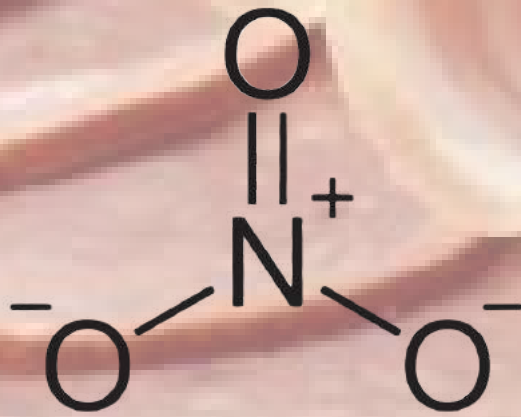


NITRATS, UN POSSIBLE VERÍ SILENCIÓS?



ESTUDI DEL CONTINGUT DE NITRATS A LES CARNS I EL SEU
POSSIBLE EFECTE CANCERIGEN ALS ORGANISMES HUMANS.



Pseudònim: Wessex
2n Batxillerat

«El dubte és el pare del descobriment.»
Ambrose Bierce

RESUM

Aquest treball és un estudi del càncer en línies generals, amb informació sobre les causes i els processos relacionats, focalitzant la recerca en una possible relació entre el càncer a l'organisme humà i el consum de carns tractades amb nitrats, aprofundint també en l'estudi dels nitrats i les seves aplicacions.

ABSTRACT

This work is a study of cancer in general, looking for information on causes and related processes, focusing research on a possible relation between cancer in the human body and the consumption of meats treated with nitrates, also delving into the study of nitrates and their applications.

ÍNDIX

1.	INTRODUCCIÓ.....	06
1.1.	Justificació del tema i dificultats.....	06
1.2.	Objectius i hipòtesi.....	08
1.3.	Metodologia i estructura del treball.....	09
2.	MARC TEÒRIC.....	10
2.1.	Càncer.....	10
2.1.1.	Càncer i símptomes.....	10
2.1.2.	Incidència del càncer a Espanya.....	13
2.1.3.	Causes de l'aparició del càncer.....	14
2.1.4.	Cicle cel·lular.....	17
2.1.5.	Etapes de formació del càncer.....	19
2.1.6.	Apoptosi.....	20
2.2.	Nitrats	21
2.2.1.	Nitrogen.....	21
2.2.2.	Ió nitrat.....	21
2.2.3.	Origen orgànic i procedència inorgànica dels nitrats.....	22
2.2.4.	Usos generals dels nitrats.....	23
2.3.	Aplicacions dels nitrats a la indústria càrnia.....	24
2.3.1.	Tractament de carn amb nitrats.....	24
2.3.2.	Nitrats a la dieta.....	25
2.3.3.	Recomanacions i límits legals de l'ús de nitrats.....	25
2.3.4.	Alternatives a l'ús dels nitrats com a conservants.....	26
2.4.	Els nitrats com a precursors de càncer.....	28
2.4.1.	Accés dels nitrats a l'organisme.....	28
2.4.2.	Nitrificació.....	28
2.4.3.	Formació de nitrosamines	29
2.4.4.	Procés metabòlic.....	29
2.4.5.	Procés d'atac a l'ADN.....	30
2.4.6.	Procés de replicació de l'ADN danyat.....	31
2.4.7.	Mutació i desenvolupament del càncer.....	33
2.4.8.	Estudis teoria.....	33

3. CARN, FONT DE PRODUCTES CANCERÍGENS?	34
3.1. Anàlisi de nitrats en carns mitjançant l'espectrofotometria	34
3.1.1. Objectiu de l'anàlisi	34
3.1.2. Procés de recollida de dades experimentals	34
3.1.3. Conclusions anàlisi	42
3.2. Enquesta consum de carn	43
3.2.1. Objectiu de l'enquesta	43
3.2.2. Anàlisi de dades obtingudes	43
4. CONCLUSIONS	47
5. DISCUSSIÓ	49
6. BIBLIOGRAFIA I BIBLIOGRAFIA ELECTRÒNICA	50
6.1. Bibliografia web	51
6.2. Bibliografia	52
7. ANNEXOS	55
7.1. Annex 1: Fonament teòric anàlisi laboratori	55
7.2. Annex 2: Procediment laboratori	57
7.3. Annex 3: Càlculs	61
7.4. Annex 4: Fulla seguretat brucina	64
7.5. Annex 5: Gràfiques enquesta	65
7.6. Annex 6: Pòster	67

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Justificació del tema i dificultats

La biologia condiona i configura un gran nombre de característiques que formen part del món que veiem al nostre dia a dia, i un petit error en els sistemes biològics que ens mantenen podria suposar seriosos problemes. Entendre com funciona la biologia ens pot ajudar a solucionar i saber el perquè d'un gran nombre de qüestions.

Dins de l'àmplia quantitat de coneixements dels quals la biologia s'encarrega, sempre m'ha semblat molt interessant un en concret, l'estudi de la cèl·lula, doncs, aquesta minúscula part que tots contenim s'encarrega de realitzar un gran nombre de funcions vitals, i sempre m'ha semblat fascinant que una unitat tan petita guiï tots processos del nostre organisme.

Recordo que el meu interès per la cèl·lula i els seus processos va començar quan vaig sentir parlar de l'ADN, em va semblar molt curiós que existís una molècula que ens predisposa a ser d'una manera en un gran nombre de característiques, i que d'alguna manera ens fa ser diferents i únics a cadascú. També, que un error en la cèl·lula pogués ser determinant per al desenvolupament d'una «catàstrofe» em va fer veure que era una molècula clau, de manera que em va fascinar “tot el poder” que aquesta molècula tenia.

Plantejar-me una hipòtesi va ser un procés bastant complicat al principi, tenint clar, però, que volia estudiar sobre alguna cosa relacionada amb les ciències naturals, específicament la biologia.

El meu objectiu inicial era realitzar la recerca sobre el càncer, malgrat ser una malaltia que ha estat molt estudiada durant els últims anys, i en la que s'ha aprofundit en el seu estudi cada cop més, coneixent a poc a poc quines són les causes i conseqüències, encara hi ha moltes línies d'investigació obertes.

El meu interès especial en el càncer és doble, per una part, per investigar els processos biològics relacionats, i per l'altra, la vivència de la malaltia en el dia a dia al meu passat.

La contaminació com a causa de processos cancerígens és una línia en la qual s'està aprofundint i investigant, la publicació d'articles científics sobre una possible relació entre la contaminació i la salut, assenyala la contaminació com una causa del càncer, i és d'aquí on la meva hipòtesi es va començar a gestar.

Per acotar el meu estudi, vaig posar-me en contacte amb diferents experts, primer vaig decidir estudiar l'efecte de les dioxines en els aliments, però davant l'escassa viabilitat per realitzar l'estudi en el termini fixat i amb els recursos disponibles, vaig descartar ràpidament les dioxines, a causa de la dificultat en poder realitzar una analítica amb els recursos a l'abast.

Després de valorar diferents opcions com els clorurs o els fenols em vaig acabar decantant pels nitrats com agent contaminant de la nostra alimentació, una molècula que encallava perfectament amb el meu estudi.

L'alimentació és imprescindible en el desenvolupament de qualsevol ésser viu, i és una font important per la qual entren moltes substàncies al nostre cos, els nitrats s'utilitzen en els aliments i s'introdueixen a la dieta de les persones, i aquest pot ser un agent contaminant, ara bé, una dieta pot estar formada per una gran varietat d'aliments. Tenint en compte que la carn és un dels aliments més abundants i consumits a la dieta mediterrània, vaig decidir que em centraria en aquest tipus d'aliment en específic i la seva relació amb els nitrats i el càncer.

1.2. Objectius i hipòtesi

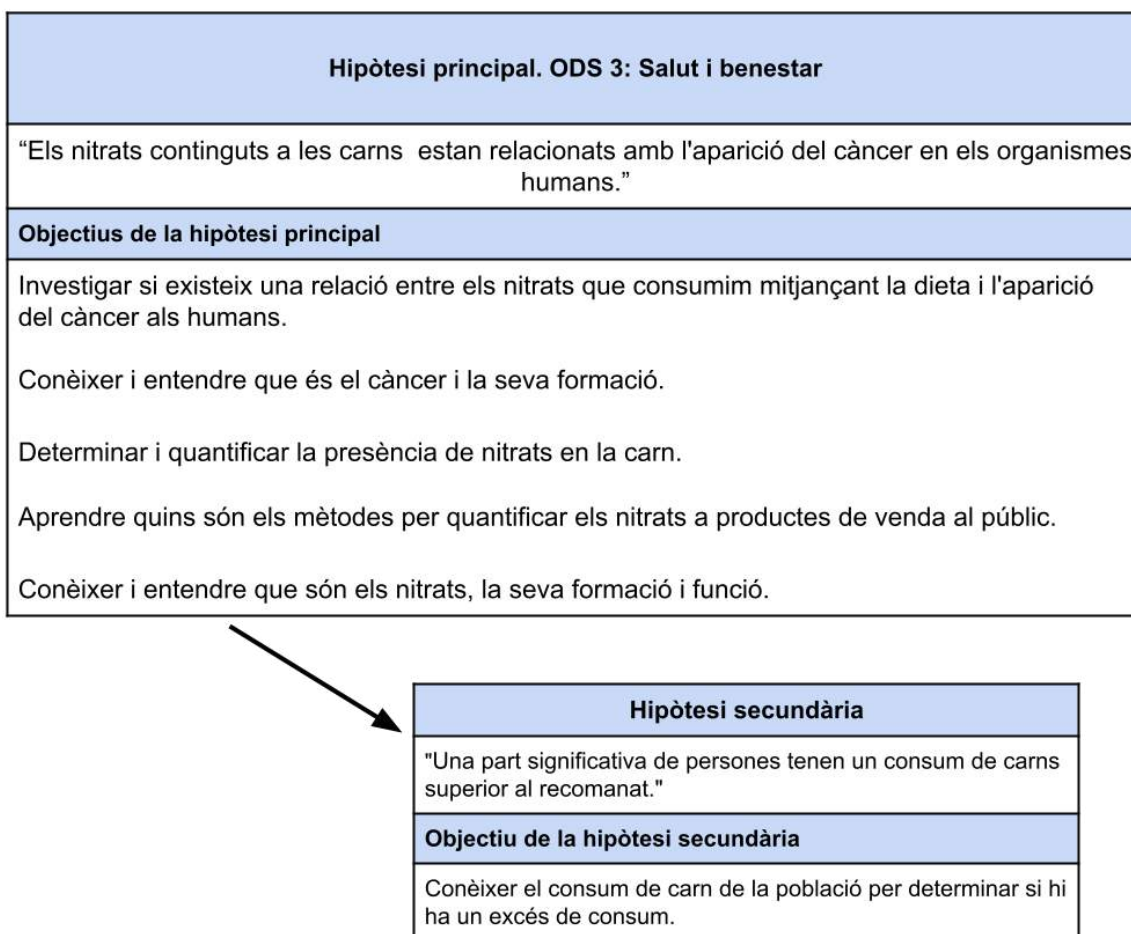


Figura 1: objectius i hipòtesi. Elaboració pròpia.

1.3. Metodologia i estructura del treball

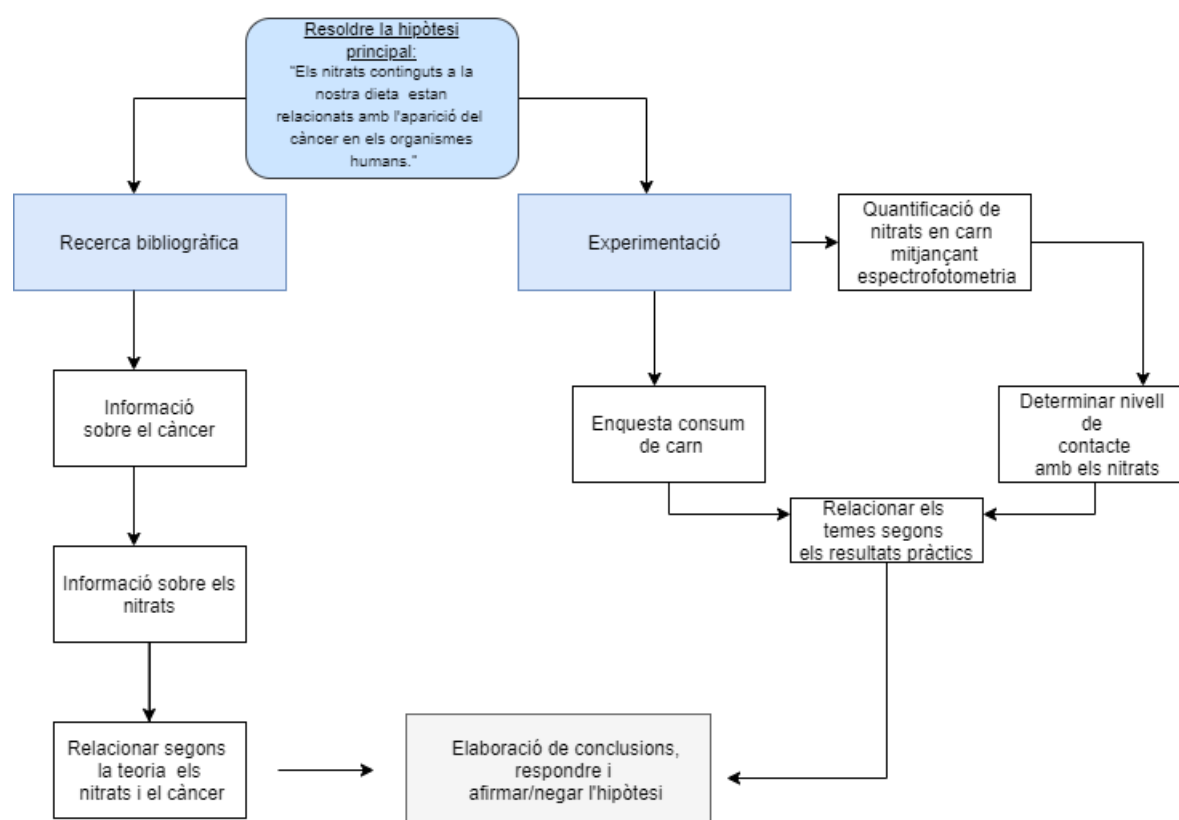


Figura 2: planificació del treball. Elaboració pròpia.

L'estudi s'ha dividit en dues parts, per una banda, una recerca bibliogràfica, en la qual s'ha recopilat informació de diferents pàgines webs, llibres, revistes, entrevistes, articles científics, entre d'altres, consolidant la base teòrica sobre el càncer i la relació dels nitrats amb la malaltia.

La segona part consisteix en una anàlisi de nitrats en diferents carns de venda al públic, mitjançant la tècnica d'espectrofotometria, i, posteriorment, una enquesta de consum i salut de la ciutadania per relacionar els hàbits de consum de carn i el càncer.

En aquesta segona part, vaig realitzar una presa de contacte amb diferents organitzacions i associacions del càncer per tal d'obtenir un major nombre de persones amb la malaltia. També em vaig posar en contacte amb una indústria càrnia per visitar un laboratori de processament de carns i control microbiològic, encara que no va ser possible fer la visita, per causes epidemiològiques del moment.

2. MARC TEÒRIC

2.1. Càncer

2.1.1. Definició càncer i símptomes

«Càncer» és una paraula que prové del grec, de “karkinos”, que significa cranc, de fet, Hipòcrates i Galè, dos grans metges de la història clàssica, el van començar a anomenar d'aquesta manera, ja que consideraven que el càncer tenia forma de cranc. ⁶

El terme càncer engloba un gran nombre de malalties caracteritzades per un desenvolupament de cèl·lules anormals, les quals creixen i s'escampen sense control per qualsevol part del cos, existeixen més de 200 tipus de càncers, cadascun, amb les seves característiques pròpies, realment, cada tipus de càncer es podria considerar independent, amb les seves causes i evolució, tot i que tots els tipus de càncers presenten una característica comuna: ³⁰

Les cèl·lules normals es divideixen i moren durant un període de temps programat, no obstant això, la cèl·lula cancerosa, també anomenada tumoral, perd la capacitat de morir i es divideix gairebé sense límit, la multiplicació exagerada del nombre de cèl·lules provocada per aquesta incapacitat de morir, arriba a formar unes masses denominades “tumors” o “neoplàsies”, que en créixer poden destruir i substituir als teixits normals, encara que alguns càncers poden no formar tumors, com succeeix, en els d'origen sanguini. ¹³

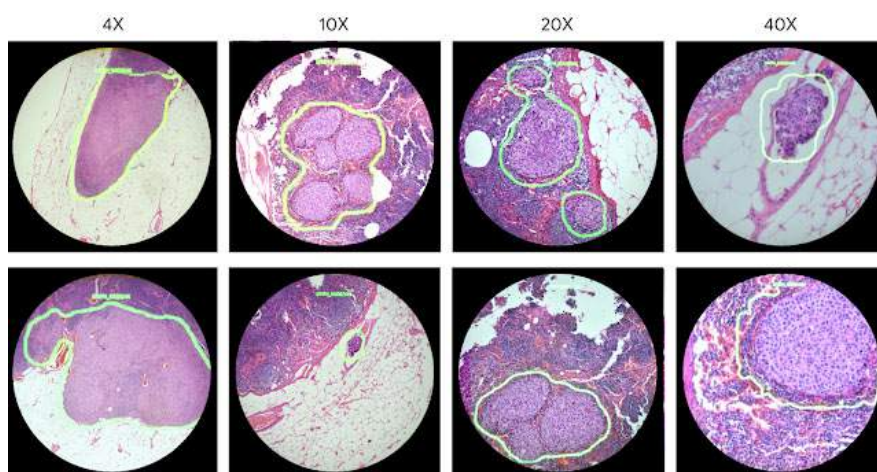
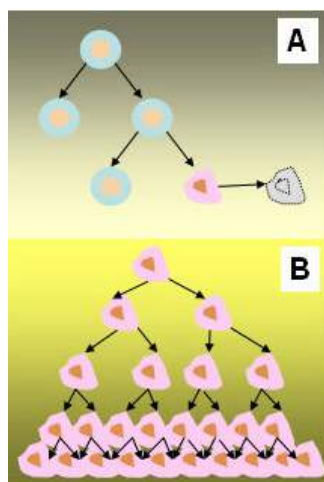


Figura 3: Càncer vist des del microscopi. Font: Fundación Le Cadó

D'altra banda, és un error dir que tots els tumors són cancerosos, hi ha tumors que creixen a un ritme lent, que no s'escampen ni envaeixen els teixits veïns, a aquests tumors se'ls anomena tumors benignes, però, un càncer correspon al creixement anormal d'un teixit que sempre és maligne. ²⁶



Les cèl·lules normals es divideixen de manera controlada, com en la imatge A.

Les cèl·lules canceroses desenvolupen mutacions que no són reparades i perden la capacitat per a morir, com en la figura B.

Figura 4: Creixement de cèl·lules. Font: American Cancer Society

Com a totes les malalties, el càncer suposa una sèrie de símptomes per a qui ho pateix, que ens ajuden a saber que hi ha un problema i a combatre'l millor, perquè el tractament funciona millor quan el càncer es detecta d'hora, els símptomes poden variar bastant entre un tipus i un altre, hi ha un gran nombre de tipus de càncers.

Símtomes comuns en tots els càncers	
Dolors en zones relacionades a la del càncer	Febre
Debilitat muscular	Pèrdua de pes aparentment inexplicable
Cansament extrem	Augment de contagi de malalties infeccioses

Taula 1: Símtomes comuns del càncer. Font: Institut Nacional del Càncer

Síntomes en els càncers de pell	
Hiperpigmentació a la pell	Creixement excessiu del vell
Pruïja	Icterícia
Eritema	Llagues que no cicatritzen

Taula 2: Síntomes càncers de pell. Font: Institut Nacional del Càncer

Síntomes d'altres càncers	
Tipus de Càncer	Síntoma
Càncer de còlon, bufeta i pròstata	Canvis en els hàbits d'evacuació i bufeta
Càncer oral	Llagues que no cicatritzen
Càncer de boca	Taques blanques a la llengua o a l'interior de la boca
Càncer de pulmó, còlon, recte, endometri, uterí, mama, bufeta i ronyó	Sagnats inusuals
Càncer de mama i testicles	Enduriment o massa en alguna part del cos
Càncer d'estómac, faringe i esòfag	Dificultat per tragar
Melanoma	Canvis recents en una berruga
Càncer de pulmó, laringe i glàndula tiroides	Tos persistent

Taula 3: Síntomes de càncers que no pertanyen al càncer de pell. Font: Institut Nacional del Càncer

2.1.2. Incidència del càncer a Espanya

A l'hora de parlar del càncer, és important conèixer la magnitud a la qual arriba el conjunt de malalties del que estem parlant, sobretot, per tal de veure si els avanços mèdics que es van produint al llarg del temps ajuden a millorar les xifres.

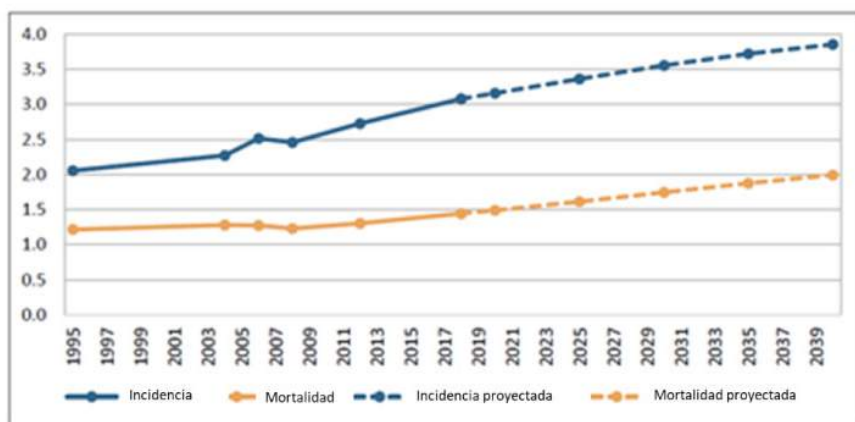


Figura 5: Incidència i mortalitat de cada càncer a Espanya. Font: SEOM

Tal com s'observa, els casos de càncer a Espanya han estat augmentant al llarg del temps, tot i que la mortalitat per càncer s'ha reduït en els últims anys en un 1,3 %, segons l'informe «Les xifres del càncer a Espanya», realitzat per la Societat Espanyola d'Oncologia Mèdica (SEOM), el nombre de nous diagnòstics de càncer, tant a escala nacional com a escala mundial han augmentat, de fet, a escala mundial es confirma una tendència a l'alça; dels 14 milions de casos estimats en el món en 2012, van ascendir a 18,1 milions en 2018.

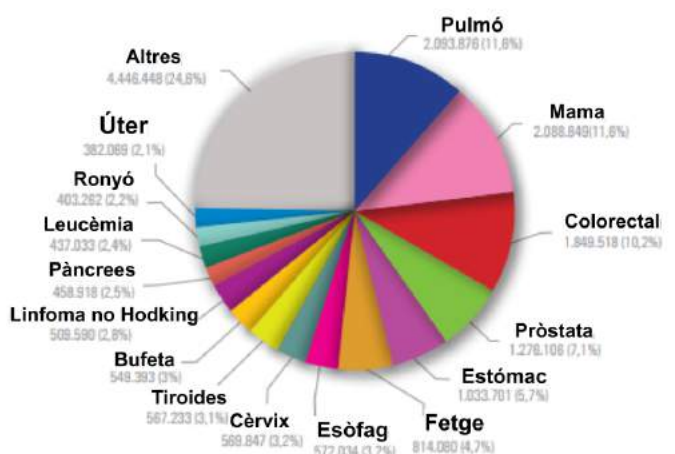


Figura 6: Càncers més comuns a Espanya. Font: SEOM

A més, entre els càncers més comuns es troba el càncer de pulmó, les causes del qual han estat demostrades que depenen en gran manera dels hàbits personals, de fet, es calcula que continuaran augmentant en les pròximes dècades, si seguim amb l'anomenat «estil de vida occidental», acostant-se a la xifra de 30 milions cap a l'any 2040.

2.1.3. Causes de l'aparició del càncer

El càncer és una malaltia multifactorial, és a dir, és una malaltia causada per la combinació de diferents gens i en la que també influeixen alguns factors ambientals de manera considerable. ²

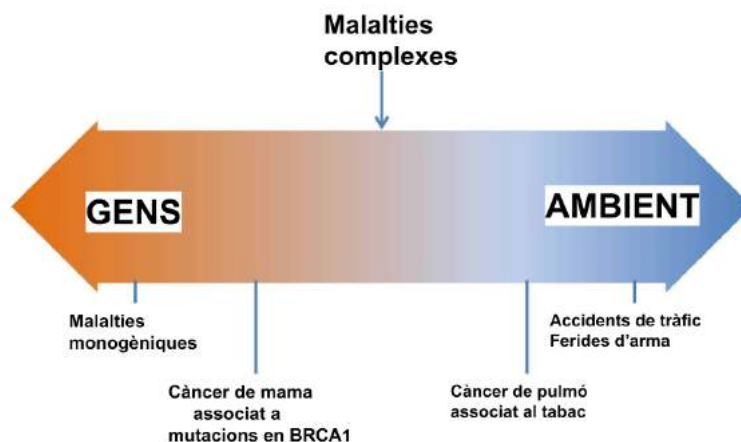


Figura 7: Causes del càncer. Font: Genotipia

Per tant, a l'hora de parlar de possibles causes d'aparició del càncer les dividim en dos grups: ¹⁵

- **Factors de risc ambiental i comportament:**

- ❖ Tabac → Les persones que consumeixen tabac o que estan al voltant del fum del tabac de manera regular tenen un major risc de càncer, això és a causa del fet que els productes de tabac i el fum que aquest segrega contenen molts compostos químics que poden danyar el nostre ADN.
- ❖ Radiació → La radiació d'unes longituds d'ona determinades, anomenada radiació ionitzant, es caracteritza per tenir una alta energia, la suficient per a danyar l'ADN i causar-nos càncer. Per exemple: radó, raigs X, raigs gamma.
- ❖ Obesitat → La gent que pateix obesitat pot tenir un risc major de patir diversos tipus de càncer, en canvi, mantenir una dieta saludable i tenir activitat física pot reduir el risc d'alguns càncers.

- ❖ Radiació UV → L'exposició a la radiació UV causa un envelliment prematur de la pell i com a conseqüència danys que poden acabar formant càncer de pell al futur.
- ❖ Infeccions → Alguns virus poden interrompre els senyals que controlen normalment el creixement o la proliferació de les cèl·lules, també, algunes infeccions debiliten el sistema immunitari, la qual cosa fa que el cos tingui menys capacitat per a combatre altres infeccions que poden causar el càncer. Per exemple: VIH, virus Epstein-Barr, entre d'altres...
- ❖ Edat → Una edat avançada és el factor de risc més important de càncer en general, doncs, el pas del temps provoca envelliment cel·lular que al seu temps provoca una acumulació d'errors genètics.
- ❖ Alcohol → El consum d'alcohol, una substància que té la capacitat de danyar el nostre fetge, pot augmentar el risc de càncer de boca, gola, esòfag, laringe o fetge. De fet, com més es begui, major serà el seu risc, si es combina el consum d'alcohol amb el de tabac, l'efecte d'aquest quedarà potenciat per l'alcohol.

- **Factors genètics:**

El càncer és una malaltia genètica, això vol dir que el càncer és causat per canvis en els gens, els quals controlen la forma en la qual funcionen les nostres cèl·lules, sobretot en com creixen i es divideixen.

Aquests canvis poden heretar-se dels nostres pares si són presents en les cèl·lules germinatives, que són les cèl·lules reproductores (òvuls i espermatozous), adquirir-se durant la vida d'una persona com a resultat d'errors en l'ADN que succeeixen en dividir-se les cèl·lules, o per alguns dels factors ambientals explicats anteriorment.

Els gens porten les instruccions per a produir proteïnes, les quals fan gran part del treball en les nostres cèl·lules.

Uns certs canvis genètics poden causar que les cèl·lules no passin correctament els controls normals de creixement que el nostre organisme regula i es facin canceroses, per exemple, alguns canvis genètics que causen càncer augmenten la producció d'una proteïna que fa que creixin les cèl·lules, altres intervenen en la producció de la forma desfigurada d'una proteïna, i per tant no funcional, les mutacions genètiques heretades dels pares tenen una funció principal en gairebé 5 a 10 % de tots els càncers. ¹²

S'han associat mutacions en gens específics amb més de 50 síndromes hereditàries de càncer, són malalties que poden predisposar a les persones a patir uns certs càncers, per exemple, el gen mutat més comú en tots els càncers és el TP53, el qual produeix una proteïna que inhibeix el creixement dels tumors. A més, les mutacions de l'estirp germinal en aquest gen poden causar la síndrome de «Li-Fraumeni», una malaltia heretada molt poc comuna que causa un major risc de patir uns certs càncers. ¹⁸

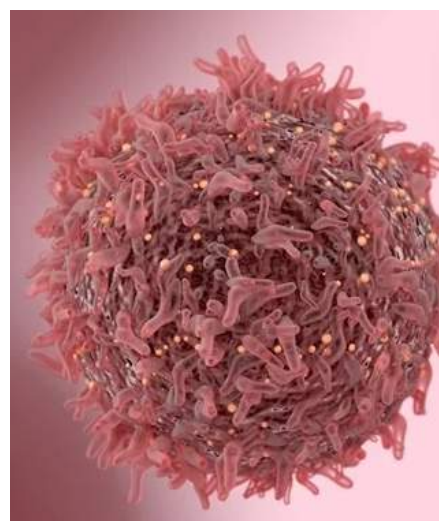


Figura 8: Proteïna P53. Font: News Medical Life

Hi ha dos tipus de gens que són fonamentals en el desenvolupament del càncer, per una banda, trobem els protooncogens, que s'encarreguen de codificar proteïnes que estimulen el creixement i la divisió cel·lular, aquests gens són especialment importants durant el desenvolupament embrionari, el problema arriba quan a causa d'unes mutacions els protooncogens es transformen en oncogens, aquests són gens exactament iguals que els protooncogens amb l'única diferència que aquests actuen de manera hiperactiva, provocant així una proliferació exagerada de cèl·lules.

Per una altra banda trobem els gens supressors, que a diferència dels protooncogens, codifiquen proteïnes per a inhibir el creixement cel·lular. ³¹

2.1.4. Cicle cel·lular

El cicle cel·lular és el conjunt de processos mitjançant els quals les cèl·lules es desenvolupen i dupliquen, donant lloc a noves cèl·lules, totes les cèl·lules passen per aquest cicle i juga un paper important en la formació de cèl·lules canceroses, doncs, com ja s'ha comentat anteriorment, el càncer és una malaltia de divisió cel·lular incontrolada, de fet, el seu desenvolupament i progressió solen estar vinculats a una sèrie de canvis en l'activitat de les substàncies que s'encarreguen de regular el cicle cel·lular.

Durant el cicle cel·lular, les cèl·lules han de passar per diferents punts de control, un punt de control és una etapa en el cicle en la qual la cèl·lula examina els senyals interns i externs, i “decideix” si continuar amb la divisió o no. ⁵

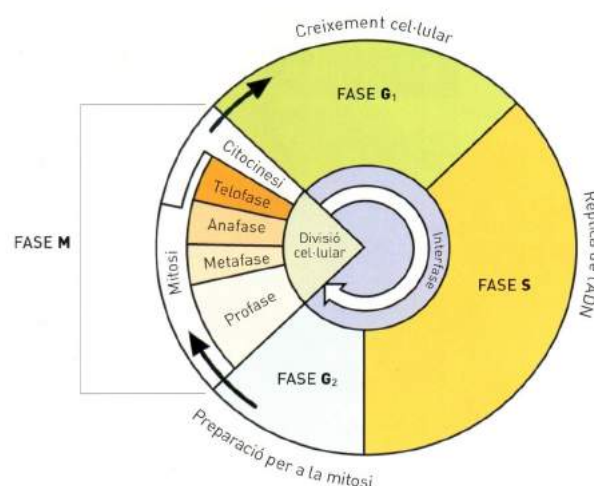


Figura 9: Cicle cel·lular. Font: Gran enciclopèdia catalana

El cicle cel·lular consta de dues etapes: ¹⁶

1. **Interfase:** període en el qual no es produeix cap divisió, hi ha una intensa activitat bioquímica i es duplica l'ADN de la cèl·lula, sense modificacions de l'estructura, suposa el 90 % del cicle cel·lular, inclou les següents fases:
 - Fase G1: Etapa de creixement cel·lular citoplasmàtic, es dupliquen els centríols i es realitzen els processos de traducció i transcripció d'ARN, es produeix al final de la divisió anterior.
 - Etapa S: es duplica l'ADN
 - Etapa G2: Tot l'ADN ja s'ha duplicat, es condensa la cromatina i es fan visibles els cromosomes, dona lloc a l'inici de la divisió.

2. **Divisió o fase M:** fase en la qual es reparteix el material genètic dels cromosomes cap a les cèl·lules filles. Consta de dues etapes:

- Mitosi: es produeix la divisió del nucli i la separació del material genètic, aquesta etapa consta a la vegada d'unes altres quatre: profase, prometafase, metafase, anafase i telofase.
- Citocinesi: és l'última fase de la divisió cel·lular, es divideix el citoplasma i se separen les dues cèl·lules filles.

És important saber perquè ocorre cadascuna de les transicions del cicle cel·lular; saber quins són els senyals que considera una cèl·lula quan decideix si passa pels punts de control comentats anteriorment.

Hi ha una sèrie de substàncies reguladores del cicle que s'encarreguen d'activar alguns processos, com el de replicació d'ADN, entre aquestes substàncies reguladores es destaquen dues proteïnes que tenen un paper bàsic en el control del cicle cel·lular per tal d'evitar que s'arrossequin errors en el procés, aquestes dues proteïnes s'anomenen ciclines i quinases, que fan ús d'un enzim anomenat «CDK» per a unir-se. ¹¹

Les CDK actuen d'una manera o una altra en relació amb els senyals que la cèl·lula rep, i només s'activaran si la mida de la cèl·lula és adient i si s'ha realitzat una correcta duplicació d'ADN.

Processos de control:

- De G1 a S: la ciclina s'uneix amb l'enzim CDK, iniciant la duplicació d'ADN, després de la fase S, la ciclina es degrada i les CDK continuen en el cicle.
- De G2 a M: la cèl·lula ja està preparada per a dividir-se, una ciclina s'uneix amb el CDK. Aquest complex fa possible que s'iniciï la mitosi, i un cop iniciada es destrueix la ciclina i la cèl·lula es divideix.

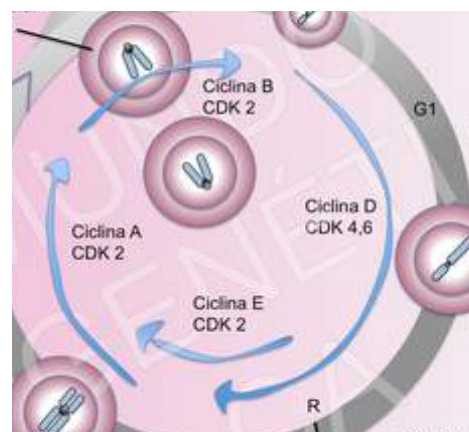


Figura 10: Control cicle cel·lular Font: Mundo Genética

2.1.5. Etapes de formació del càncer

Un cop una cèl·lula del nostre organisme ha mutat a conseqüència d'algun dels factors explicats en altres punts d'aquest estudi, hi ha un procés que inclou una sèrie de fases fins a arribar a formar el càncer final, aquestes fases són:

Hiperplàsia: La cèl·lula mutada es divideix de manera descontrolada, provocant un excés de cèl·lules en una regió del teixit determinada, les cèl·lules tenen una aparença normal, però comença a haver-hi una massa d'aquestes.

Displàsia: Canvis genètics addicionals en les cèl·lules, porten a un creixement continu, però anormal, les cèl·lules i el teixit ja no es veuen normals, poden desorganitzar-se.

Càncer in situ: Canvis que fan que les cèl·lules i els teixits aparentment semblin anormals, les cèl·lules ara s'escampen sobre una àrea més gran i la regió del teixit involucrat conté principalment cèl·lules alterades, les cèl·lules sovint "retrocedeixen" o es tornen primitives en les seves capacitats, és a dir, ja no fan la seva funció, les cèl·lules es queden en la localització inicial i encara no creuen la làmina basal per a envair a altres teixits, els càncers d'aquest tipus sovint són del tot curables per cirurgia, ja que totes les cèl·lules anormals estan en una sola ubicació, doncs, els tumors d'aquest tipus encara no envaeixen teixits veïns.

Metàstasi: Les cèl·lules canceroses se separen del lloc on es van formar d'entrada (càncer primari), es desplacen per mitjà del sistema vascular o limfàtic, i formen nous tumors (tumors metastàtics) en altres parts del cos.

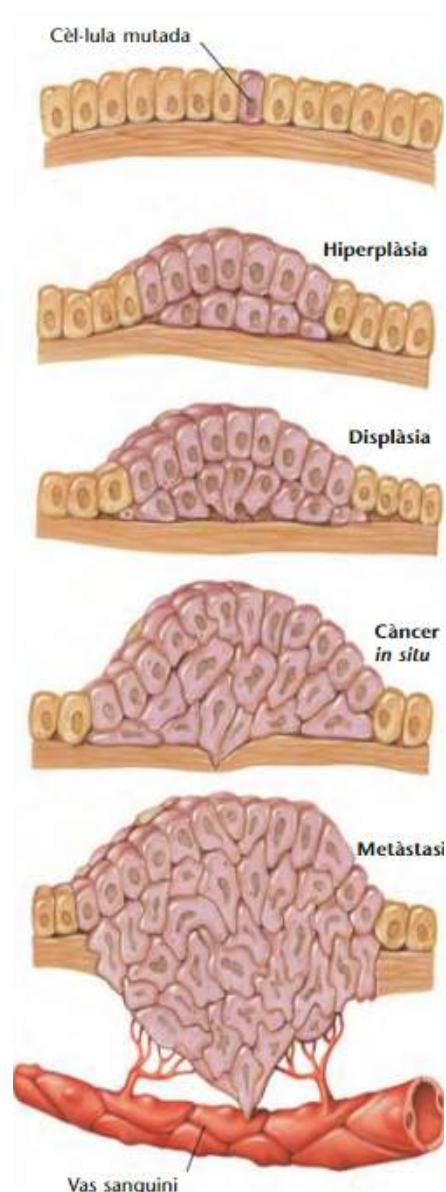


Figura 11: Desenvolupament càncer.

Font: Cuello, J.

2.1.6. Apoptosi

L'apoptosi és un tipus de mort cel·lular programada a partir d'una sèrie de processos moleculars en la cèl·lula, és un procés molt important, ja que aquest és un mètode que el cos utilitza per a desfer-se de cèl·lules innecessàries o anormals que podrien suposar problemes per a l'organisme, juga un paper important en la prevenció del càncer, si per alguna raó s'evita l'apoptosi, es pot donar lloc a una divisió cel·lular incontrolada i, per conseqüència, el creixement d'un tumor. Les seves fases són: ⁷

Fragmentació de l'ADN i ruptura de proteïnes per les caspases: Quan s'inicia el procés d'apoptosi, s'activen les caspases, unes proteïnes amb activitat enzimàtica que generalment catalitzen la ruptura d'altres proteïnes, contenen una cisteïna en el seu centre actiu i produeixen talls en proteïnes, just darrere de l'aminoàcid «Asp», també es condensa el nucli i es fragmenta l'ADN en 200 parells de bases, existeixen dues rutes principals d'activació de l'apoptosi, una que s'inicia en la membrana, que en unir-se a determinades proteïnes extracel·lulars es desencadena l'activació de les caspases, i l'altra via s'inicia en resposta al dany cel·lular causat per radiació o determinats compostos tòxics.

Paper del mitocondri en l'apoptosi: Els mitocondris alliberen al citosol proteïnes que participen en el procés, una d'aquestes proteïnes és el citocrom C, que una vegada en el citosol produeix l'activació d'algunes caspases, l'alliberament de proteïnes del mitocondri va acompanyada de la pèrdua de la seva funció com a orgànul generador d'energia, ja que s'afecta el procés de transport electrònic.

Fagocitosi de les cèl·lules apoptòtiques: En les cèl·lules apoptòtiques es produeixen canvis en la distribució de lípids de la membrana plasmàtica, un fosfolípid normalment present només en la cara interna de la bicapa lipídica es desplaça a la cara externa, la fosfatidilserina en la superfície cel·lular actua com a senyal perquè la cèl·lula apoptòtica sigui reconeguda i eliminada pels fagòcits. ⁵

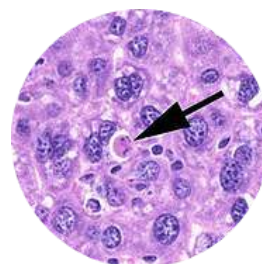


Figura 12: cèl·lula en apoptosi.

Font:NHGRI

2.2. Nitrats

2.2.1. Nitrogen

El nitrogen és un element no-metàl·lic, i com la resta dels no-metalls, és un dolent conductor de l'electricitat i de la calor, d'altra banda, les seves propietats químiques són molt diverses, en la taula periòdica es representa amb el símbol N i es troba en el grup 15, període 2, el seu nombre atòmic és 7, la qual cosa significa que en cadascun dels àtoms de nitrogen hi ha 7 protons.

La major part de l'atmosfera de la Terra (78 %) és nitrogen atmosfèric (N₂), la qual cosa la converteix en la font més gran de nitrogen, no obstant això, el nitrogen atmosfèric té una disponibilitat limitada per a ús biològic, la qual cosa condueix a una escassetat de nitrogen utilitzable en molts tipus d'ecosistemes.

El nitrogen es converteix en múltiples formes químiques a mesura que circula entre l'atmosfera, als ecosistemes terrestres i marins, aquesta conversió de nitrogen es pot dur a terme mitjançant processos tant biològics com físics, i és molt important pel desenvolupament de la molècula en la qual es basa aquest estudi; l'ió nitrat. ⁸

2.2.2. Ió nitrat

En química inorgànica s'anomena nitrat a l'ió que deriva de la descomposició de l'àcid nítric, està format per un àtom de nitrogen i tres d'oxigen (NO₃-), el radical nitrat -NO₃ té un electró sense parella, cosa que el fa molt reactiu, sobretot en l'atmosfera, va ser la primera espècie radicalària detectada fotoquímicament i amb l'entrada del segle xx, es va fer més evident la importància d'aquesta espècie en diferents reaccions en l'estratosfera i troposfera de la Terra, en química orgànica s'anomenen nitrats als èsters de l'àcid nítric i diversos alcohols, però no seran l'objecte d'estudi del meu treball. ¹¹

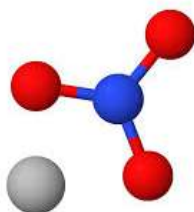


Figura 13: Representació gràfica de l'ió nitrat. Font: Wikipedia.

2.2.3. Origen orgànic i procedència inorgànica dels nitrats

Els nitrats inorgànics són molècules que es formen en la naturalesa per la descomposició d'aquells compostos que contenen algun àtom de nitrogen en la seva composició, com les proteïnes; la urea, etc. És a dir, de manera espontània, o provocada per algun agent extern, a partir d'una substància composta nitrogenada s'originen dues o més substàncies d'estructura química més simple.

Per tant, en aquesta descomposició es forma una altra molècula anomenada amoníac o amoni.

Si en algun moment aquesta molècula es troba en presència d'oxigen, la molècula s'oxida convertint-se en àcid nítric, per últim, l'àcid nítric pot reaccionar amb qualsevol base (generalment carbonats) que hi ha en el medi, formant el nitrat corresponent, el procés d'oxidació es produeix per microorganismes, com el bacteri nitrobàcter.

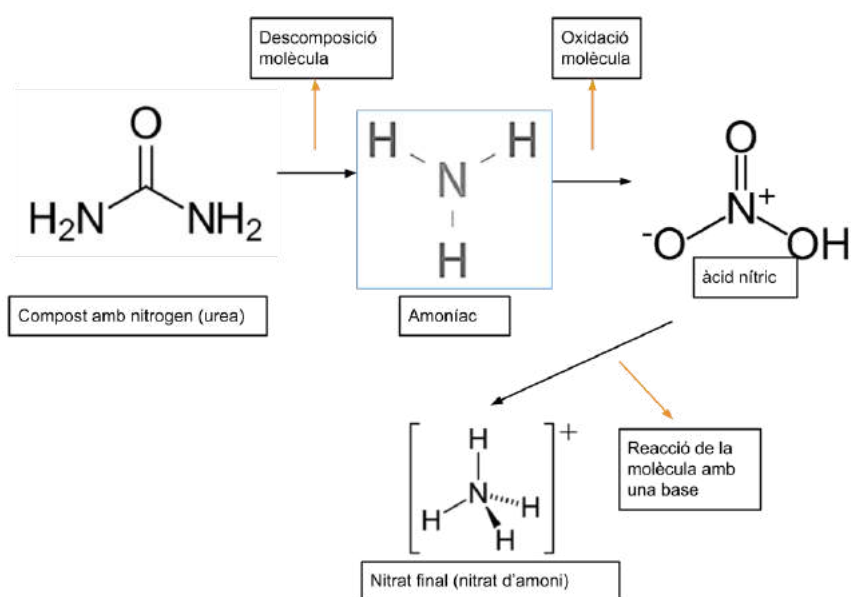


Figura 14: formació nitrat. Font: Wikipedia

Per tant, no només podem trobar nitrats a alguns productes comentats anteriorment com aliments o pesticides, sinó, que de manera natural podem trobar nitrats en roques ígnies i roques volcàniques, al sòl, a l'aire, o a l'aigua. ²⁰

2.2.4. Usos dels nitrats

Classificació dels nitrats segons el seu ús	
Tipus de nitrat	Usos
Nitrat de Sodi	S'utilitza com a conservant en aliments, per a realitzar esmalts, fertilitzants, explosius, combustibles, s'utilitza en la pirotècnia, es fon en mescles amb carbonat per l'obtenció del crom, és una matèria primera per a la pólvora negra.
Nitrats de Potassi	Es fa servir en la fabricació d'explosius, llumins, fertilitzants, pirotècnics, vidres, combustible de coets i com additiu en aliments.
Nitrat de Calci	S'empra en fertilitzants, explosius, pirotècnia i com additiu en aliments.
Nitrat d'amoni	El nitrat d'amoni s'utilitza sobretot com a fertilitzant pel seu bon contingut en nitrogen
Nitrat d'argent	S'utilitza com a antisèptic i desinfectant per a eliminar berrugues, també per tractar lesions inflades vermelloses, aftes bucals i refrescar úlceres.
Nitrat de Liti	S'usa com a reactiu de laboratori, bescanviador de calor, i en combustible de coets, pirotècnia i ceràmica.

Taula 4: usos dels nitrats. Font: <https://acortar.link/EM2f0v>

2.3. Aplicacions dels nitrats a la indústria càrnia

2.3.1. Tractament carn amb nitrats

Es denomina curat de carns al procés utilitzat per a donar gust i modificar la composició de la carn amb la finalitat de millorar la seva textura o durada, és el pas previ dels aliments abans que el procés de fumat s'iniciï, les sals utilitzades per al curat són sals nitrades i sals nítriques.

Originalment s'empraven aquestes molècules sobretot per a conservar, conjuntament amb el fumat i l'asseccament eren importants mètodes de conservació en èpoques en què el refrigerat i el congelat, per falta de mitjans tècnics, exercien el seu paper sols en els mesos d'hivern.

Durant el procés de curat també s'agrega sal comuna per a proporcionar sabor al producte, àcid ascòrbic per accelerar la coloració a causa del seu efecte reductor, sucre (sacarosa o fructosa) per contrarestar a la sal i millorar la fermentació en estimular el creixement de bacteris acidòfils; un tipus de bacteris per a baixar el pH, i per últim, polifosfats, que milloren la capacitat de retenció d'aigua, aroma i color.

La proporció de nitrits acostuma a ser del 0,4 a 0,5 % i la de nitrats de l'1 % en relació amb la sal, el nitrat aporta oxigen als microorganismes que el redueixen a nitrit, amb un pH baix, reacciona amb la mioglobina (pigment proteic de la carn) que és oxidada a metamioglobina i òxid nítric (NO) per a formar una molècula anomenada nitrosomioglobina en el producte cru, que en escalfar-se es transforma en nitrosohemocromògen (vermell curat), els possibles procediments per a dur a terme aquest procés són: per fregament (en sec), per injecció, intramuscular i intravascular.

2.3.2. Nitrats a la dieta

Els nitrats són utilitzats en el processament d'aliments com a additius alimentaris en carns vermelles i processades (coneguts com a E-251 i E-252) per a prevenir el creixement bacterià (en particular per a prevenir el botulisme), són subministrats segons uns nivells que l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA) considera segurs, segons recents estudis duts a terme, també són presents de manera natural en els vegetals.

La principal via d'exposició de la població humana a nitrats és per consum directe aliments i aigua de beguda amb altes concentracions de nitrats.

Realment, els nitrats poden tenir un efecte positiu protector en l'estómac i antimicrobià en els patògens de l'intestí, reduint el risc d'úlceres i altres problemes gàstrics, però si la quantitat de nitrats present en els aliments o aigua és elevada, part d'aquests podrien convertir-se en metabòlits perjudicials per a l'ésser humà (nitrits o nitrosamines) per reducció bacteriana durant el processament. ²⁴

2.3.3. Recomanacions i límits legals de l'ús de nitrats

A escala internacional, tant el Comitè Mixt D'experts Sobre Additius Alimentaris (JECFA) com l'EFSA han avaluat el risc del consum de nitrats per a la salut humana, establint un mateix valor de referència toxicològic; Ingesta Diària Admissible (IDA) de 3,7 mg/kg, i establint el màxim permès per a carns processades de venda al públic, el qual segons consta al reglament n.o 1129/11 de la decisió de la UE és de 50 a 500 mg/kg. ³

Antocianines: Les antocianines són pigments responsables de la coloració vermella i violeta de moltes fruites i vegetals, el contingut total d'antocianina varia entre plantes i aquest va de 20 mg / 100 g, són estables a pH àcid i inestables a variacions de temperatura, aquestes es condensen amb si mateixes i amb compostos orgànics (copigmentació), formen complexos de bilis amb proteïnes, tanins i polisacàrids, la formació d'aquests complexos tendeix a ser més estables durant l'emmagatzematge i processat, aquesta associació incrementa el seu ús com a additiu colorant alimentari, també s'ha observat que retarda l'oxidació dels lípids continguts en aliments que contenen una gran quantitat de greixos com les salsitxes de porc.

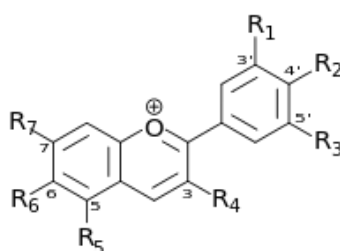


Figura 17: molècula antocianina Font: UBU scientia

Betaïnes: Les betaïnes es troben a l'arrel de la remolatxa vermella i són un bon recurs de pigments vermells, el seu ús s'ha incrementat de manera notable sobre la pigmentació dels aliments, el color i la termoestabilitat de les solucions de betaïnes és influenciat pel pH, per la qual cosa el seu color és més estable a pH àcid i aquest oscil·la entre 4,0 i 6,0 que és un rang de pH favorable en els productes de carn, en proves realitzades amb l'ús de pols de betabel (600 mg de betaïna / kg de salsitxa) donen una coloració més estable durant l'emmagatzematge a les salsitxes en comparació amb les que contenen nitrits i nitrats. ²⁰

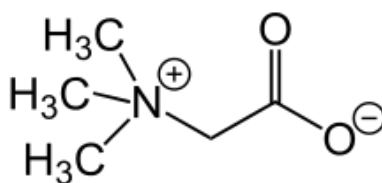


Figura 18: molècula betaïna. Font: Hmong

2.4. Els nitrats precursors del càncer

2.4.1. Accés dels nitrats a l'organisme

Com he comentat anteriorment, els nitrats poden accedir al nostre organisme mitjançant la nostra dieta, i, encara que poden accedir d'alguna altra forma, les següents explicacions sobre el procés en què es podria desenvolupar càncer a partir dels nitrats es basa en aquells nitrats que provenen de productes carnis, deixant clar, però, que perquè s'esdevingui el procés sencer cal que l'organisme en qüestió estigui en unes condicions específiques, que encara que en una baixa probabilitat es trobarà, podria ser possible.

2.4.2. Nitrificació

Els nitrats en un medi alimentari acostumen a ser molt estables químicament en un alt rang de pH, però poden ser reduïts a nitrits, quan els nitrats entren al nostre organisme en forma d'additius a les carns, es produeix una reacció de reducció en aquests (generalment en la saliva i el tracte gastrointestinal), deixant com a producte els nitrits, aquest procés és a causa de l'acció de les nitrato-reductases, d'origen microbià, doncs, de forma natural la carn conté alguns organismes com els enterobacteris o micrococs que tenen la capacitat de produir aquest enzim, el qual s'encarrega de catalitzar aquesta reacció, requereix dos electrons que són subministrats *in vivo* per un coenzim anomenat NADH, la funció del qual és actuar com intermediari metabòlic i participar en reaccions que impliquen la transferència de grups funcionals, és un procés lent, que requereix un elevat pH pels bacteris, és comú que després de formar-se els nitrits es generi òxid nítric mitjançant una altra reacció.

10

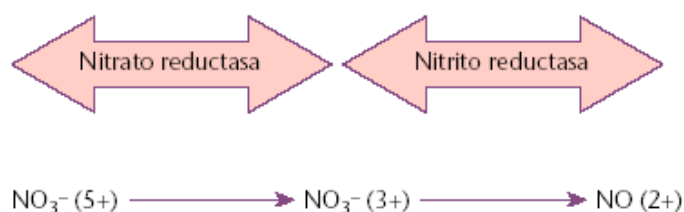


Figura 19: reacció de nitrificació. Font: Elsevier

Els nitrats també es poden reduir a nitrits en contacte amb alguns metalls, per exemple, en el cas d'utilitzar utensilis de cuina d'alumini en la preparació de menjars.

2.4.3. Formació de nitrosamines

Les nitrosamines són compostos orgànics que es poden formar al nostre organisme a partir dels nitrits (formació endògena de nitrosamines), i, encara que les nitrosamines es troben en quantitats molt baixes en alguns aliments (formació exògena de nitrosamines) com carns o peixos, la concentració d'aquesta molècula al nostre organisme pot augmentar si els nitrits es transformen en aquestes, entre tots els tipus que podem trobar, aquests són les més comunes:

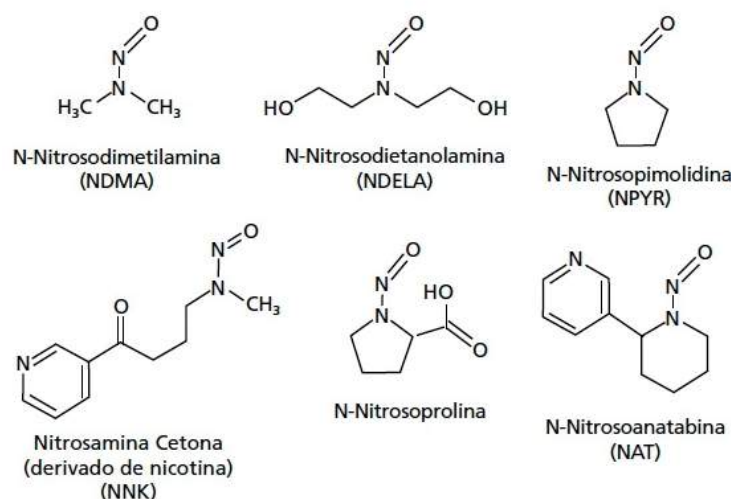


Figura 20: nitrosamines més comunes. Font: AGS analítica

Els nitrits, en estar en solució àcida (el pH òptim d'aquesta reacció és de 3,0 a 3,5) poden reaccionar i originar algunes molècules com: N_2O_3 , N_2O_4 , NO^+ o H_2ONO^+ aquestes tenen una gran probabilitat de formar compostos N-nitrosats, per això, és necessària l'acció de l'àcid nítric sobre un grup adequat que presenti un nitrogen secundari, si aquest grup és una amina, el resultat d'aquesta reacció serà una N-nitrosamina. ¹

2.4.4. Procés metabòlic

Pel fet que per a la formació de nitrosamines es necessita un pH baix, aquestes només poden formar-se majoritàriament al nostre estómac, ja que l'àcid gàstric provoca un baix pH, però les N-nitrosamines no provoquen cap canvi en l'organisme de manera directa, sinó que necessiten l'activació mitjançant uns enzims microsomals, on són transformades utilitzant metabòlits actius, i és per això que l'efecte de les N-nitrosamines pot quedar relativament lluny de la cèl·lula diana on van arribar. ²⁵

2.4.5. Procés d'atac a l'ADN

La principal lesió a l'ADN induïda per les N-nitrosamines és el dany d'alquilació, aquest és un dany que les N-nitrosamines provoquen a les cèl·lules com a resultat de la transferència d'un grup alquil (metil, etil, propil o butil), l'alquilació és un procés químic pel qual s'uneix un grup alquil a una molècula de substrat orgànic mitjançant l'addició o substitució, després de l'activació metabòlica de les N-nitrosamines es generen espècies químiques reactives, com l'ió carboni, que tenen la capacitat de produir alquilacions en diferents radicals de les bases nitrogenades de l'ADN, que només en algun cas es poden restaurar per acció d'algunes proteïnes/enzims.

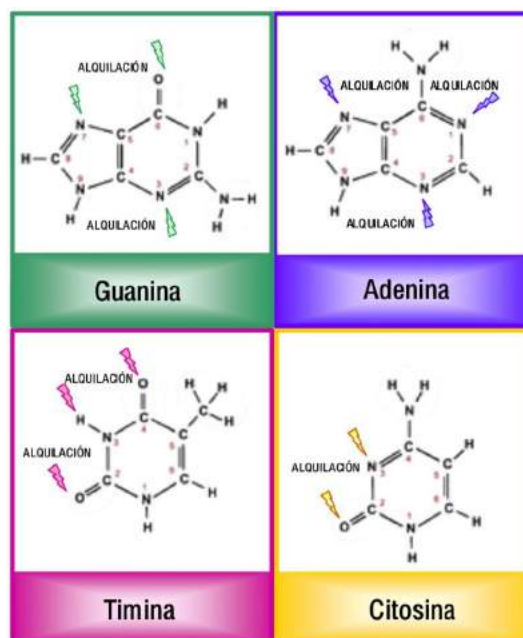


Figura 21: alquilacions possibles. Font: UCM

Un altre tipus de lesió a l'ADN, és el dany oxidatiu, aquest es produeix quan en lloc d'haver-hi un equilibri entre espècies reactives d'oxigen i sistemes de defensa antioxidant a l'organisme, hi ha més espècies reactives d'oxigen, aquestes espècies reactives d'oxigen en la seva majoria són radicals lliures, és a dir, posseeixen un electró sense parella en la seva última capa, cosa que els permet reaccionar amb un elevat nombre de molècules, primer oxidant-les i després atacant la seva estructura, alguns exemples són: H_2O_2 , HO

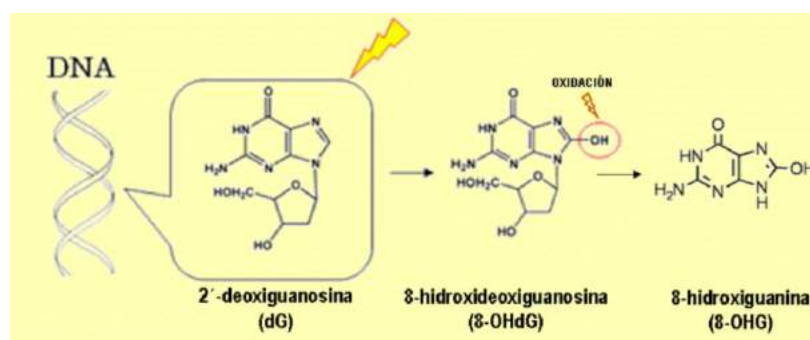


Figura 22: dany oxidatiu. Font: UCM

2.4.6. Procés de replicació de l'ADN danyat

Com he explicat, quan una cèl·lula es divideix, en primer lloc, ha de duplicar el seu genoma perquè cada cèl·lula filla contingui un joc complet de cromosomes, el procés en el qual es duplica el genoma o ADN s'anomena transcripció, de manera que si l'ADN conté algun problema, per exemple, provocat pels danys explicats anteriorment, les cèl·lules filles poden presentar els problemes també i així successivament.

En el procés de replicació de l'ADN, cadascuna de les molècules “filles” que se sintetitzen a partir d'una sola molècula “mare” conserva únicament una de les cadenes originals de la molècula mare, l'altra cadena se sintetitza utilitzant com a “motlle” la cadena original conservada.

La replicació comença en uns punts específics del genoma anomenats «els orígens de replicació», l'ADN és una doble hèlix, en la qual totes dues cadenes aparellen les seves bases nitrogenades complementàries, aquestes bases nitrogenades es troben en el centre de la molècula, per la qual cosa no són fàcilment accessibles per als enzims que s'encarreguen de la replicació de l'ADN, per això l'helicasa, un enzim capaç de trencar les unions entre les bases nitrogenades de totes dues cadenes d'ADN, “obre” la doble hèlix per a permetre l'actuació de la resta d'enzims, i tot seguit, unes proteïnes d'unió a cadena simple s'uneixen a cadascuna de les cadenes, evitant així que les dues cadenes es tornin a unir entre elles, conforme el procés de replicació avança, les cadenes s'obren, en forma de forquilla, a més les cèl·lules fan servir un tipus d'enzims, les topoisomerases, per a facilitar el desenrotllament excessiu que presenta la molècula d'ADN.

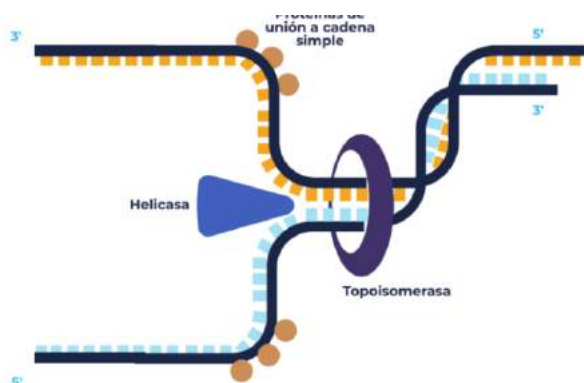
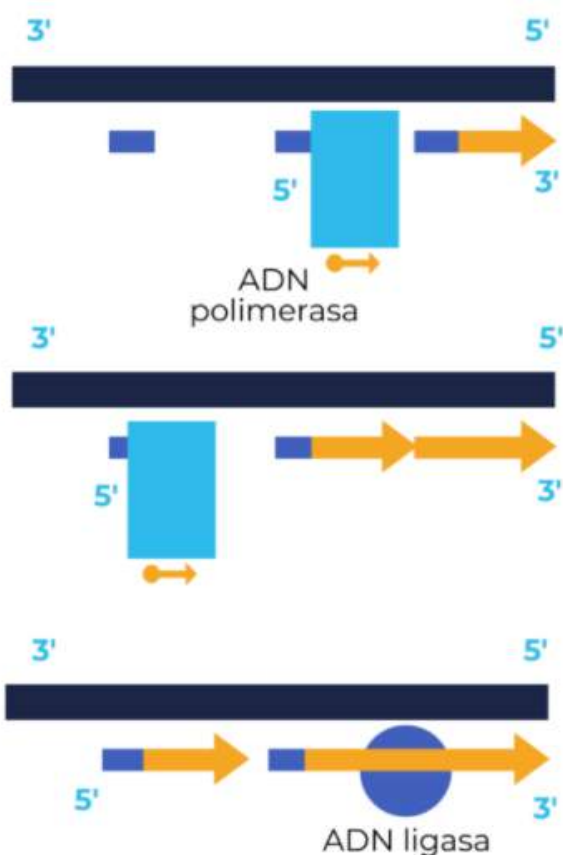


Figura 23: inici de la transcripció ADN. Font: Genotípi

Després de la iniciació del procés replicatiu, les ADN polimerases utilitzen les cadenes simples de la molècula mare d'ADN per a sintetitzar (sempre en direcció $5' \rightarrow 3'$) les noves cadenes d'ADN, per a això, és necessari que un enzim, l'ADN primasa, proporcioni una seqüència curta d'ARN sobre la qual sintetitzar la nova cadena.

A aquesta seqüència curta de nucleòtids se la denomina «engreixador», una vegada col·locat l'engreixador, en la cadena avançada l'ADN polimerasa procedeix de manera normal, fins a aconseguir sintetitzar tota la nova cadena d'ADN.



En la cadena ressagada, l'ADN polimerasa va sintetitzant "trossets" de cadena en direcció $5' \rightarrow 3'$, a aquests fragments se'ls coneix com a "fragments d'Okazaki".

Quan l'ADN polimerasa que està sintetitzant un d'aquests fragments es troba amb l'extrem del següent, elimina l'engreixador.

L'ADN ligasa uneix els dos fragments d'Okazaki en un només, així fins que s'aconsegueix sintetitzar tota la cadena ressagada.

Figura 24: final transcripció ADN. Font: Genotípia

Quan el genoma ha estat completament duplicat, les ADN polimerases eliminen els últims engreixadors i les ADN ligases acaben d'unir els fragments d'Okazaki restants, quedant dues dobles hèlixs d'ADN per al començament d'una nova divisió cel·lular, compactant-se en forma de cromatina i després en forma de cromosomes com abans.

2.4.7. Mutació i desenvolupament del càncer

Tot el procés que s'ha explicat suposa per una banda, una mutació d'aquell gen l'ADN del qual ha sigut atacat, o bé per alquilació, o bé per dany oxidatiu, i com a conseqüència el possible desenvolupament del càncer un cop l'ADN danyat s'ha transcrit i diverses cèl·lules del nostre organisme mantenen la mutació, encara que el càncer només es desenvoluparà si l'afectació ha estat en un gen relacionat amb la proliferació de cèl·lules, com pot ser el cas de la transició del par GG-AT del gen supressor P53, comentat ja en un altre apartat del treball.

2.4.8. Proves teoria

Hi ha una sèrie d'experiments recollits a diferents estudis/ articles científics que suporten la teoria de la formació del càncer a partir dels nitrats:

- En un tractament amb rates amb la nitrosamina anomenada «NPIP» es va observar hiperplàsia i formació de nòduls tumorals en l'esòfag, cavitat nasal i mandíbula inferior, a més, un tractament amb «NDBA» va provocar lesions hiperplàstiques, papil·lomes i carcinomes en l'uroteli. (Estudi: Gray et al, 1991)
- Existeixen indicis que algunes N-nitrosamines indueixen mutacions en oncogens, en concret en l'oncogen ras, mutació detectada també en diferents processos cancerígens als humans. (Estudi: Hecht, 2008)
- Les N-nitrosamines d'estructura cíclica, majoritàriament de la dieta, com la «NPYR» i la «NPIP», han demostrat ser potents cancerígens en bioassaigs realitzats amb rosegadors, doncs, es va trobar una alta incidència de formació de tumor utilitzant dosis menors a 1 mg/kg durant una exposició prolongada. (Estudi: Eisenbrand et al, 1980)
- S'ha observat que la «NPIP» provoca l'aparició de tumors malignes en primats amb una dosi de 40 mg/kg en una via intraperitoneal i 400 mg/kg via en oral. (Estudi: Lijinsky i Reuber, 1984)

3. CARN, FONT DE PRODUCTES CANCERÍGENS?

3.1. Anàlisi de nitrats en diferents carns mitjançant l'espectrofotometria

3.1.1. Objectiu de l'anàlisi

L'objectiu és elaborar una anàlisi del contingut de nitrats en diverses carns de venda al públic, amb la finalitat de conèixer la quantitat de nitrats que podem trobar a les carns, i comparar també aquests resultats amb els límits legals estipulats.

(el fonament teòric, que pot ser útil per entendre tecnicismes de l'anàlisi, es pot trobar a l'annex 1)

3.1.2. Procés de recollida de dades experimental

Preparació de reactius:

Alcohol etílic al 40 %, solució aquosa de ferrocianur potàssic al 15 %, solució aquosa d'acetat de zinc al 30 %, una solució patró de nitrats, reactiu brucina-àcid sulfanílic i solució d'àcid sulfúric.

(la fitxa tècnica de seguretat de la brucina es pot trobar a l'annex 4)

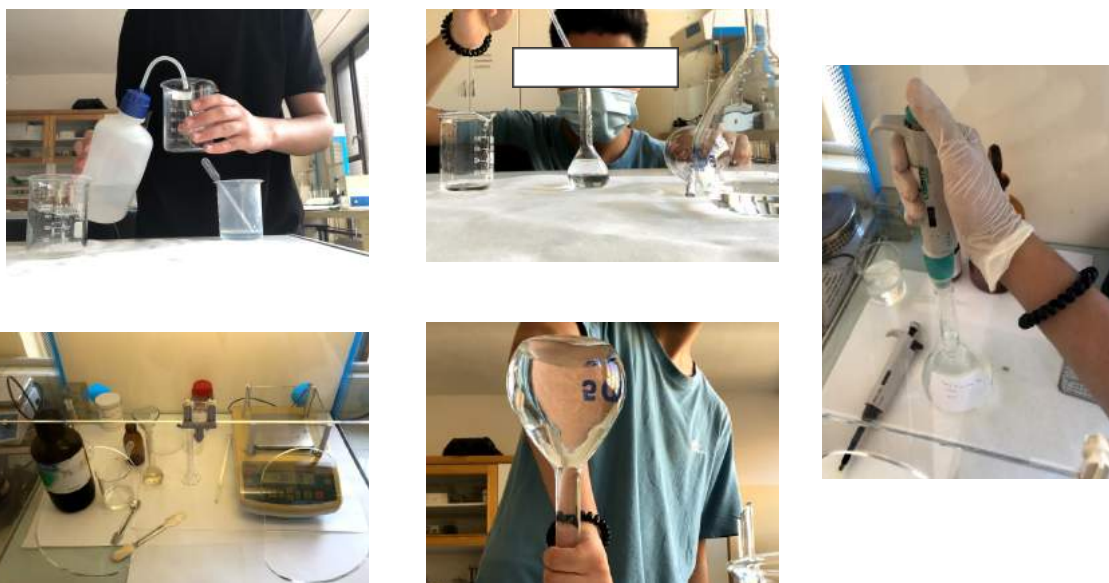


Figura 25: Imatges elaboració reactius. Elaboració pròpia

Observacions: El solut del reactiu brucina-àcid sulfanílic presentava forces dificultats per a diluir-se correctament al dissolvent.

Corba de calibració:

Aquest pas va resultar molt important per tenir dades de referència a l'hora de realitzar els càlculs finals de les meves mostres, doncs, la finalitat d'aquesta part era trobar l'absorbància, és a dir, la quantitat de llum absorbida de les mostres que havia determinat com a patró, de les quals ja coneixia la quantitat de nitrats presents (ja que les havia preparat jo) i per tant, em permetien relacionar les variables «absorbància» i «quantitat de nitrats» en una gràfica. (ja que aquestes són proporcionals). Un cop obtinguda la relació, esbrinant l'absorbància de les mostres que volia analitzar, podria saber la quantitat de nitrats en aquestes.

1. Addició de reactius→ Es van col·locar 5 provetes amb la solució patró de nitrats, a aquestes, se les va afegir el reactiu brucina-àcid sulfanílic i la solució d'àcid sulfúric, perquè es produís la reacció química que permetria l'anàlisi colorimètrica.



Figura 26: Imatges cobra de calibració I. Elaboració pròpia

Observacions: a l'instant d'introduir el reactiu de brucina-àcid sulfanílic les mostres en les quals havia introduït nitrats van agafar un color rosat, que van canviar de pressa a taronja en afegir la solució d'àcid sulfúric i van acabar quedant grogues. Totes les mostres van augmentar de temperatura en introduir els dos reactius.



Figura 27: Imatge cobra de calibració II. Elaboració pròpia

2. Aturament de reacció→ Les 5 mostres es van passar a un bany de gel perquè el fred permetés que la reacció s'aturés.

Observacions: als 15 min d'haver estat en el bany de gel, totes les mostres havien disminuït representativament la seva temperatura.



Figura 28: Imatge cobra de calibració III. Elaboració pròpia

3. Determinació de longitud d'ona→ Un cop les mostres havien reaccionat amb els reactius necessaris, i per tant, havien adquirit el color que faria possible obtenir un resultat, es van introduir a l'espectrofotòmetre i es va seleccionar l'opció «espectre».



Figura 29: determinació de la longitud d'ona. Elaboració pròpia

Va proporcionar un gràfic que indicava a quina longitud d'ona l'absorbància era major, en aquesta longitud d'ona, és amb la que s'ha treballat a la resta del procediment, doncs, és on poden identificar nitrats amb més facilitat.

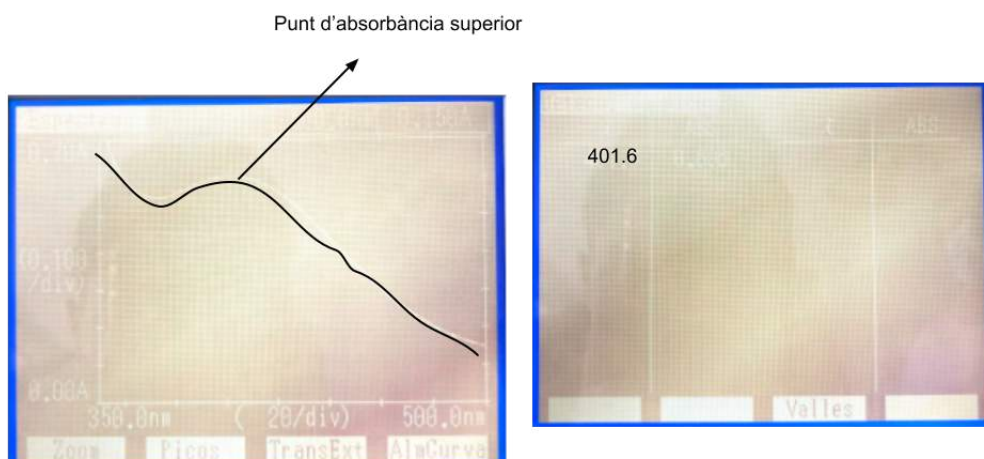


Figura 30: Gràfic espectrofotòmetre. Elaboració pròpia

4. Determinació d'absorbància→ Un cop sabia a quina longitud d'ona hauria de treballar, ja podia calcular l'absorbància de cada mostra.

Dades Obtingudes	
Quantitat de nitrats (g)	Absorbància
0	0
0,000075	0,305
0,00015	0,578
0,0003	0,824

Taula 5: absorbàncies obtingudes

Amb les dades obtingues es va realitzar una gràfica, que mostra la relació entre els grams de nitrats i la seva absorbància, per tant, l'equació d'aquesta fórmula em va permetre fer càlculs que relacionessin les dues variables, obtenint els grams de nitrats a partir de l'absorbància de les mostres analitzades posteriorment.

absorbància i cantitat

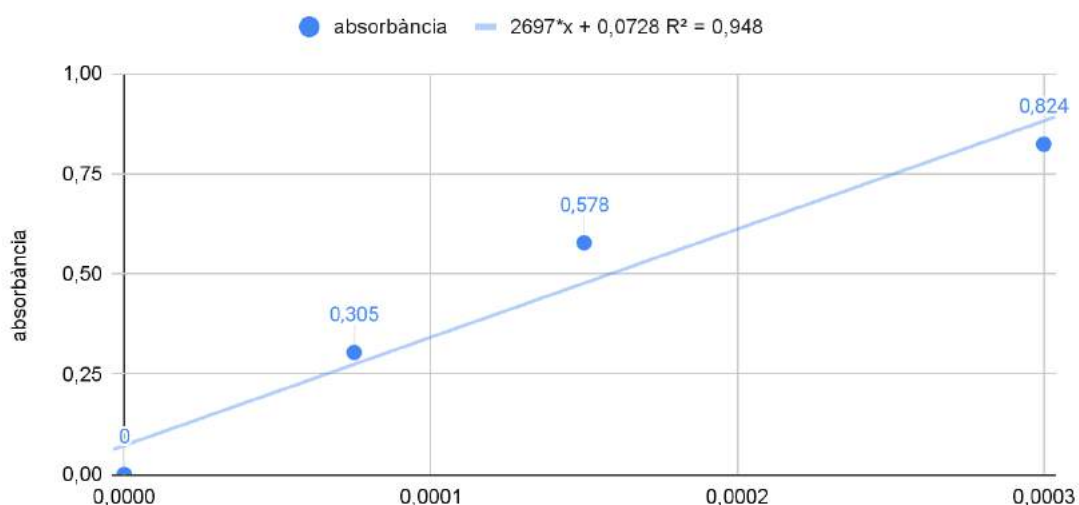


Figura 31: Cobra de calibració. Elaboració pròpia

Determinació de nitrats en les mostres:

L'objectiu d'aquesta part, era determinar l'absorbància de les mostres de les quals volia saber la quantitat de nitrats, que ara, mitjançant l'equació de la gràfica obtinguda, ja podia saber.

1. Homogeneïtzació de la mostra→ Es van triturar les mostres per aconseguir que aquestes en ser més petites fossin més fàcils de manipular i diluir al tractament posterior.



Figura 32: Trituració de la mostra. Elaboració pròpia

2. Extracció dels nitrats i desnaturalització→ Les mostres es van introduir en vasos de precipitats on es van posar contacte amb la solució d'alcohol etílic i es van fer passar pel bany maria, ja que es buscava trencar els enllaços que formen les proteïnes contingudes a la carn, d'aquesta manera s'evitava que aquestes alteressin els resultats, també, es van poder separar els nitrats de la resta de mostra, a causa de l'elevada solubilitat d'aquests en l'alcohol, de manera que després es va obtenir una alíquota on només estaven els nitrats a analitzar.



Figura 33: Extracció de nitrats. Elaboració pròpia

Observacions: Al cap d'una hora, la carn de cada vas de precipitats s'havia esmicolat i l'alcohol va agafar un color lleugerament vermellós.

3. Neteja de la mostra → Per tal de separar qualsevol altra molècula que no fossin els nitrats, a les alíquotes del pas anterior se les va introduir la solució de ferrocianur potàssic i la solució d'acetat de zinc, ja que aquests reaccionen donant lloc al compost ferricianur de zinc ($\text{Zn}_2 [\text{Fe} (\text{CN})_6]$) que s'uneix a les proteïnes alliberades per la mostra i amb la velocitat d'una centrífuga les precipita ràpidament. Es van centrifugar a 2000 rpm 3 vegades per assegurar que l'alíquota final quedava neta.



Figura 34: Neteja de la mostra. Elaboració pròpia

Observacions: Després d'haver afegit els dos reactius, algunes de les mostres van agafar una coloració blava, que als segons va desaparèixer i la mostra va tornar a quedar com en l'estat inicial. Al final del procés les mostres van quedar de color transparent. Després de la centrifugació, a les alíquotes va precipitar una massa blanca, tal com s'esperava.

4. Concentració de la mostra→ Cada mostra es va posar en evaporació al bany maria fins als 10 ml per a eliminar l'alcohol, i concentrar els nitrats, tot seguit es va deixar refredar i les mostres es van passar a una altra proveta enrasant fins a 25 ml amb aigua destil·lada.



Figura 35: Concentració mostra. Elaboració pròpia

5. Anàlisi de la mostra→ Es van introduir 1 ml de cada mostra en tubs d'assaig, es va afegir el reactiu brucina-àcid sulfanílic i la solució d'àcid sulfúric, seguidament es va barrejar i deixar reposar 15 min en un bany de gel amb fosc per aturar la reacció. Cada solució, d'1,22 ml en total (1 ml dels quals eren de la mostra a analitzar) es va passar en cubetes per a espectrofotòmetre i es van analitzar, obtenint l'absorbància.

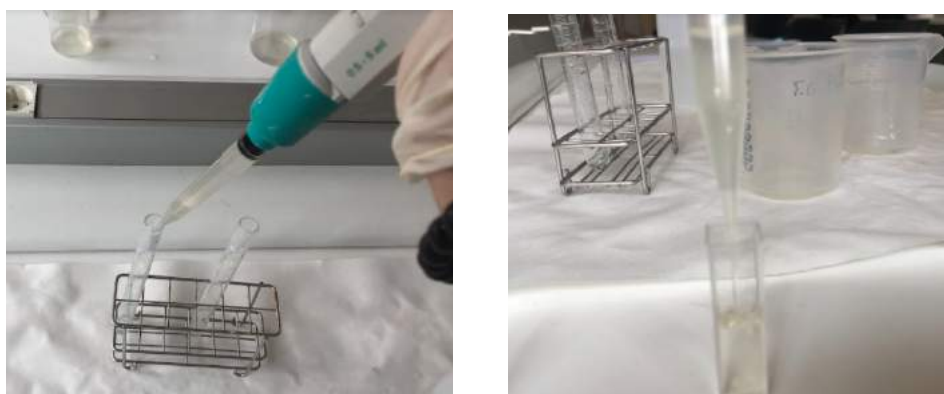


Figura 36: Determinació absorbància mostres. Elaboració pròpia

Càlculs per quantificar els grams de nitrats

Per a realitzar els càlculs, s'ha utilitzat com a referent la corba de calibració, doncs, mitjançant la seva equació; $y = 2696,761 \times x$, i coneixent una de les dues incògnites es pot obtenir l'altre, a l'haver calculat anteriorment l'absorbància de cada mostra, he obtingut les dades de la incògnita y, doncs, l'absorbància es trobava a l'eix y de coordenades quan es va realitzar la corba de calibració, de manera que, aïllant x, es podrà conèixer el número corresponent de l'eix x de coordenades en funció amb el número de y (aquests dos són proporcionals), que segons la corba patró, correspon amb els grams de nitrats.

	A = (0, 0)
	B = (0.000075, 0.305)
	C = (0.00015, 0.578)
	D = (0.0003, 0.824)
	f : RegLinealY({A, B, C, D}) → $y = 2696.761904761906x$

Figura 37: Equació corba de calibració. Font: pròpia

El resultat obtingut, són els grams de nitrats en 1 ml de mostra, ja que aquests eren els que es van passar per l'espectrofotòmetre, com que de cada mostra va quedar una alíquota de 25 ml, el resultat s'ha multiplicat per 25, obtenint així els grams de nitrats en cada mostra, i al final, aquest resultat s'ha extrapolat per saber els mg de nitrats en un kg de carn.

Ara bé, el resultat de cada operació no serà exactament el de la realitat, doncs, l' R^2 de la corba, calcula la seva linealitat, és a dir, la precisió d'aquesta, una R^2 major a 0,995 ens indica que hi ha una gran precisió, en el meu cas ha sigut de 0,948; per tant, el resultat no serà exacte, però sí bastant aproximat.

3.1.3. Conclusions anàlisi

(els càlculs es poden trobar a l'annex 2)

Nom mostra	Grams totals mostra	Absorbància mostra (1ml)	Grams NO_3^- mostra sencera	mg NO_3^- /kg de carn	Encaixa amb els paràmetres legals? (500mg/kg)
S1	4,525	0,113	$1,048 \times 10^{-3}$	232mg/kg	Si
S2	4,65	0,075	$6,953 \times 10^{-4}$	149,5mg/kg	Si
S3	4,532	0,09	$8,344 \times 10^{-4}$	184mg/kg	Si
L1	3,045	0,121	$1,112 \times 10^{-3}$	365mg/kg	Si
L2	3,243	0,184	$1,706 \times 10^{-3}$	525mg/kg	No
L3	3,145	0,114	$1,057 \times 10^{-3}$	336mg/kg	Si
F1	5,1	0,25	$2,318 \times 10^{-3}$	454mg/kg	Si
F2	5,145	0,174	$1,613 \times 10^{-3}$	314mg/kg	Si
F3	5,243	0,197	$1,826 \times 10^{-3}$	348mg/kg	Si

Taula 6: resultats obtinguts al laboratori

Embotit	mg NO_3^- /kg de carn (MITJANA)	Encaixa amb els paràmetres legals?
Salami (S1, S2, S3)	188,5 mg/kg	Si
Frankfurt (F2, F3)	331 mg/kg	Si
Llonganissa (L1, L3)	350,5 mg/kg	Si

Taula 7: resultats finals anàlisi

Tal com s'observa a la taula, TOTES les mostres contenien nitrats i la majoria de mostres entraven al marc legal, tal com s'esperava, a excepció de la mostra L2, és possible que durant el procés d'anàlisi hi hagi hagut un error en aquesta, juntament amb l'F1, ja que tenint en compte que hi ha dues mostres més del mateix producte carni, tant per L2 com per a F1, el resultat hauria d'haver sigut semblant entre les 3 mostres, en canvi, comparant-les, ha sigut força diferent, per tant, no s'han utilitzat per a fer les mitjanes i no les he tingut en compte.

3.2. Enquesta consum de carn

3.2.1. Objectiu de l'enquesta

Un cop s'ha vist que les carns de venda al públic contenen nitrats, cal saber si aquests podrien ser un factor perjudicial en els éssers humans i condicionar de certa manera el desenvolupament del càncer, per tant, l'objectiu de l'enquesta és esbrinar el consum de carn de la ciutadania i relacionar-lo amb el càncer, per això, no només s'ha preguntat el consum de carn personal, sinó també el seu expedient en relació amb el càncer, així com hàbits que poden augmentar la probabilitat de patir càncer; com el consum d'alcohol, tabac, etc. per tal de tenir en compte tots els factors que podrien estar relacionats amb les respostes dels enquestats. L'enquesta va ser enviada a membres d'una federació del càncer anomenada FECEC, així com als pares i mares del meu centre.

3.2.2. Anàlisi de dades obtingudes

Comparació població i enquestats

	Càncer?		
Franja d'edat?	No	Si	Suma total
35-64 anys	236	14	250
65 anys o més	1	2	3
Menys de 35 anys	9		9
Suma total	246	16	262

Taula 8: taula edat i càncer enquesta

L'enquesta va ser contestada per un total de 262 persones, de les quals un 6 % (16) tenien càncer, un resultat força superior en comparació amb l'1 % de persones amb càncer a Espanya l'any 2020. A més, un 87,5 % (14) de les persones amb càncer tenien entre 35 i 64 anys, i només hi havia un 12,5 % (2) de persones amb càncer de més de seixanta-cinc anys, a diferència dels percentatges de càncer als últims anys, on a partir dels seixanta-cinc anys es veu un augment significatiu de casos de càncer.

Comparació consum de carn

Consum de carn superior al recomanat per L'OMS; més de 3 cops a la setmana

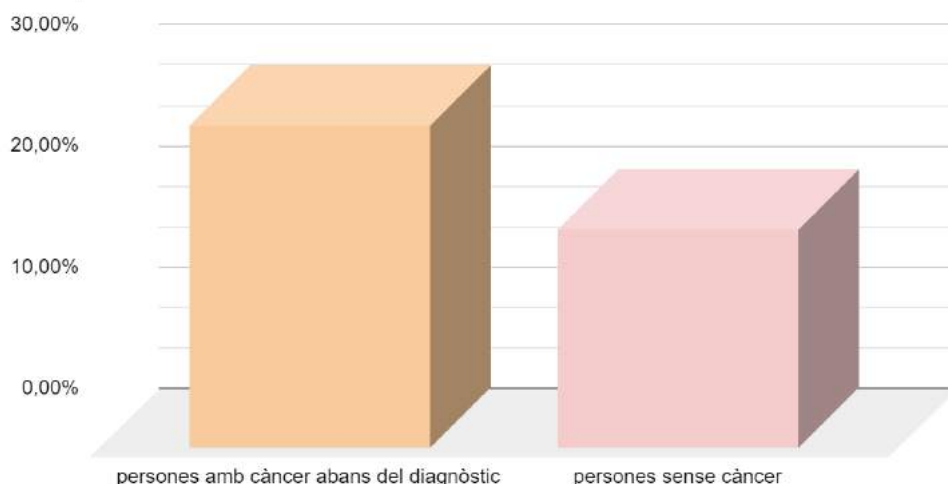


Figura 38: Gràfica comparació alimentació. Elaboració pròpia

En aquest gràfic s'observa la comparació del % de persones enquestades que tenen un consum de carn superior al recomanat per l'OMS, tal com es veu, el 18,1 % de persones sense càncer tenien un consum superior al recomanat, enfront al 26,7 % de les persones que havien tingut càncer posteriorment, això ens indica que l'alimentació càrnia era pitjor en les persones enquestades que havien tingut càncer respecte als qui no havien patit la malaltia en un 8,6 % dels casos.

Comparació tipus de càncer

Hàbit de consum càrnic segons el tipus de càncer. *=càncers relacionats amb el sistema digestiu

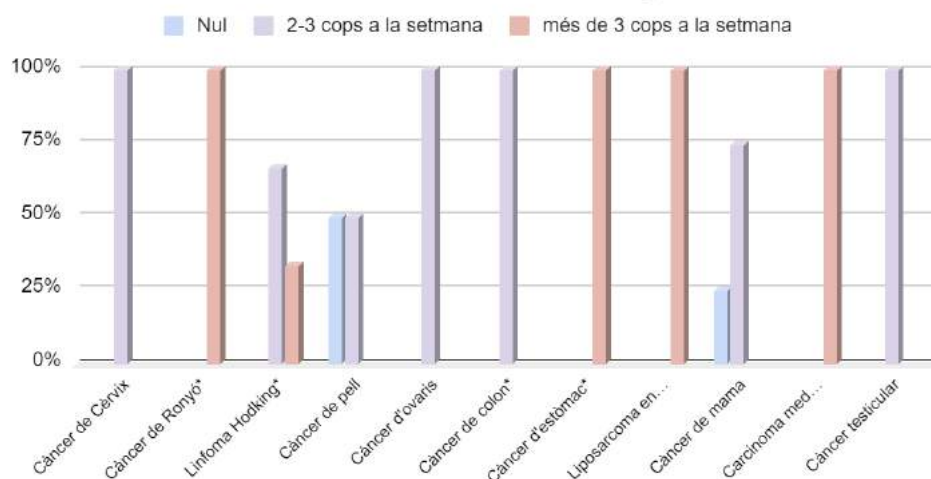


Figura 39: Gràfic tipus de càncers. Elaboració pròpia

En la figura 39 es mostra una comparativa entre la ingesta de carn de les persones amb diferents tipus de càncer, per tal d'identificar si les persones amb un càncer relacionat amb el sistema digestiu tenien una alimentació de carn superior a les persones que patien d'un càncer no digestiu, podem veure que dels 4 càncers relacionats amb el sistema digestiu, la meitat estava format per pacients que tenien un consum de carn superior al recomanat, i l'altra meitat per persones que tenien un consum superior o igual al recomanat. En canvi, dels 7 càncers NO relacionats amb el sistema digestiu, només 1 estava format per pacients que tenien un consum de carn superior al recomanat, 3 dels 7, estaven formats per persones que tenien un consum igual al recomanat, i 2 dels 7, estaven formats per persones que tenien un consum nul o igual al recomanat.

Anàlisi factors de risc

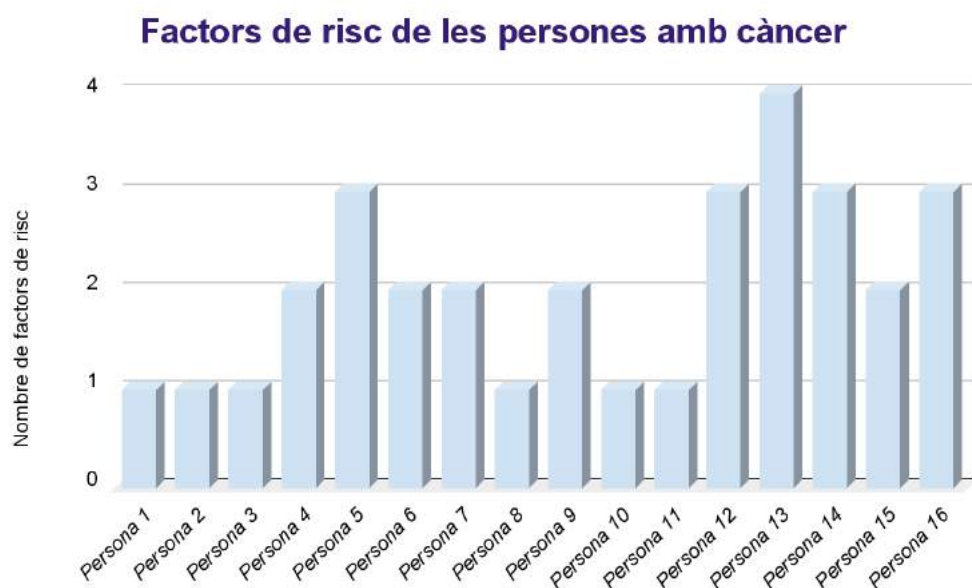


Figura 40: Gràfic factor de risc càncer. Elaboració pròpia

Factors de risc	Genètic	Hàbits tòxics	Infecció	Obesitat	Consum de carn superior al recomanat?
Persona 1	✓				
Persona 2				✓	✓
Persona 3	✓				
Persona 4	✓		✓		
Persona 5	✓	✓	✓		✓
Persona 6	✓	✓			
Persona 7	✓	✓			
Persona 8	✓		✓		✓
Persona 9	✓	✓			
Persona 10	✓				
Persona 11				✓	
Persona 12	✓	✓	✓	✓	
Persona 13	✓	✓			
Persona 14	✓	✓			
Persona 15	✓	✓			✓
Persona 16	✓	✓	✓		

Taula 9: Factors de risc càncer

El gràfic i la taula mostren els factors de risc dels enquestats amb càncer, com es pot apreciar, tots tenien com a mínim un factor de risc, entre els més destacats, es troben el genètic (87,5 %) i els hàbits tòxics (56,2 %), com el consum d'alcohol o tabac.

4. CONCLUSIONS

És important destacar i recordar el fet que la finalitat de totes les proves era únicament la de trobar una mínima relació entre el consum de nitrats mitjançant la carn i l'aparició del càncer, ja que per assegurar que un factor provoca càncer es requereix una rigorositat, temps, materials i coneixements dels quals jo no he disposat.

Els nitrats a la carn:

- Un dels meus objectius era tractar d'entendre que eren els nitrats i la importància d'aquestes molècules, específicament en el món de l'alimentació càrnia. He pogut arribar a la conclusió que aquests ions que es formen de manera natural a conseqüència de molts processos biològics consecutius, com descomposicions i oxidacions, són també utilitzats per gran part d'indústries càrnies, doncs, a causa de les seves propietats químiques, es pot dur a terme una millora en la qualitat de la carn i un allargament en la durada d'embotits i carns vermelles. És per això, que els nitrats són un dels additius alimentaris més utilitzats en gran part del món, tot i que s'estan començant a utilitzar altres substàncies naturals en substitució, així com la capsantina, les betaïnes, o el licopè.
- A partir de dues setmanes d'estada al laboratori, he pogut quantificar els nitrats en tres tipus de carns; frànkfurts, salami i llonganissa. Mitjançant la tècnica d'anàlisi colorimètrica per espectrofotometria, un mètode que es basa en les radiacions electromagnètiques per proporcionar informació qualitativa i quantitativa sobre una substància en específic. Aquesta doble informació fa que sigui el mètode més emprat i eficient per gran part d'indústries. L'anàlisi m'ha permès veure que tots els embotits contenen nitrats, i la quantitat era en tots els casos la dels límits estipulats.

El consum de carn:

- El fet de saber que totes les carns analitzades contenien nitrats, ha permès que a l'hora de preguntar sobre el consum de carn a l'enquesta, obtingués informació sobre el consum de nitrats també. Tot i que la meua enquesta no és extrapolable a la població, sí que he pogut observar que hi ha un grup de persones que té una ingesta de carns vermelles i processades superior a la recomanada per l'OMS (17,6 % dels enquestats), i per tant, una ingesta superior de nitrats.

El càncer:

- He pogut aprofundir en el càncer i els seus mecanismes bioquímics, he après que és una malaltia multifactorial, en aquest cas, que té una relació tant amb la genètica com l'ambient, a més, el nostre cos, disposa de manera natural d'una sèrie de processos que s'encarreguen d'intentar evitar el desenvolupament de la malaltia, com el cicle cel·lular o l'apoptosi.
- Després d'haver analitzat tots els resultats, i havent-hi aplicat a la pràctica tots aquells coneixements que amb la teoria he consolidat, he pogut arribar a una conclusió respecte a la meua hipòtesi principal. No es poden considerar significatius els resultats obtinguts a l'enquesta, doncs, a part d'haver obtingut un nombre de respostes insuficient com per a poder validar la meua hipòtesi, els percentatges de grups d'edat i afectats per càncer són força distants als reals i, per tant, no es poden considerar com a representatius de la societat. A més, tothom qui patia la malaltia tenia un o més factors de risc que potenciaven el desenvolupament d'aquesta, de manera, que no es pot assegurar que la causa del seu càncer fos la ingesta de nitrats. Per tot això, puc considerar que el meu treball no valida la meua hipòtesi principal, tot i que els nitrats són un factor de risc a considerar.
- Dit això, l'estudi apunta que tenir més d'un factor de risc augmenta considerablement el risc de patir la malaltia. I és que, en general, els enquestats amb càncer, i sobretot els qui patien d'un càncer relacionat amb el sistema digestiu, tenien una pitjor alimentació càrnia (8,6% dels casos) i més d'un factor de risc (62,5% dels casos). Tot i que, recalco que simplement són indicis que he pogut extreure amb el meu estudi, i no una afirmació segura.

5. DISCUSSIÓ

El procés teòric de com els nitrats podrien participar en la formació del càncer sembla encaixar i donar resposta a diverses observacions que dins del món de la bioquímica s'han fet, i un estudi més exacte i precís d'aquest podria suposar una interessant línia de continuació i ampliació del meu treball.

La limitació més gran del meu estudi, i per la qual no s'ha pogut validar la hipòtesi és l'efecte multivariable que pot ser causa del càncer, que dificulta poder assegurar que una conducta és causant del desenvolupament de la malaltia. I la falta de persones enquestades, doncs, per validar una hipòtesi d'aquesta magnitud cal una mostra representativa de la població, i per això, un nombre molt gran de persones. Una bona ampliació del meu treball podria ser tractar de fer arribar l'enquesta a més persones, de diferents països d'arreu del món, d'aquesta manera es podria fer una anàlisi més propera al que ocorre realment a la pràctica.

Per últim, focalitzar el meu estudi a soles en persones que pateixen d'un càncer relacionat amb el sistema digestiu podria ajudar a trobar una relació entre la malaltia i el consum de nitrats mitjançant la carn.

6. BIBLIOGRAFIA I BIBLIOGRAFIA ELECTRÒNICA

6.1. Bibliografia electrònica

Pàgines web i documents consultats:

- (1) A. (2020). *La importancia del análisis de nitrosaminas*. AGS ANALÍTICA.
<<https://www.agsanalitica.com/en/articulos/6/la-importancia-del-analisis-de-nitrosaminas>>
[Consultat el 3 d'abril de 2021]
- (2) Amparo Tolosa (Coordinadora de Contenido Editorial). (2019, 14 maig). El gen de las enfermedades complejas. Genotipia
<<https://genotipia.com/gen-las-enfermedades-complejas>>
[Consultat el 5 d'abril de 2021]
- (3) BOE.es - DOUE-L-2015-80788 Reglamento (UE) 2015/647 de la Comisión, de 24 de abril de 2015, por el que se modifican y corrigen los anexos II y III del Reglamento (CE) n° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a la utilización de determinados aditivos alimentarios (Texto pertinente a efectos del EEE). (s. d.). BOE.
<<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2015-80788>>
[Consultat el 2 de septiembre de 2021]
- (4) *Cáncer metastásico*. (2020, 10 novembre). Instituto Nacional del Cáncer.
<<https://www.cancer.gov/espanol/tipos/cancer-metastatico>>
[Consultat el 12 d'agost de 2021]
- (5) *Ciclo celular* | NHGRI. (s. f.). Genome.gov.
<<https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Ciclo-celular>>
[Consultat el 15 d'agost de 2021]
- (6) *Ciencia Canaria - Cáncer, ¿por qué lo llamamos así?* (2020, 18 juny). Ciencia Canaria.
<<https://www.cienciacanaria.es/secciones/a-fondo/1165-cancer-por-que-lo-llamamos-asi>>
[Consultat el 10 d'agost de 2021]
- (7) *Coenzimas*. (2019, 15 septiembre). Muy Salud.
<<https://muysalud.com/bioquimica/coenzimas/>< [Consultat el 27 de juliol de 2021]
- (8) Colaboradores de Wikipedia. (2019, 12 octubre). *Nitrato reductasa*. Wikipedia, la enciclopedia libre.< https://es.wikipedia.org/wiki/Nitrato_reductasa>
[Consultat el 12 d'agost de 2021]

(9) *Curado de Carnes – Ahumadores.cl – Todo lo que necesitas para ahumar fácilmente!* (s. d.). Ahumadores.

<<https://www.ahumadores.cl/como-ahumar/pasos-del-ahumado/curado-de-carnes/>>

[Consultat el 3 de setembre de 2021]

(10) Del Chacinado, E. P. (2020, 8 desembre). *El curado de carnes con sales*. El Portal del Chacinado.

<<https://elportaldelchacinado.com/el-curado-de-carnes-con-sales/>>

[Consultat el 3 de setembre de 2021]

(11) *Delimitación de nitratos - Unidad de Innovación*. (s. d.). Universidad de Murcia.

<<https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas/delimitacion-de-nitratos>>

[Consultat el 5 de setembre de 2021]

(12) *Desarrollo del Cáncer*. (s. d.). CancerQuest.

<<https://www.cancerquest.org/es/biologia-del-cancer/desarrollo-del-cancer>>

[Consultat el 25 de juliol de 2021]

(13) *Diccionario de cáncer del NCI*. (s. d.-a). Instituto Nacional del Cáncer.

<<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/apoptosis>> [Consultat el 14 d'agost de 2021]

(14) *Diccionario de cáncer del NCI*. (s. d.-b). Instituto Nacional del Cáncer.

<<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/nitrosamina>> [Consultat el 10 de maig de 2021]

(15) *Factores de riesgo: Alcohol*. (2015, 29 abril). Instituto Nacional del Cáncer.

<https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/alcohol>

[Consultat el 28 de juliol de 2021]

(16) G, S. (2020). <https://medwinpublishers.com/NNOA/NNOA16000183.pdf>.

Nanomedicine & Nanotechnology Open Access, 5(2), 13–44.

<<https://doi.org/10.23880/nnoa-16000183>> [Consultat el 1 de setembre de 2021]

(17) González, R. M. (2021, 19 maig). *La Replicación del ADN - El Blog de*.

Genotipia. <<https://genotipia.com/replicacion-del-adn/>>

[Consultat el 16 d'agost de 2021]

(18) *Human genetic disease - Genetics of cancer*. (s. d.). Encyclopedia Britannica.

<<https://www.britannica.com/science/human-genetic-disease/Genetics-of-cancer>>

[Consultat el 25 de setembre de 2021]

(19) *Identificación de aniones*. (2016, 14 juliol). vdocuments.net.

<<https://vdocuments.net/identificacion-de-aniones-5786bc6a613d3.html>>

[Consultat el 5 de maig de 2021]

(20) Lugo, E. B. (2008). *Nitritos y Nitratos: Su uso, control y alternativas en embutidos cárnicos*. Dialnet.

<<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3664829>>

[Consultat el 30 de juliol de 2021]

(21) Martínez Chávez, E. E. (2017). Jorge Alberto Núñez. Fernando Cadalso y la reforma penitenciaria en España (1883–1939). Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2014, 487 p. ISBN 978–84-9085-195-1 (Versión en internet: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/19662/caldalso_nunez_hd29_2014.pdf?sequence=3). *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad*, 38(151), 330–333.

<<https://doi.org/10.24901/rehs.v38i151.268>> [Consultat el 25 de setembre de 2021]

(22) N. (2020b, setembre 24). *Dos experimentos de desnaturalización de las proteínas*. SolosEjemplos.Com | Ejemplos Fáciles.

<<https://www.soloejemplos.com/dos-experimentos-de-desnaturalizacion-de-las-proteinas/>> [Consultat el 25 de juny de 2021]

(23) *Nitratos y nitritos*. (2021, 5 juliol). ELIKA Seguridad Alimentaria.

<https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/nitratos-y-nitritos/>

[Consultat el 10 d'agost de 2021]

(24) OCU. (2020, 8 juny). *Nitratos y nitritos en productos cárnicos: aditivos prescindibles*. www.ocu.org.

<<https://www.ocu.org/alimentacion/seguridad-alimentaria/noticias/aditivos-en-productos-carnicos>> [Consultat el 6 de setembre de 2021]

(25) Riva, L. D. S. (s. d.). *Carcinogénesis gástrica*. Scielo.

<https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1130-01082004000400006&script=sci_arttext&tlng=es> [Consultat el 9 d'agost de 2021]

(26) Rojas, R. M. (2019, 30 enero). *Diferencia entre tumor maligno y benigno*. Diagnóstico Rojas.

<<https://www.diagnosticorojas.com.ar/blog/salud-femenina/diferencia-entre-tumor-maligno-y-benigno/>> [Consultat el 27 de maig de 2021]

(27) SEOM Sociedad Española de Oncología Médica. (2020, 17 febrer). *Cifras del cáncer en España | SEOM - Día Mundial del Cáncer 2020*. SEOM | Día Mundial del Cáncer 2020. <<https://seom.org/dmccancer/cifras-del-cancer/>>

[Consultat el 3 de setembre de 2021]

(28) *Signos y síntomas del cáncer*. (s. d.). American Cancer Society. Recuperado 28 de julio de 2021,

<<https://www.cancer.org/es/cancer/aspectos-basicos-sobre-el-cancer/senales-y-sintomas-del-cancer.html>> [Consultat el 3 de juliol de 2021]

(29) *La situación del cáncer en España 2020*. (2020, 27 maig). Cris Cancer.

<<https://criscancer.org/es/cancerespana2020/>> [Consultat el 3 d'agost de 2021]

(30) *Sobre el cáncer*. (s. d.). Canal Salut.

<<https://canalsalut.gencat.cat/ca/salut-a-z/c/cancer/recursos-per-a-professionals/esta-distiques/sobre-el-cancer/>> [Consultat el 3 de maig de 2021]

Figures:

Figura 3 Fundación Le Cadó, *Cancer en el microscopio*. (s. d.). [Fotografia].

<https://www.google.com/search?q=cancer+en+el+microscopio&rlz=1C1GCEA_enES949ES949&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=gieR-2p20TCpmM%252C0DM_caor8F-0NM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kR2g_bZEpaO5LO-laqxt7CJWvOIEw&sa=X&ved=2ahUKEwirodeU1-XyAhXD4IUKHRM3A7sQ9QF6BAgPEAE&biw=1366&bih=625&saf e=active&ssui=on#imgsrc=gieR-2p20TCpmM>

Figura 4 American Cancer Society. (2020). [Fotografia].

<<https://www.cancer.org/es/cancer/aspectos-basicos-sobre-el-cancer/que-es-el-cancer.html>>

Figures 5 i 6 SEOM. Cifras del cáncer en España. (2020). [Fotografia].

<<https://criscancer.org/es/cancerespana2020/>>

Figura 7 Genotipia. El Gen de las enfermedades complejas. (2018). [Fotografia].

<<https://genotipia.com/gen-las-enfermedades-complejas/>>

Figura 8 News Medical Life Science. ¿Cuál es TP53?. (2018). [Fotografia].

<[https://www.news-medical.net/life-sciences/What-is-TP53-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/life-sciences/What-is-TP53-(Spanish).aspx)>

Figura 9 Gran Enciclopèdia Catalana. Ciclos Celular (s. d.). [Fotografia].

<<https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-23331840.xml>>

Figura 10 Mundo Genética. Bases citológicas de la herencia (2020). [Fotografia].

<<https://mundogenetica.jimdofree.com/tem%C3%A1ticas/2-bases-citol%C3%B3gicas-de-la-herencia-2/2-2-regulaci%C3%B3n-de-la-divisi%C3%B3n-celular/>>

Figura 11 Desenvolupament càncer. *Biologia 1 Batxillerat*. Cuello, J. (2008).

Figura 12 Viquipèdia. Apoptosi (2021). [Fotografia].

<<https://ca.wikipedia.org/wiki/Apoptosi> >

Figura 13 Wikipedia. Nitrato de Plata (2021). [Fotografia].

<https://es.wikipedia.org/wiki/Nitrato_de_plata >

Figura 14 Wikipedia. Ciclo del Nitrogeno (2021). [Fotografia].

<https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_del_nitr%C3%B3geno >

Figura 15 Research Gate. (2001). [Fotografia].

<https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estructura-quimica-del-licopeno-predominante-en-los-vegetales_fig1_27337421 >

Figura 16 Herbarium. *Capsicum annuum* L. (s. d.). [Fotografia].

<https://www.plantasyhongos.es/herbarium/hm/Capsicum_annuum.htm >

Figura 17 Ubu scientia. Antocianinas, los otros pigmentos del reino vegetal. (2014).

[Fotografia]. <<http://ubuscientia.blogspot.com/2014/01/antocianinas-los-otros-pigmentos-del.html> >

Figura 18 Hmong. Trimetilglicina (s. d.). [Fotografia].

<<https://hmong.es/wiki/Trimethylglycine> >

Figura 19 Elsevier. Óxido Nítrico (2004). [Fotografia].

<<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-oxido-nitrico-13069634> >

Figura 19 Elsevier. Óxido Nítrico (2004). [Fotografia].

<<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-oxido-nitrico-13069634> >

Figura 20 AGS analítica (s. d.). [Fotografia].

<<https://www.agsanalitica.com/en/articulos/6/la-importancia-del-analisis-de-nitrosaminas> >

Figures 21 i 22 UCM (s. d.). [Fotografia].

<<https://biblioteca.ucm.es/revistasBUC/portal/modulos.php?name=Revistas2&id=RCCV&col=1> >

Figures 23 i 24 Genotipia. Replicación ADN. (2021). [Fotografia].

<<https://genotipia.com/replicacion-del-adn/> >

6.2. Bibliografia

(31) Cuello, J. (2021). *Biologia 1 Batxillerat. Llibre de l'alumne (Materials Educatius - Batxillerat - Modalitat Ciències De La Naturalesa I De La Salut / Tecnologia)*. Barcanova.

(32) Edebé & Edebe (Firma). (2008). *CIÈNCIES PER EL MÓN CONTEMPORANI*. Grupo Editorial Patria.

(33) López-Collazo, E. (2021). *¿Qué es el cáncer?* ANAYA MULTIMEDIA.

7. ANNEXOS

7.1. Annex 1: Fonament teòric

La tècnica d'espectrofotometria consisteix a utilitzar un aparell anomenat espectrofotòmetre, el qual ens permet conèixer l'absorbància, i com a conseqüència la quantitat d'una substància en una solució, ja que en l'espectrofotometria s'aprofita l'absorció de llum electromagnètica per part de la substància que es vol analitzar.

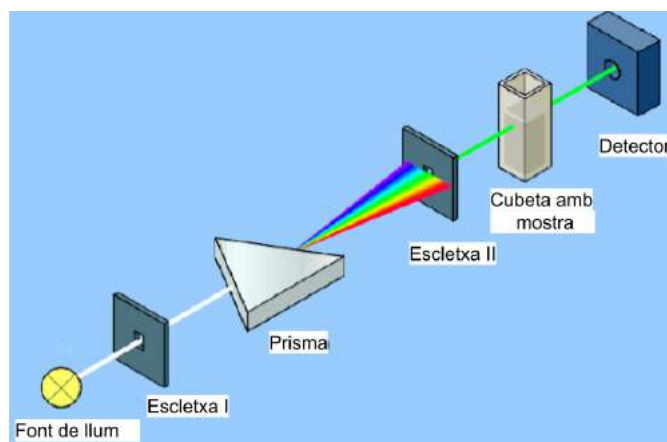


Figura 41: estructura espectrofotòmetre. Germán Fernández

S'utilitzen feixos de radiació de l'espectre electromagnètic, en el rang UV de 180 a 380 nm, i en el de la llum visible de 380 a 780 nm.



Figura 41: espectre visible per l'ull humà. Font: Wikipedia

La mostra a analitzar absorbeix part de la radiació que l'aparell emet i provoca el moviment de l'anàlit (substància que es vol identificar) cap a un estat excitat, transmetent després un feix de llum de menor energia respecte al feix inicial, per tant, es pot mesurar la quantitat de llum absorbida en funció de la longitud d'ona emprada, la longitud d'ona és la distància (en nanòmetres) física entre dos punts, en els quals es repeteix l'ona, és a dir, en els quals, es repeteix el nivell de propagació de l'energia lumínica.

L'absorció de les radiacions ultraviolades, visibles i infraroges depèn de l'estructura de les molècules, i és característica de cada substància química.

Les solucions amb carns analitzades han estat posades en contacte amb brucines en un medi àcid, provocat en aquest cas per l'àcid sulfúric, normalment, la brucina s'oxida formant compostos blaus, però en presència dels anions NO_3^- , la brucina fa visible un color vermell intens que de seguida passa a ataronjat i s'estabilitza en groc, cosa que ens indica la presència de nitrats.

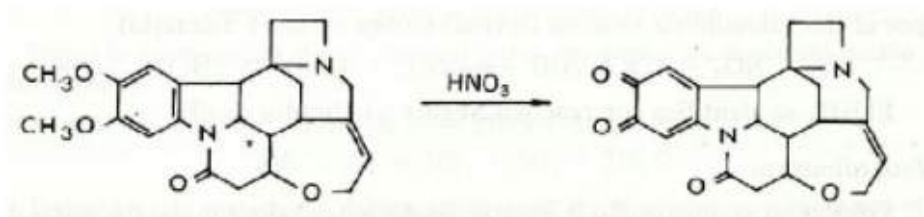


Figura 42: reacció química brucina. Font: UGR

A partir d'aquesta coloració podem saber la quantitat de nitrats mitjançant la tècnica d'espectrofotometria, ja que segons la llei de Lambert-Beer, en la qual es basa aquesta quantificació, «a major concentració, major absorbància», afirma que la quantitat de llum absorbida per un cos depèn de la concentració en la solució, això és pel fet que si hi ha més concentració en la solució les ones electromagnètiques de l'aparell xoquen contra un major nombre d'àtoms o molècules i són absorbits per aquests, per tant, aquesta coloració és proporcional al contingut de nitrats presents, i per això, coneixent l'absorbància de cada mostra, s'ha pogut saber el contingut de NO_3^- .

7.2. Annex 2: Procediment laboratori

Reactius	Utilitzats
Alcohol al 70 %	Aigua destil·lada
Ferrocianur potàssic	Nitrat potàssic
Nitrat potàssic	Àcid clorhídric
Àcid sulfúric	Brucina
Acetat de zinc	Àcid sulfanílic

Taula 10: reactius laboratori

Aparells	Utilitzats
Pipetes graduades de 1000µl, 2000 µl i 5 ml	Cubetes de plàstic d'un sol ús d'1 cm de pas òptic
Matràs aforat de 25 ml i 50 ml	Vidre de rellotge
Espectrofotòmetre UV-Visible	Bany de gel
Tubs de vidre graduats de 10 ml	Vas de precipitats de 100 ml
Espàtula d'alumini	Carn per analitzar
Vareta de vidre	Centrífuga
Agitador magnètic	Bascula
Gradeta	Tubs per a centrifugar
Bany Maria	Embut de vidre
Picadora de carn	Proveta de 25 ml

Taula 11: material laboratori

❖ Preparació de reactius:

Alcohol etílic al 40 %: Es van diluir 57 ml d'alcohol al 70 % en 100 ml d'aigua destil·lada, per saber la quantitat d'alcohol necessari es van realitzar els càlculs següents;

Sabent que: $alcohol\ 70\% = \frac{70\text{ml alcohol}}{100\text{ ml H}_2\text{O}}$ I dient que: $x = \text{ml alcohol al } 70\%$

$$\frac{x \times 0,7}{100} \times 100 = 40 \rightarrow x = \frac{40 \times 100}{100 \times 0,7} = 57,14\text{ml}$$

Per arrodonir i evitar errors de mesura es van utilitzar 57 ml d'alcohol al 40 %, de manera que la concentració final va ser:

$$\frac{57 \times 0,7}{100} \times 100 = 39,90\%$$

Solució aquosa de ferrocianur potàssic al 15 %: Es van dissoldre 15 g de ferrocianur potàssic en 100 ml d'aigua destil·lada.

Solució aquosa d'acetat de zinc al 30 %: Es van dissoldre 30 g d'acetat de zinc en 100 ml d'aigua destil·lada.

Solució patró de nitrats: Es van dissoldre 3 grams de nitrat potàssic en 1 litre d'aigua destil·lada, posteriorment es van agafar 0,5 L de la solució anterior i es va tornar a diluir en 1 litre d'aigua destil·lada per obtenir una concentració final de 0,15 g/L, per saber quina quantitat de la solució inicial calia es van realitzar els càlculs següents, on:

C_i =concentració inicial C_f =concentració final

V_i =Volum inicial V_f =volum final

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

$$V_i = \frac{C_f \times V_f}{C_i} \rightarrow V_i = \frac{0,15\text{g/L} \times 1\text{L}}{3\text{ g/L}} = 0,05\text{L} \times \frac{1000\text{ml}}{1\text{L}} = 50\text{ml}$$

Reactiu brucina-àcid sulfanílic: Es va dissoldre 1 g de brucina i 0,1 g d'àcid sulfanílic en 70 ml d'aigua destil·lada calenta per facilitar i accelerar la seva dissolució. Posteriorment, es van afegir 30 ml d'àcid clorhídric concentrat i es va deixar refredar, es va enrasar fins a 100 ml amb aigua i es va guardar la solució en flascó topazi.

Solució d'àcid sulfúric: es van afegir amb 500 ml d'àcid sulfúric concentrat a 75 ml d'aigua destil·lada.

❖ Preparació de mostres:

1. Triturar les mostres en la picadora
2. Pesar g de la mostra triturada i passar-la a un matràs de 25 ml. Afegir 5 ml d'alcohol al 40%.
3. Posar la mescla en l'agitador i escalfar suaument. Mantenir en agitació durant una hora.
4. Introduir la mescla anterior a través d'un embut, amb ajuda d'una vareta de vidre, al matràs aforat de 25 ml. Afegir 0,5 ml de la solució de ferrocianur potàssic i 0,5 ml de la solució d'acetat de zinc. Enrasar. Agitar i deixar 10 minuts en repòs.
5. Centrifugar 5 minuts a 2000 rpm.
6. Filtrar el líquid precipitat sobre una proveta de 200 ml. Abocar el contingut en el vas de precipitats.
7. Evaporar en la placa calefactora fins a 10 ml aproximadament per a eliminar l'alcohol. Deixar refredar i introduir el líquid a una altra proveta enrasant fins a 25 ml amb aigua destil·lada.

(repetir el procés amb totes les mostres) (anar rentant sempre que es pugui).

❖ Corba de calibració:

Preparar 5 tubs d'assaig de plàstic d'acord amb la següent taula:

<u>Marca matràs</u>	<u>Solució patró nitrat potàssic</u>	<u>Aigua destil·lada</u>
B	0 ml	1ml
I	0,05ml	0,95ml
II	0,1ml	0,9ml
III	0,2ml	0,8ml
IV	0,4ml	0,6ml

Taula 12: mesures tubs d'assaig

1. Transferir, agitant prèviament, 0,2 ml de cadascun dels punts de la corba patró, (B, I, II, III, IV) al seu corresponent tub graduat de 10 ml de vidre.
2. Afegir els següents reactius a l'extracte i als diferents punts de la corba patró: 0,02 ml del reactiu brucina-àcid sulfanílic i 0,2 ml de la solució d'àcid sulfúric, aquest últim molt lentament. Barrejar i deixar en repòs durant 10 minuts en fosc.
3. Afegir 0,4 ml d'aigua destil·lada, agitant amb la vareta de vidre. Deixar reposar durant 15 minuts en la fosc i en un bany de gel.
4. Treure els tubs del bany fins que aconseguixin la temperatura ambient. Enrasar fins a 1 ml amb aigua destil·lada.

❖ Per determinar longitud d'ona:

1. Introduir solucions B, II i III en l'espectrofotòmetre
2. Calibrar l'espectrofotòmetre amb solució B
3. Triar en el menú l'opció ESPECTRE i analitzar les solucions II i III

❖ Determinació de l'absorbància:

1. Col·locar en les cel·les de l'espectrofotòmetre les 5 solucions.
2. En el menú principal triar l'opció FOTOMÈTRICA i calibrar amb la longitud d'ona obtinguda per a trobar l'absorbància de les solucions.

❖ Determinació de NO₃ en cada mostra:

1. Posar totes les solucions de cada mostra a l'espectrofotòmetre i llegir la seva absorbància.
2. Extrapolar l'absorbància obtinguda per a les mostres i expressar el corresponent contingut en nitrats en mg/Kg

7.3. Annex 3: Càlculs

Partint de l'equació: $y=2696,761 \times x$ Per a extrapolacions: $1\text{kg}=1000\text{g}$

- **Llangonissa:**

L1= 0,121abs i 3,045g mostra

$$0,121=2696,761 \times x \rightarrow x = \frac{0,121}{2696,71} = 4,487 \times 10^{-5} \text{ g } NO_3^-$$

$$4,487 \times 10^{-5} \times 25 = 1,112 \times 10^{-3} \text{ g } NO_3^-$$

$$3,045 \rightarrow 1,112 \times 10^{-3} \quad x = \frac{1000 \times 1,112 \times 10^{-3}}{3,045} = 0,365 \text{ g } NO_3^- / \text{kg}$$

$$1000 \rightarrow x$$

$$0,365 \text{ g } NO_3^- / \text{kg} \times \frac{1000 \text{ mg } NO_3^-}{1 \text{ g } NO_3^-} = 365 \text{ mg } NO_3^- / \text{kg}$$

L2= 0,184abs i 3,243g mostra

$$0,184=2696,761 \times x \rightarrow x = \frac{0,184}{2696,71} = 6,823 \times 10^{-5} \text{ g } NO_3^-$$

$$6,823 \times 10^{-5} \times 25 = 1,706 \times 10^{-3} \text{ g } NO_3^-$$

$$3,243 \rightarrow 1,706 \times 10^{-3} \quad x = \frac{1000 \times 1,706 \times 10^{-3}}{3,243} = 0,525 \text{ g } NO_3^- / \text{kg}$$

$$1000 \rightarrow x$$

$$0,525 \text{ g } NO_3^- / \text{kg} \times \frac{1000 \text{ mg } NO_3^-}{1 \text{ g } NO_3^-} = 525 \text{ mg } NO_3^- / \text{kg}$$

L3= 0,114abs i 3,145g mostra

$$0,114=2696,761 \times x \rightarrow x = \frac{0,114}{2696,71} = 4,223 \times 10^{-5} \text{ g } NO_3^-$$

$$4,223 \times 10^{-5} \times 25 = 1,057 \times 10^{-3} \text{ g } NO_3^-$$

$$3,145 \rightarrow 1,057 \times 10^{-3} \quad x = \frac{1000 \times 1,057 \times 10^{-3}}{3,145} = 0,336 \text{ g } NO_3^- / \text{kg}$$

$$1000 \rightarrow x$$

$$0,336 \text{ g } NO_3^- / \text{kg} \times \frac{1000 \text{ mg } NO_3^-}{1 \text{ g } NO_3^-} = 336 \text{ mg } NO_3^- / \text{kg}$$

- **Frankfurt:**

F1= 0,25abs i 5,1g mostra

$$0,25=2696,761 \times x \rightarrow x = \frac{0,25}{2696,71} = 9,271 \times 10^{-5} g NO_3^-$$

$$9,271 \times 10^{-5} \times 25 = 2,318 \times 10^{-3} g NO_3^-$$

$$5,1 \rightarrow 2,318 \times 10^{-3} \quad x = \frac{1000 \times 2,318 \times 10^{-3}}{5,1} = 0,454 g NO_3^- /kg$$

1000 → x

$$0,454 g NO_3^- /kg \times \frac{1000 mg NO_3^-}{1 g NO_3^-} = 454 mg NO_3^- /kg$$

F2= 0,174abs i 5,145g mostra

$$0,174=2696,761 \times x \rightarrow x = \frac{0,171}{2696,71} = 6,452 \times 10^{-5} g NO_3^-$$

$$6,452 \times 10^{-5} \times 25 = 1,613 \times 10^{-3} g NO_3^-$$

$$5,145 \rightarrow 1,613 \times 10^{-3} \quad x = \frac{1000 \times 1,613 \times 10^{-3}}{5,145} = 0,314 g NO_3^- /kg$$

1000 → x

$$0,314 g NO_3^- /kg \times \frac{1000 mg NO_3^-}{1 g NO_3^-} = 314 mg NO_3^- /kg$$

F3= 0,197abs i 5,243g mostra

$$0,197=2696,761 \times x \rightarrow x = \frac{0,197}{2696,71} = 7,305 \times 10^{-5} g NO_3^-$$

$$7,305 \times 10^{-5} \times 25 = 1,826 \times 10^{-3} g NO_3^-$$

$$5,243 \rightarrow 1,826 \times 10^{-3} \quad x = \frac{1000 \times 1,826 \times 10^{-3}}{5,243} = 0,348 g NO_3^- /kg$$

1000 → x

$$0,348 g NO_3^- /kg \times \frac{1000 mg NO_3^-}{1 g NO_3^-} = 348 mg NO_3^- /kg$$

- **Salami:**

S1= 0,113Abs i 4,525g mostra

$$0,113=2696,761 \times x \rightarrow x = \frac{0,113}{2696,71} = 4,19 \times 10^{-5} g NO_3^-$$

$$4,19 \times 10^{-5} \times 25 = 1,048 \times 10^{-3} g NO_3^-$$

$$4,525 \rightarrow 1,048 \times 10^{-3} \quad x = \frac{1000 \times 1,048 \times 10^{-3}}{4,525} = 0,232 g NO_3^- /kg$$

1000 → x

$$0,232 g NO_3^- /kg \times \frac{1000 mg NO_3^-}{1 g NO_3^-} = 232 mg NO_3^- /kg$$

S2= 0,075abs i 4,65g mostra

$$0,075=2696,761 \times x \rightarrow x = \frac{0,075}{2696,71} = 2,781 \times 10^{-5} g NO_3^-$$

$$2,781 \times 10^{-5} \times 25 = 6,953 \times 10^{-4} g NO_3^-$$

$$4,65 \rightarrow 6,953 \times 10^{-4} \quad x = \frac{1000 \times 6,953 \times 10^{-4}}{4,65} = 0,1495 g NO_3^- /kg$$

1000 → x

$$0,1495 g NO_3^- /kg \times \frac{1000 mg NO_3^-}{1 g NO_3^-} = 149,5 mg NO_3^- /kg$$

S3= 0,09abs i 4,532g mostra

$$0,09=2696,761 \times x \rightarrow x = \frac{0,09}{2696,71} = 3,337 \times 10^{-5} g NO_3^-$$

$$3,337 \times 10^{-5} \times 25 = 8,344 \times 10^{-4} g NO_3^-$$

$$4,523 \rightarrow 8,344 \times 10^{-4} \quad x = \frac{1000 \times 8,344 \times 10^{-4}}{4,523} = 0,184 g NO_3^- /kg$$

1000 → x

$$0,184 g NO_3^- /kg \times \frac{1000 mg NO_3^-}{1 g NO_3^-} = 184 mg NO_3^- /kg$$

7.4. Annex 4: Fulla seguretat brucina

 UNIVERSITAT DE BARCELONA	Registre UB Facultat / Centre Departament Laboratori Data d'inici Data d'ompliment	<table border="1"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>						

Altament perillosos (mortals)

PRODUCTE/S BRUCINA

H300+310+330: Mortal en cas d'ingestió, en contacte amb la pell o en cas d'inhalació. **H304:** Pot ser mortal en cas d'ingestió i penetració en les vies respiratòries. **P273:** Cal evitar el seu alliberament al medi ambient. **P280:** Heu de portar guants / roba / ulleres / màscara de protecció. **P307+311:** EN CAS D'exposició: telefoneu un CENTRE D'INFORMACIÓ TOXICOLÒGICA o un metge. **404:** Cal emmagatzemar en un recipient tancat.

Codi L.E.R.: **16 05 06**
Codi de perillositat : **HP5/HP6/HP7**
Classe ADR: **6.1**



PERILL / PELIGRO / DANGER

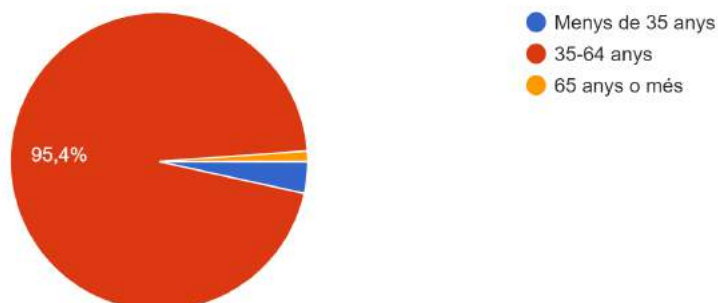
UN2811

Figura 43: Seguretat brucina. Font: UB

7.5. Annex 5: Gràfiques enquesta

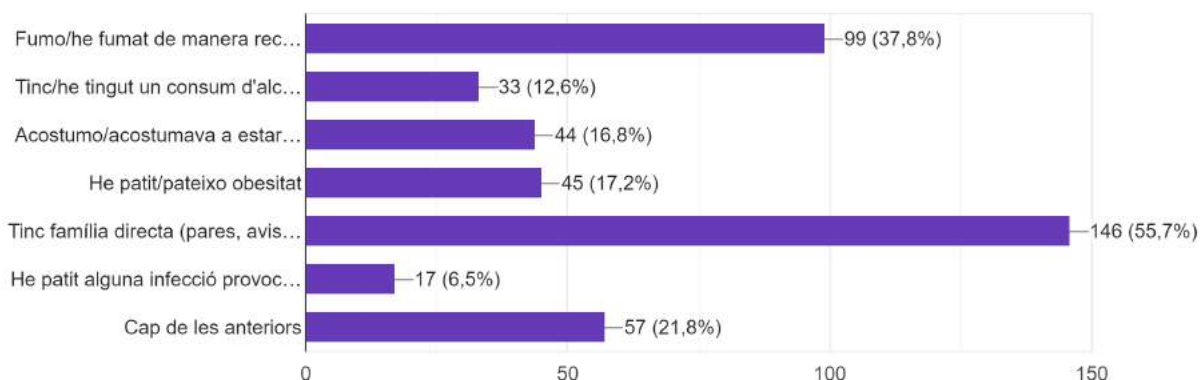
Quina és la teva franja d'edat?

262 respostes



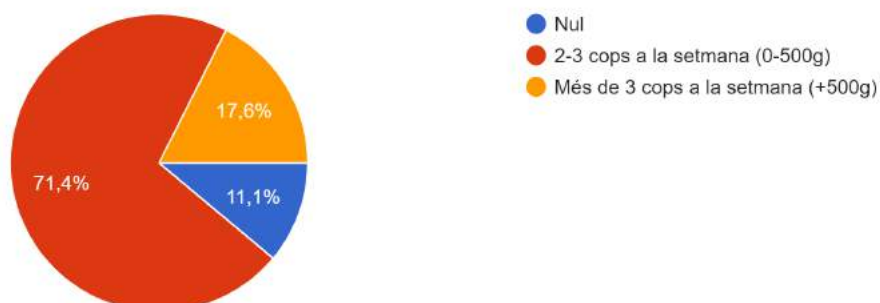
Escull quina o quines de les opcions següents s'adeqüen al teu cas personal:

262 respostes



Com és el teu consum de carns vermelles i carns processades?

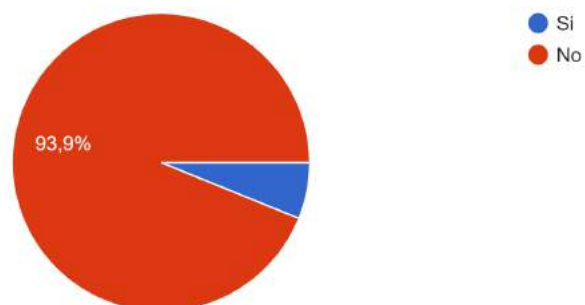
262 respostes



Estudi del contingut de nitrats a les carns i el seu possible efecte cancerigen als organismes humans

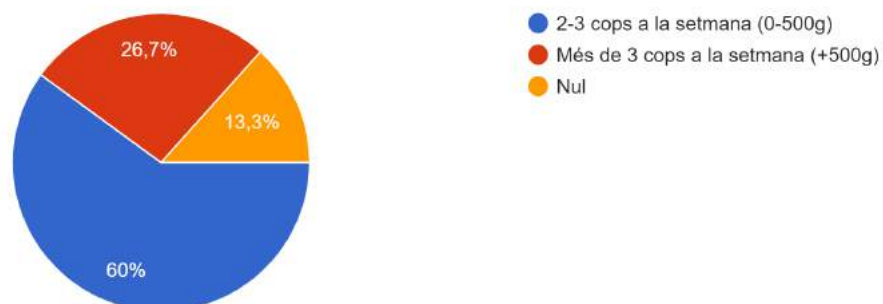
Has estat diagnosticat/da algun cop amb càncer?

262 respostes



Com era el teu consum de carns vermelles i processades abans del diagnòstic?

15 respostes



7.6. Annex 6: Pòster



