grup fosfat s'anomena nucleòsid. La pentosa pot ser ribosa (ARN) o desoxirribosa (ADN). Les bases, que són la part més essencial dels nucleòtids, són adenina (A), guanina (G), timina (T) i citosina (C) en l'ADN i A, G, C i uracil (U) en l'ARN. Les bases púriques són l'adenina i la guanina. Les pirimidíniques són la citosina, la timina (exclusiva a l'ADN) i l'uracil (exclusiu a l'ARN). Contenen també un grup fosfat  $H_3PO_4$ .

---

<sup>5</sup>Els marcadors del càncer o tumorals són substàncies produïdes per cèl·lules canceroses o per altres cèl·lules en resposta a un tumor (benigne o maligne, en general aquest últim) dins l'organisme. Els marcadors acostumen a ser substàncies que de normal ja secreten les cèl·lules, encara que ho fan en concentracions més elevades en presència d'un tumor.

<sup>6</sup>Bacteris que habiten zones d'elevada salinitat.



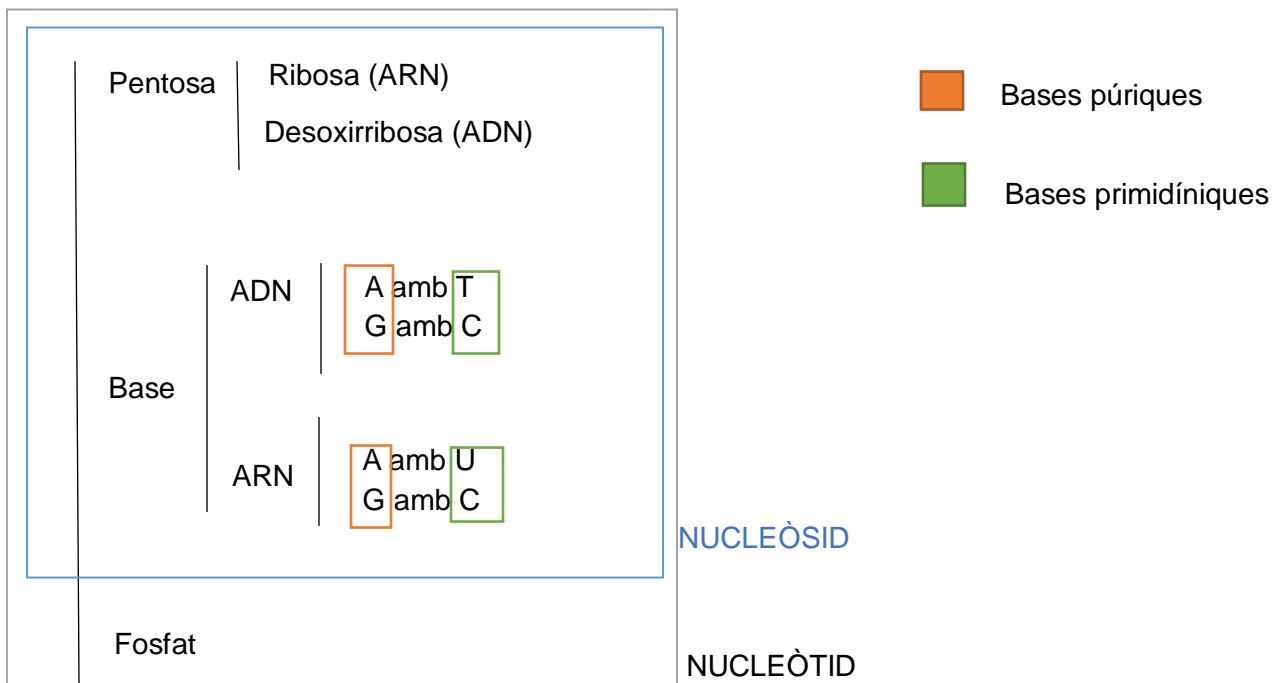


Figura 9. Distinció entra nucleòtid i nucleòsid i la formació de l'ADN i l'ARN

**1.3.2. Àcid desoxiribonucleic (ADN).** És la molècula que conté tota la informació biològica d'un individu transmesa pels seus progenitors. En general té estructura lineal, que vol dir que té una sola seqüència de bases nitrogenades. Pot presentar també estructura de doble hèlix quan hi ha dues cadenes unides entre si mitjançant ponts d'hidrogen. L'A i la T s'enllaçen entre elles mitjançant dos ponts d'hidrogen i la G i la C mitjançant-ne tres. Alguns virus complexos són de doble

cadena, en els que hi ha hagut còpia de bases i complementació d'aquestes entre elles (A amb T i C amb G).

L'estructura del DNA va ser descoberta per Rosalind Franklin a la Universitat de Cambridge, encara que el Premi Nobel a la Fisiologia i Medicina del 1962 va ser aconseguit per Watson, Crick i Wilkins per la descoberta de l'estructura de l'ADN copiada a Franklin.

## **2. TEORIA “UN GEN-UN ENZIM”**

Va ser proposada pel metge anglès Archibald Garrod l'any 1909, sent així el primer en proposar que els enzims són determinats pels gens.

La teoria és que cada gen fa que es sintetitzi un enzim determinat. Això s'explica per la transcripció i la traducció. Per aquests processos, per la informació que duu un gen determinat es formen aminoàcids que, per la seva seqüència de bases, s'especialitzen en un gen determinat.

Garrod va arribar a aquesta teoria després de la investigació de l'alcaptonúria. Els símptomes d'aquesta malaltia eren l'ennegritament dels cartílegs i l'ennegritament de l'orina en contacte amb l'aire. Va fer comparacions genealògiques fins a arribar a la conclusió de que era una malaltia hereditària autosòmica<sup>7</sup> recessiva<sup>8</sup> i per mitjà d'anàlisis clíniques va descobrir que l'alcaptonúria era causada per una acumulació d'àcid homogentísic dins l'organisme. En condicions normals, aquest àcid és eliminat per acció d'un enzim, ja que la funció dels enzims és permetre que tot funcioni de manera adequada i, a més, que algunes reaccions es realitzin de manera més ràpida. Gràcies als seus estudis va obrir la porta del coneixement pel que refereix a les malalties hereditàries i la relació que tenen aquestes amb la incapacitat d'alguns individus per a sintetitzar un enzim determinat.

Van continuar amb experiments semblants sobre la relació entre gens i substàncies Edward Lawrie Tatum i George Wells Beadle investigant amb la floridura del pa (*Neurospora crassa*). El 1958 van obtenir tots dos el Premi Nobel de Medicina per haver confirmat la hipòtesi de Garrod.

---

<sup>7</sup>Que afecta els cromosomes somàtics o autosomes, els que van de l'1 al 22.

<sup>8</sup>S'han d'heretar els dos gens perquè es manifesti.

**Expressió gènica<sup>9</sup>:**

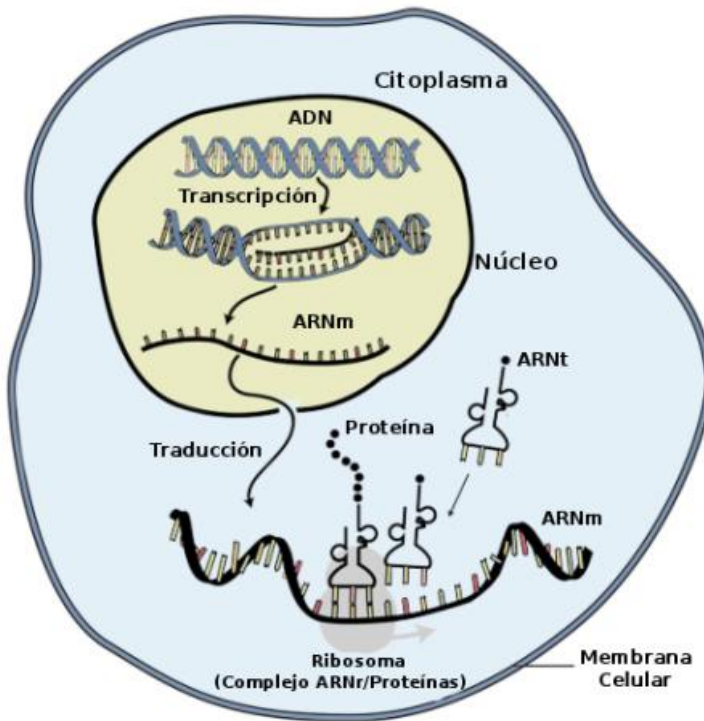


Figura 10. Procés pel qual l'ADN passa a proteïnes i amb el qual s'explica la relació entre gens i enzims.

En aquest dibuix està expressat el procés de conversió de l'ADN en proteïnes. Per començar, el RNA missatger es copia la informació d'una sola hebra del DNA. Aquest procés té lloc al nucli, i s'anomena transcripció. A continuació, aquest RNA missatger es col·loca entremig de les dues bases globulars dels ribosomes, formades per RNA

---

<sup>9</sup>Procés pel qual tots els microorganismes procarïotes i cèl·lules eucariotes transformen la informació dels àcids nucleics en proteïnes.

ribosòmic. Cada seqüència de tres aa de l'RNA missatger s'anomena codó, i és complementària a l'anticodó de l'RNA transferent, que transporta aa. Quan el codó i l'anticodó s'ajunten, l'aa s'allibera i queda enganxat al ribosoma fins que n'hi ha cinquanta o més, que es forma una proteïna. Tot aquest procés es denomina traducció. Finalment aquestes proteïnes s'especialitzen en enzims o bé van a parar a la membrana de la cèl·lula que les ha format per a permetre l'entrada i sortida de substàncies.

### **3. ACTIVITAT ENZIMÀTICA.**

L'activitat enzimàtica és el procés pel qual un enzim i un substrat s'ajunten i l'enzim el catalitza, duent a terme així una activitat necessària perquè tot funcioni correctament dins l'organisme.

**Desnaturalització.** La desnaturalització és la pèrdua de la estructura terciària i fins i tot la secundària, que es produeix per agitació, canvi de temperatura o canvi de pH i com a conseqüència la inactivitat de l'enzim. En la desnaturalització acusada per agitació, trobem l'exemple de la clara de l'ou, que passa d'estat líquid a espumós per agitació. En el canvi de temperatura, la permanent dels cabells n'és un exemple, ja que la temperatura trenca les estructures que donen forma al cabell fins a deixar l'estructura primària, que és la forma llisa del cabell. Pel que fa a la desnaturalització per pH, trobem l'exemple del mató, que canvia d'estat a l'entrar en contacte amb àcid a una temperatura determinada. Això provoca una pèrdua de la funció enzimàtica, i amb ella, la velocitat de reacció o inclús la seva activitat enzimàtica.

#### **3.1. Factors que afecten l'activitat enzimàtica.** Aquests factors són tals com:

- **Influència de la temperatura.** L'energia calorífica augmenta la mobilitat de les molècules i, per tant, el nombre de trobades moleculars. Tot i així hi ha una temperatura òptima per a cada enzim, en la qual l'activitat enzimàtica és la màxima. Si la temperatura augmenta o disminueix es produeix la desnaturalització
- **Influència del pH.** Tots els enzims tenen un pH òptim, en el qual presenten màxima eficàcia. Tot i així, també tenen valors de pH límits tant bàsics com àcids. Un

traspàs d'aquests valors provoca disfunció enzimàtica ja que els enzims es desnaturalitzen i deixen d'actuar.

- **Inhibidors.** Són substàncies que limiten l'activitat de l'enzim o li impedeixen actuar. Poden ser perjudicials o bé beneficiosos (penicil·lina, per exemple). Per això, alguns inhibidors són útils contra les malalties infeccioses.

Hi ha dos tipus d'inhibició, la reversible i la irreversible.

- **Inhibició irreversible o enverinament de l'enzim.** Es dona quan l'inhibidor es posiciona al centre actiu de l'enzim i, com a conseqüència, l'inutilitza.

- **Inhibició reversible.** Té lloc quan no s'inutilitza el centre actiu, sinó quan aquest només s'inhabilita temporalment. N'hi ha dues menes, la competitiva i la no competitiva.

- Inhibició reversible competitiva. Es produeix quan l'inhibidor i el substrat són similars. En aquest cas, competeixen per a posicionar-se al centre actiu. Quan s'hi posiciona l'inhibidor, l'enzim queda inhabilitat de funció fins que l'inhibidor marxa.

- Inhibició reversible no competitiva. Es produeix quan l'inhibidor es fixa al conjunt enzim-substrat sense deixar-ne sortir el producte, o bé es posiciona al centre actiu i no permet que el substrat s'enllaci amb l'enzim.

## **PART PRÀCTICA**

La part pràctica consisteix en fer una valoració qualitativa sobre la presència o absència de midó en una dissolució formada per aquest polímer i l'enzim amilasa en temperatures extremes del cos humà. Les temperatures són 33.5°C, 34.5°C, 41.5°C i 43.5°C

### **1.DISSENY EXPERIMENTAL**

Hipòtesi. Potser l'efecte de l'enzim amilasa encara és efectiu quan el substrat sobre el que actua sobrepassa els 41.5°C o quan es troba per sota dels 34.5°C. Potser a 34.5°C i a 41.5°C l'enzim fa una funció diferent en contacte amb el substrat sobre el que actua en 10 i en 15 minuts.

Problema. Pot ser que a 34.5°C i a 41.5°C l'efecte de l'amilasa sobre el midó encara sigui efectiu? Pot ser als 10 minuts de reacció entre enzim i substrat el midó no sigui igual d'hidrolitzat que 5 minuts més tard?

Variable independent. Temperatura a la que s'exposen el midó i la dissolució d'amilasa.

Variable dependent. Capacitat de l'amilasa per a hidrolitzar el midó en unes temperatures uns graus per sobre i per sota de la seva temperatura òptima.

Control de variables.

- Mateixa quantitat de dissolució de midó, aigua destil·lada i saliva
- Mateixa quantitat de reactius
- Mateix temps de reacció (dissolucions amb els reactius), menys en la comparació de temps, òbviament
- Temperatura constant

Grup control. Dos tubs d'assaig amb la mateixa dissolució que els de 33.5°C, 34.5°C, 41.5°C i 43.5°C però a 37°C, per a comparar els resultats obtinguts a temperatures més altes i baixes que la òptima amb els obtinguts a la temperatura òptima, quan els enzims tenen la màxima eficàcia.

Procediment.

- Preparem la dissolució de midó i filtrem la saliva
- Preparem dos tubs d'assaig per a cada temperatura, en total 10, que continguin dissolució de midó i saliva filtrada, i dos més per a la prova dels 10 minuts per a 41.5°C i 34.5°C, en total 14.
- Posem dos tubs d'assaig a cadascuna de les temperatures i un el fem reaccionar amb Lugol i l'altre amb Fehling.
- Fem rèpliques
- Apuntem els resultats i traiem conclusions.

## 2. MATERIAL I PROCEDIMENT

MATERIAL (sense comptar rèpliques):

- paper de filtre
- 1 embut de vidre
- 2 vasos de precipitats
- 14 tubs d'assaig
- 1 bàscula
- 1 espàtula
- 1 placa refractora
- 1 recipient metàl·lic de diàmetre inferior al de la placa refractora on posar els tubs
- pinces
- 1 vidre de rellotge
- 1 pera d'aspiració
- 1 pipeta de 20mL
- 1 matràs aforat de 100mL
- comptagotes
- Midó de blat
- Lugol
- Reactiu de Fehling

PROCEDIMENT:

1. Obtenció de l'enzim amilasa:

- Glopegem aigua i després masteguem paper de filtre per a estimular la producció de saliva, que conté amilasa. Aquesta s'escup a un embut amb paper de filtre amb un vas de precipitats a sota fins a arribar a 2ml. Tot seguit passem el contingut a un tub d'assaig.
- Quan ja tenim la saliva, agafem els 2ml que hem obtingut i la barregem amb 20 ml d'aigua destil·lada.

2. Obtenció de la dissolució de midó:

- Agafem un matràs aforat de 100 ml, hi tirem aigua destil·lada i enrasem amb l'ajuda d'un comptagotes fins a 100 ml. Traspassem el contingut del matràs a un vas de precipitats i hi afegim els 2g de midó. Homogeneïtzem.

3. Valoració de presència de midó amb variació de temperatura:

- Agafem 2ml de la dissolució de midó i ho barregem amb 2ml d'aigua destil·lada i 2ml de la dissolució de l'amilasa.
- Posem els tubs d'assaig al bany maria en cinc recipients a cinc temperatures diferents: 37°C, 33.5°C, 34.5°C, 41.5°C i 43.5°C i es deixem durant 15 minuts perquè l'amilasa hidrolitzi el midó, a excepció d'1 mL de cada una de les dissolucions a 34.5°C i 41.5°C. Aquest mL de cadascuna es deixa a la temperatura modificada durant 10 minuts.
- A continuació prenem 1ml de cada un dels tubs d'assaig al bany maria i els afegim unes gotes de Lugol. Si l'enzim ha fet efecte, donarà negatiu i per tant no canviarà de color.

4. Valoració de presència de carbonis carbonils lliures:

- Agafem 1ml de cada una de les dissolucions preparades (midó, amilasa i aigua destil·lada a 37°C, 33.5°C, 34.5°C, 41.5°C i 43.5°C)
- Posem els tubs d'assaig al bany maria en cinc recipients a cinc temperatures diferents: 37°C, 33.5°C, 34.5°C, 41.5°C i 43.5°C i es deixem durant 15 minuts



perquè l'amilasa hidrolitzi el midó, a excepció d'1 mL de cada una de les dissolucions a 34.5°C i 41.5°C. Aquest mL de cadascuna es deixa a la temperatura modificada durant 10 minuts.

- Seguidament afegim 1mL del Reactiu de Fehling i l'escalfem. Si varia de color vol dir que té carbonis carbonils lliures i si es queda blau, que no.

### 3. PRÀCTICA AL LABORATORI

#### A1:

1. Preparem de la dissolució enzimàtica amb 2ml de saliva filtrada i 20ml d'aigua destil·lada.
2. Preparem de la dissolució de 100ml de midó al 2%.
3. Preparem dos tubs d'assaig amb 2ml de la dissolució enzimàtica, 2ml de la dissolució de midó i 2ml d'aigua destil·lada i els posem al bany maria a 37°C durant 15 minuts, amb l'ajuda d'unes pinces, una placa refractora i un recipient metàl·lic.
4. Transcorreguts els 15 minuts, afegim a un tub d'assaig unes tres o quatre gotes de Lugol.
5. A l'altre tub d'assaig l'hi afegim 1ml de reactiu de Fehling i el posem a escalfar fins que varii de color.

**RESULTAT:** A l'afegir Lugol dins al tub d'assaig s'ha tornat d'un color grogós-marronós. Aquesta coloració marronosa (fosca en general) es deu a que el midó no estava ben hidrolitzat i per tant ha reaccionat. Tot i així no s'ha tornat negre o lilós opac, el que indica que una part del midó sí que ha estat hidrolitzat per l'amilasa salival.

A l'afegir Fehling i deixar-ho escalfar, el contingut del tub d'assaig s'ha tornat d'un color marronós-taronjós. Això significa que una part del midó ha estat hidrolitzada i una altra no, per aquest motiu la dissolució és marronosa (el marró s'obté, entre d'altres

Com afecten la temperatura i el temps a la funció de l'enzim amilasa?

---

maners, barrejant blau i taronja). El color es deu al blau del midó no hidrolitzat i el color taronja al midó hidrolitzat. Al retirar el líquid superficial el cul del tub d'assaig ha resultat ser taronja, per tant el midó que es trobava en aquesta zona determinada ha estat completament hidrolitzat. Això significa que tot i que s'ha hidrolitzat una part del midó i s'han separat les glucoses (per això s'ha tornat taronja una petita part del tub d'assaig) una altra part no, encara hi havia midó i per això s'ha mantingut de color blau.



Figura 11. Tub d'assaig amb la dissolució enzimàtica, de midó i aigua destil·lada després d'afegir-hi unes gotes de Lugol.



Figura 12. Tub d'assaig amb la dissolució enzimàtica, de midó i aigua destil·lada després d'afegir-hi Fehling i deixar-ho escalfar.

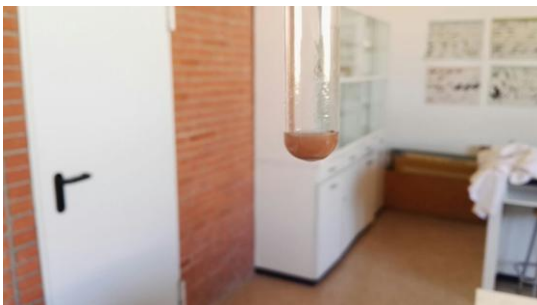


Figura 13. Tub d'assaig que contenia la dissolució mencionada anteriorment. Semblava que no havia reaccionat cap part de la dissolució però al llençar la part de la dissolució blava es va veure aquesta zona taronja.

**CONCLUSIÓ:** Interpreto, veient els resultats, que el contingut d'amilasa a la dissolució potser ha estat massa baix i per aquest motiu no s'ha hidrolitzat completament el midó.

**A2:**

Observant el resultat i la conclusió de la pràctica A1, he repetit la pràctica amb una concentració d'amilasa més elevada.

1. Filtrem 6 ml de saliva sense diluir-la (3ml a cada tub d'assaig).
2. Preparem de la dissolució de 100ml de midó al 2%.
3. Preparem dos tubs d'assaig amb 3ml de saliva filtrada, 2ml de la dissolució de midó i els posem al bany maria a 37°C durant 15 minuts, amb l'ajuda d'unes pinces, una placa refractora i un recipient metàl·lic.
4. Transcorreguts els 15 minuts, afegim a un tub d'assaig unes tres o quatre gotes de Lugol.
5. A l'altre tub d'assaig l'hi afegim 1ml de reactiu de Fehling i el posem a escalfar fins que varii de color.

**RESULTAT:** A l'afegir Lugol dins al tub d'assaig s'ha tornat d'un color grogós tot i que encara conserva una part de color fosc com abans, encara que no tant. Aquesta coloració fosca es deu a que el midó no estava ben hidrolitzat i per tant ha reaccionat. Tot i així no s'ha tornat negre o lilós opac, el que indica que una part del midó sí que ha estat hidrolitzat per l'amilasa salival.

A l'afegir Fehling i deixar-ho escalfar, el contingut del tub d'assaig s'ha tornat taronja, per tant el midó s'ha hidrolitzat completament i les seves glucoses han reaccionat amb Fehling.

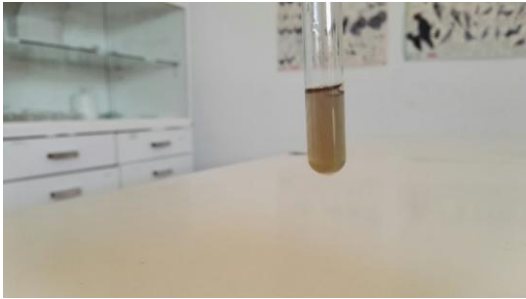


Figura 14. Tub d'assaig que conté dissolució de midó i saliva filtrada amb unes gotes de Lugol. Podem comprovar que aquesta dissolució és molt més groga que la corresponent de la pràctica A1.



Figura 15. Tub d'assaig que conté la dissolució esmentada anteriorment després de Fehling i deixar-la escalfar. Podem comprovar que la dissolució és molt més taronjosa que la corresponent de la pràctica A1.

**CONCLUSIÓ:** Interpreto, veient els resultats, que el contingut d'amilasa a la dissolució segueix sent massa baix. Tot i així, com que els resultats s'aproximen més als que hauriem d'assolir ( amb Fehling taronja completament i amb Lugol que es mantingui groc), això indica que és la concentració enzimàtica i no la temperatura o qualsevol altre variable el que fa que variïn els resultats entre les pràctiques A1 i A2.

**B:**

Repetim el mateix procediment que en la pràctica A2 a 43.5°C.

**RESULTAT:** A l'afegir el Lugol, la dissolució dins el tub d'assaig s'ha tornat completament fosca, el que indica que no s'ha hidrolitzat el midó.

Com afecten la temperatura i el temps a la funció de l'enzim amilasa?

---

A l'afegir Fehling i deixar-ho escalfar, el tub d'assaig no ha variat el seu color i s'ha mantingut blau.

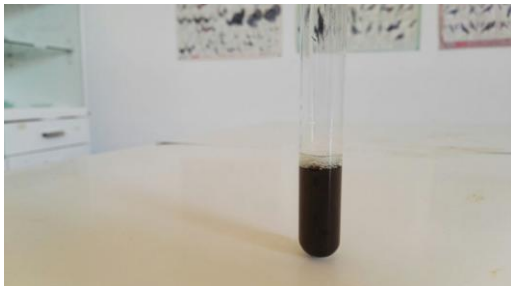


Figura 16. Tub d'assaig amb dissolució de midó i saliva filtrada a l'afegir-hi unes gotes de Lugol. El midó no s'ha hidrolitzat i per això el Lugol el detecta tot.

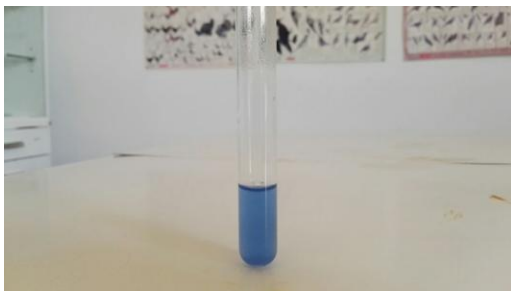


Figura 17. Tub d'assaig amb la reacció esmentada després d'afegir-hi Fehling i deixar-ho escalfar. S'ha mantingut blau, per tant el midó no ha estat hidrolitzat i per aquest motiu no reacciona.

**CONCLUSIÓ:** Els resultats d'aquestes dues proves (detecció de midó amb Lugol i no detecció de carbonis carbonils lliures amb Fehling) confirmen la impossibilitat de l'enzim amilasa per a hidrolitzar el midó a 43.5°C

**C:**

Repetim el mateix procediment que en la pràctica A2 a 33.5°C.

**RESULTAT:** A l'afegir el Lugol, la dissolució dins el tub d'assaig s'ha tornat completament fosca, el que indica que no s'ha hidrolitzat el midó.

Com afecten la temperatura i el temps a la funció de l'enzim amilasa?

---

A l'afegir Fehling i deixar-ho escalfar, el tub d'assaig no ha variat el seu color i s'ha mantingut blau.

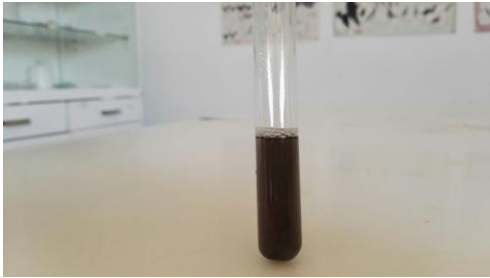


Figura 18. Tub d'assaig amb dissolució de midó i saliva a l'afegir-hi unes gotes de Lugol. El midó no s'ha hidrolitzat i per això el Lugol el detecta tot.



Figura 19. Tub d'assaig amb la reacció esmentada després d'afegir-hi Fehling i deixar-ho escalfar. S'ha mantingut blau, per tant el midó no ha estat hidrolitzat i per aquest motiu no reacciona.

**CONCLUSIÓ.** Els resultats d'aquestes dues proves (detecció de midó amb Lugol i no detecció de carbonis carbonils lliures amb Fehling) confirmen la impossibilitat de l'enzim amilasa per a hidrolitzar al midó a 33.5°C

**D:**

Repetim el mateix procediment que en la pràctica A2 a 34.5°C.

- 10 MINUTS:

Agafem 1ml de la dissolució dels tubs d'assaig que estan al bany maria a 34.5°C.

**RESULTAT.** A l'afegir Lugol, la dissolució del tub d'assaig s'ha tornat de color groc formant una lleugera capa més fosca a la superfície de la dissolució, el que indica que el midó està pràcticament completament hidrolitzat, per això es queda de color groc, perquè no se'n detecta la presència.

A l'afegir Reactiu de Fehling i posar-lo a escalfar ha quedat d'un color blau amb una coloració marronosa a la superfície (barreja de blau i taronja). Demuestra que, encara que el midó no està hidrolitzat del tot, ho està en una part. Potser si hagués estat més estona escalfant-se el color s'hagués tornat més taronjós.

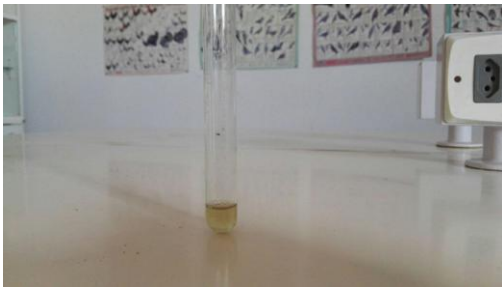


Figura 20. Tub d'assaig amb dissolució de midó i amilasa després d'afegir-li Lugol. És groga però fa una lleugera capa més fosca a la superfície.

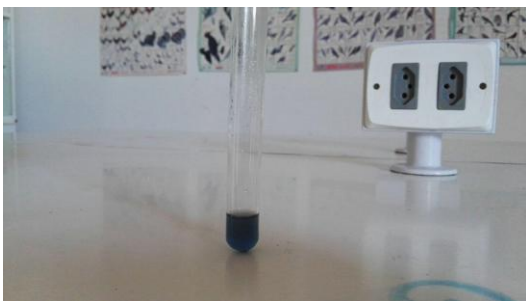


Figura 21. Tub d'assaig amb dissolució de midó i amilasa després d'afegir-li Fehling i posar-ho a escalfar. Coloració blavosa amb una part marronosa.

**CONCLUSIÓ.** Tot i que comparant els resultats de la figura 21 amb els de la figura 22 veiem que probablement al tub d'assaig amb Fehling li falta una estona de calor, fixant-nos en el del Lugol veiem que el midó està pràcticament hidrolitzat, i que per

Com afecten la temperatura i el temps a la funció de l'enzim amilasa?

---

tant als 10 minuts de reacció entre enzim substrat a 34.5°C l'amilasa encara duu a terme la seva funció amb relativa normalitat.

- 15 MINUTS:

Agafem la resta de dissolució que contenen els tubs d'assaig.

**RESULTAT.** Després d'afegir Lugol a la dissolució, aquesta ha quedat de color groc sense cap indici de presentar una coloració fosca típica del Lugol. En el cas de Fehling, queda blau amb una petita part de color taronja.



Figura 22. Dissolució de midó i amilasa a 34.5°C durant 15 minuts, en la qual el Lugol no ha pogut reconèixer midó.



Figura 23. Dissolució de midó i amilasa durant 15 minuts a 34.5°C, en la qual s'hi ha afegit Fehling i gairebé no ha reaccionat.

**CONCLUSIÓ.** Després d'ajuntar la dissolució de midó amb enzim amilasa i deixar-ho a 34.5°C, veiem que l'enzim és capaç d'hidrolitzar pràcticament tot el midó i per aquest motiu dóna negatiu a Lugol, per això queda de color groc, i gairebé negatiu del tot a



Com afecten la temperatura i el temps a la funció de l'enzim amilasa?

---

Fehling, per la qual cosa queda de color blau amb una mica de coloració taronjosa al fons del tub d'assaig. Pot ser que es degui a que no estava homogeneïtzat del tot, el midó.

- COMPARACIÓ:

Entre les proves realitzades amb la dissolucions dels tubs d'assaig a 34.5°C a 10 minuts i 15 minuts, observem que a les proves realitzades als 10 minuts contenen més midó que les de 15 ja que amb Lugol mostraven una coloració lleugerament més fosca a la superfície i amb Fehling s'ha posat marronosa una part més gran que als 15 minuts. Per tant dels 10 als 15 minuts el midó s'ha seguit hidrolitzant.

**E:**

Repetim el mateix procediment que en la pràctica A2 a 41.5°C.

- 10 MINUTS:

Agafem 1ml de la dissolució dels tubs d'assaig que estan al bany maria a 41.5°C.

**RESULTAT.** A l'afegir Lugol a la dissolució, aquesta s'ha tornat de color gris i una mica violeta i a l'afegir-li Fehling i escalfar-ho s'ha tornat d'un color groc fort.

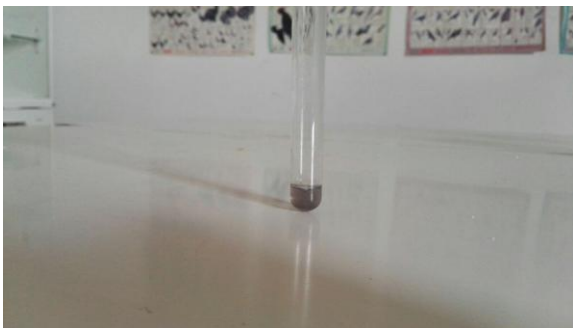


Figura 24. Dissolució de midó i amilasa a 41.5°C durant 10 minuts. Lugol ha donat positiu, per tant s'ha identificat midó.



Figura 25. Dissolució de midó i amilasa a 41.5°C durant deu minuts. Ha reaccionat amb Fehling al posar-ho a escalfar i ha donat positiu, per tant ha identificat carbonils carbonils lliures.

**CONCLUSIÓ.** Veient que totes dues proves han donat positiu però no en el seu màxim (la prova de Lugol ha donat gris enlloc de negre i la de Fehling ha donat groc enlloc de taronja), podem dir que en 10 minuts a 41.5°C el midó ha estat parcialment hidrolitzat.

- 15 MINUTS:

Agafem 1ml de la dissolució dels tubs d'assaig que estan al bany maria a 41.5°C.

**RESULTAT.** A l'afegir Lugol, la dissolució s'ha tornat de color gris i a l'afegir reactiu de Fehling i escalfar-ho, s'ha tornat d'un color taronja fosc.



Figura 26. Dissolució de midó i amilasa a 41.5°C durant 15 minuts. Presenta una coloració gris clar després d'afegir-hi unes gotes de Lugol.

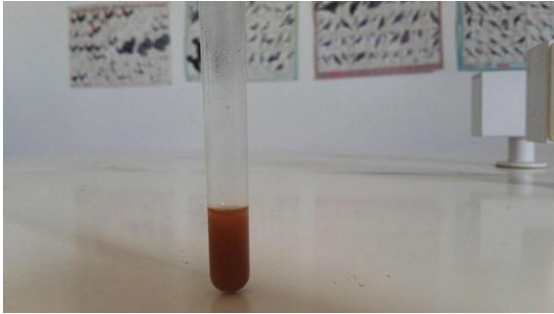


Figura 27. Dissolució de midó i amilasa a 41.5°C durant 15 minuts després d'afegir-hi reactiu de Fehling i deixar-ho escalfar. S'ha tornat d'un color taronja molt fosc.

**CONCLUSIÓ.** Com que a 41.5°C durant 15 minuts la dissolució s'ha tornat de color gris fosc amb Lugol i taronja molt fosc amb Fehling, podem determinar que a 41.5°C el midó no es pot hidrolitzar del tot. Tot i així se n'hidrolitza una gran part.

- COMPARACIÓ:

Entre les proves realitzades a 41.5°C amb una variació de 5 minuts, veiem que les de 10 minuts contenen més midó, el que es veu perquè la coloració després de Lugol és més fosca i la de després de Fehling és d'un color molt més clar que la realitzada 5 minuts més tard. Aquesta última presenta una coloració gris clar amb Lugol i taronja molt fosc amb Fehling. Per tant, el midó està més hidrolitzat als 15 minuts que als 10 minuts.

INTERPRETACIÓ GRÀFICA DELS RESULTATS:

Quan dóna positiu a Fehling és perquè el midó s'ha descomposat en glucoses, i com que tenen el carboni carbonil lliure reaccionen. Si dóna negatiu és perquè hi ha presència de midó.

Dóna positiu a Lugol davant de llargues cadenes de glucoses alfa en vegetals, és a dir, midó.

Com afecten la temperatura i el temps a la funció de l'enzim amilasa?

	Quantitat amilasa	Temperatura	Temps per a hidrolització	Positiu (+) /Negatiu (-) a Lugol	Positiu (+) /Negatiu (-) a Fehling	Presència de midó
A1	2 ml (diluïda)	37°C	15 min	+/-	+/-	Parcial
A2	3 ml	37°C	15 min	+	-	No
B	3 ml	43.5°C	15 min	-	+	Sí
C	3 ml	33.5°C	15 min	-	+	Sí
D	3 ml	34.5°C	10 min	+/-	+/-	Parcial (No)
D	3 ml	34.5°C	15 min	-	+/-	Parcial (No)
E	3 ml	41.5°C	10 min	+/-	+/-	Parcial
E	3 ml	41.5°C	15 min	+/-	+/-	Parcial

## Com afecten la temperatura i el temps a la funció de l'enzim amilasa?

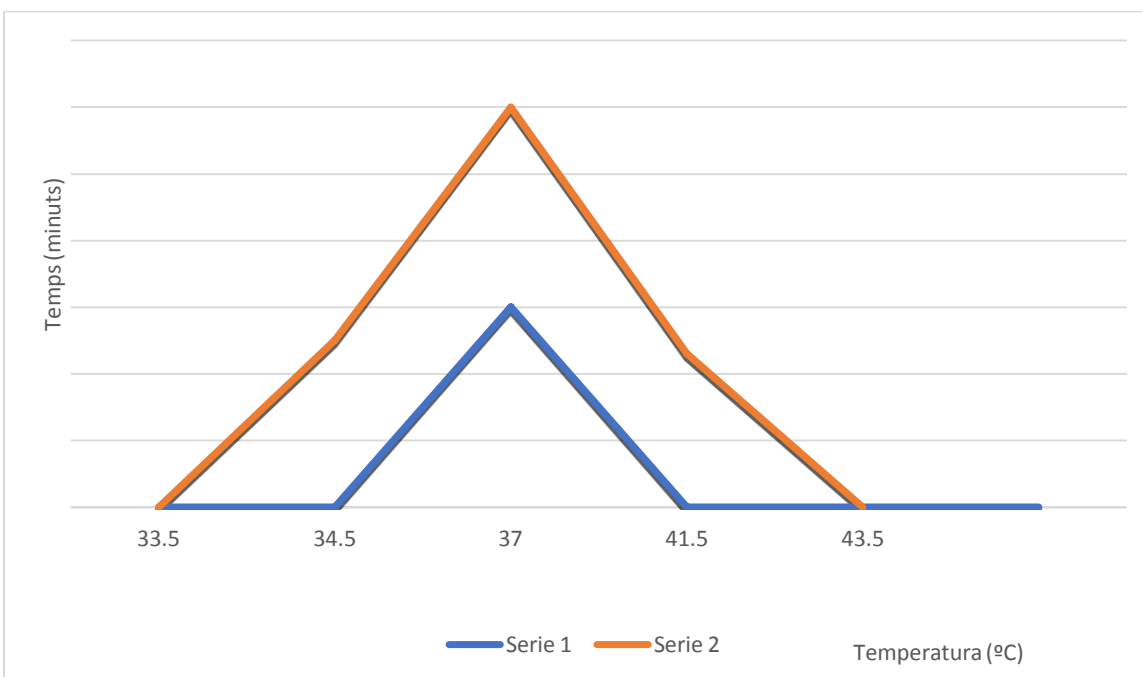


Figura 28. La gràfica representa l'activitat de l'enzim amilasa a diferents temperatures i temps per a la hidrolització. La sèrie 1 representa els resultats obtinguts en 10 minuts a la temperatura marcada i els de la sèrie 2 són els corresponents a 15 minuts.

Com que les proves realitzades amb el resultat de les dissolucions de midó i amilasa a diferents temperatures i temps d'hidrolització són qualitatives i no quantitatives, el gràfic és aproximat. A part, només comptem amb les dades que a 37°C l'amilasa presenta la seva màxima activitat enzimàtica, que a 34.5°C i a 41.5°C hi ha hidròlisi parcial (en una més que n l'altra) i que a 33.5°C i a 43.5°C no hi ha hidròlisi del midó a causa de la desnaturalització, que li impedeix dur a terme la seva funció enzimàtica. Per tant, encara que el gràfic mostri que a partir d'aquestes dues temperatures no hi ha hidròlisi, pot ser que la impossibilitat de l'enzim per a hidrolitzar es doni abans.

## **CONCLUSIÓ**

Amb la realització de la part pràctica i tots els coneixements aportats per la part teòrica, he pogut corroborar una part de la hipòtesi i desmentir-ne una altra: l'enzim amilasa no és efectiu a una temperatura de 33.5°C o per sota ni tampoc de 43.5°C o per sobre. Per altra banda, l'enzim és mitjanament efectiu a 34.5°C ja que dona negatiu a Lugol i mig positiu a Fehling. A 41.5°C l'enzim perd una part de la seva funció ja que dona mig positiu a Lugol i mig positiu a Fehling. Així doncs, a 34.5°C encara hi pot haver vida, mentre que a 41.5°C ja és més difícil perquè comença a haver-hi disfunció enzimàtica o bé els enzims duen a terme la seva funció amb més temps del que és habitual.

A part, tant a 34.5°C com a 41.5°C, l'enzim amilasa mostra més capacitat d'hidrolitzar el midó als 15 minuts que als 10 minuts.

## BIBLIOGRAFIA

Aguilar Vidal, K. (22 novembre, 2010). "Acción de la amilasa sobre el almidón". *karenaguilar06.blogspot.com.es*. Obtingut el 3 març 2017, des de <http://karenaguilar06.blogspot.com.es/2010/11/accion-de-la-amilaso-sobre-el-almidon.html>

Fundació Espanyola de l'Aparell Digestiu (FEAP) (Última modificació: 22/09/2017). "FEAP". *www.saludigestivo.es*. Obtingut el 5 març 2017, des de <http://www.saludigestivo.es/>

Contreras, R. (a La Guía) (25 juliol 2017). "Qué son los aminoácidos". *laguia2000.com*. Obtingut el 2 Ago 2017, des de <https://biologia.laguia2000.com/bioquimica/que-son-los-aminoacidos>

Lab Tests online (de l'Associació Americana per la Química Clínica) (n.d.) "Amilasa" *www.labtestsonline.es*. Obtingut el 9 abril 2017, des de <http://www.labtestsonline.es/tests/Amylase.html>

Medline Plus (de la Biblioteca Nacional de Medicina dels EE. UU.) (Pàgina actualitzada 25 setembre 2017, Tema revisat 13 desembre 2016) "Pancreatitis" *medlineplus.gov*. Obtingut el 2 febrer 2017, des de <https://medlineplus.gov/spanish/pancreatitis.htm>

wikiHow (n.d) "Cómo agregar un sitio web a la bibliografía" *wikihow.com*. Obtingut el 25 setembre 2017, des de <http://es.wikihow.com/agregar-un-sitio-web-a-la-bibliograf%C3%ADa>

Ortuño, Freddy Erland & Soto, José Roberto. (2011). *Producción de Amilasas por bacterias Halófilas de Lagunas Hipersalinas*. Bolivia: EAE Editorial Academia Española.

Jimeno, Antonio & Ballesteros, Manuel. (2009). *Biología 2 Batxillerat*. Espanya: Grup Promotor/Santillana Educación, S.L.

Com afecten la temperatura i el temps a la funció de l'enzim amilasa?

---