

Anna Vidal

Exposició humana a través de la dieta de nitrats, nitrits i nitrosamines. Una revisió de la literatura científica

TREBALL DE FI DE GRAU

Dirigit per Dra. Ana Bocio i Dr Martí Nadal

Grau de Nutrició Humana i Dietètica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Reus

2016

Treball grupal realitzat amb: Noemí Arasa, Mònica Llagostera i Daniel Acosta.

Índex

Abstract	2
1.Introducció	4
2.Metodologia de recerca	6
3.Aliments i nitrats, nitrits i nitrosamines: l'exposició alimentària a diversos països.....	7
3.1.Amèrica	8
3.1.1 Estats Units.	9
3.2.Àsia	10
3.2.1.Corea	10
3.2.2.Japó	10
3.2.3.Xina.....	11
3.2.4.Irán.....	11
3.2.5.Hong Kong.	12
3.3.Països Europeus	12
3.3.1.França.	12
3.3.2.Estònia	13
3.3.3.Dinamarca.	13
3.3.4.Alemanya.	14
3.3.5.Regne unit.....	14
3.3.6.Suècia	14
3.3.7.Espanya.	14
3.3.8.Itàlia.....	15
3.3.9.Romania.....	15
4.Conclusions	15

Abstract

La organització mundial de la salut (OMS), l'any 2015, va recomanar limitar el consum de carns vermelles i derivats degut a que la revista *The Lancet Oncology* va publicar una revisió que relacionava la ingesta de carn vermella i processada amb el risc de càncer. Aquesta associació, segons els autors d'aquesta revisió, és degut a la presència de compostos iònics; nitrats, nitrits i nitrosamines. Els nitrats es troben en la naturalesa, formant part del cicle del nitrogen i les principals fonts d'exposició són les verdures, hortalisses i l'aigua de consum. Els nitrits s'utilitzen de forma habitual com additius a la indústria per tal de potenciar el color vermell de les carns. Les nitrosamines sorgeixen de la interacció dels nitrats i nitrits amb amines secundàries, que són substàncies generades per la degradació de les proteïnes.

En aquest treball, es revisa la literatura científica en relació a les concentracions i consum d'aquests compostos arreu del món. Inesperadament, s'ha detectat una manca considerable d'estudis científics en continents com Àfrica i Oceania. Es va obtenir informació d'Europa, Amèrica i Àsia, tot i que els estudis revisats eren antics i les dades eren limitades degut a la poca variabilitat d'aliments que s'analitzaven. Les dades extretes dels països, tant pel que fa la concentració com la ingesta d'aliments, mostren diferències entre ells.

Segons alguns autors, una dieta rica en verdures i hortalisses, tot i contenir altes quantitats de nitrats, pot protegir enfront l'aparició de certs càncers per la presència d'elements antioxidants com les vitamines C i E que han demostrat inhibir la formació de nitrosamines, especialment nitrosodimetilamina (NDMA).

S'haurien de realitzar estudis més actuals de dieta total amb l'objectiu de confirmar si el consum excessiu de nitrats, nitrits i nitrosamines poden suposar un problema important de salut.

1. Introducció

A l'any 2015, la revista *The Lancet Oncology*, va publicar una revisió d'un total de 800 estudis epidemiològics que van relacionar la ingesta de carn vermella i processada amb el risc de càncer, principalment colorectal¹. A partir d'aquest estudi, l'OMS va publicar una nota de premsa on exposava aquests resultats. A més, l'OMS recomana limitar la ingesta d'aquest tipus de carn i derivats com una estratègia per prevenir el càncer.²

La IARC (l'Agència Internacional de Recerca en el Càncer) va classificar la carn vermella com a probable cancerígena en humans (Grup 2A) i a la carn processada (derivats) com a cancerígena en humans (Grup 1). Segons l'informe del consum alimentari a Espanya publicat l'any 2014, la ingesta de carn total per càpita va ser d'un 51% respecte el total de la dieta de la població espanyola. D'aquest 51%, un 11.93% corresponia a un consum de carn processada.³

La incidència de càncer, pot ser deguda a la presència de certs compostos químics presents en la carn vermella i processada, que són, nitrats, nitrits i nitrosamines.⁴

S'ha establert que els nitrats, per se, no suposen cap factor de risc per la salut, però al reduir-se a nitrit, aquest pot combinar-se amb altres substàncies endògenes de l'organisme (amines resultants de la degradació de proteïnes) per formar N-nitrosocompostos (nitrosamines, entre d'altres), substàncies potencialment perilloses. Tot i així, encara no s'han establert els mecanismes que poden ser responsables de la carcinogenicitat de la carn vermella i la carn processada.⁵

Els nitrats i nitrits són compostos iònics que es troben en la naturalesa, formant part del cicle del nitrogen. A més, els podem trobar també al sòl i en aigües subterrànies. El nitrat (NO_3^-) és la forma estable de les estructures oxidades del nitrogen, i malgrat la seva baixa reactivitat química pot ser reduït per acció microbiològica. Per altra banda, el nitrit (NO_2^-), és oxidat amb facilitat per processos químics o biològics a nitrat, o bé reduït originant diversos compostos.

Les carns vermelles i processades no són la principal font de nitrats en la dieta. Les verdures i hortalisses són els aliments amb més contingut, trobant-se les concentracions més elevades comparat amb la resta d'aliments.⁶ Els nitrits, en canvi, rarament se'ls identifica en productes vegetals, essent més presents en altes concentracions en carns curades i processades, a més de l'aigua (en forma d'additiu). Tot i així, tant els nitrats com els nitrits s'utilitzen sovint en la indústria alimentària i actuen com a potents antimicrobians allargant la vida útil dels aliments

i/o productes que els contenen i potenciant certes característiques organolèptiques com el color de les carns i derivats. Per altre banda, s'ha trobat que els nitrats i nitrits poden jugar un paper essencial en la salut cardiovascular degut als seus efectes hipotensors, antiagregants plaquetaris (antitrombòtics), gràcies a la producció d'òxid nítric^{7,8,9}.

Segons els autors, a major consum de nitrits, major ingesta de vitamina C a partir de verdures i fruites. Aquesta dada pot ser favorable degut a que hi ha evidències que un consum elevat d'aquesta vitamina pot inhibir la formació de NDMA, tot i ingerir altes concentracions de nitrits, com és el cas. Així, una dieta amb grans quantitats de verdures i fruites pot prevenir la formació de compostos tòxics com les NDMA i l'aparició de malalties com el càncer.

Pel que fa a la exposició a través de la dieta d'aquests compostos, tant la JECFA (Comitè d'Experts de la FAO/OMS) com el SCF (Comitè Científic dels Productes Alimentaris), estableixen una ingesta diària admissible (IDA) de nitrats i nitrits de **0-3.7mg/kg pes/d** i de **0-0.7mg/kg pes/d** respectivament¹⁰.

L'EPA (l'agència de protecció del medi ambient) ha establert uns nivells d'ingesta màxima admissible també per les nitrosamines. Existeixen diferents variants de nitrosamines amb diferents ingestes per cadascuna d'elles, essent la més prevalent i majoritària la nitrosodimetilamina, amb una ingesta màxima admissible de **51mg/kg pes/dia**.¹⁰

Els estudis de dieta total, permeten valorar quin consum de nitrats, nitrits i nitrosamines té la població mitjançant la dieta global. Aquests tipus d'estudi és una eina per avaluar l'exposició a contaminants químics a través de la dieta. Consisteix en la selecció i recol·lecció d'aliments que representen el conjunt de la dieta típica d'una població els quals es preparen tal i com es consumeixen, s'analitzen i s'agrupen per cada contaminant químic i/o nutrient analitzat segons les categories d'aliments que representen. Els resultats de les concentracions detectades es combinen amb les dades de consum d'aliments, el que permet als científics calcular la quantitat de cada substància química que està sent consumida per una població específica (homes, dones, nens...) com part de la seva dieta típica¹¹.

L'objectiu d'aquesta revisió bibliogràfica és identificar quins estudis hi ha fins al moment a nivell mundial que valorin l'exposició dietètica de nitrats, nitrits i nitrosamines.

2. Metodologia de recerca

Per dur a terme una cerca adequada sobre l'exposició de nitrosamines a través de la ingesta total d'aliments en diversos indrets del món, s'han utilitzat diferents mètodes de recerca.

En primer lloc, en la base de dades SCOPUS, introduint les paraules "*total diet study*" i "*nitrosamines*", es va obtenir un resultat global de 156 articles. D'aquests, se'n van excloure 142 articles perquè no parlaven de la ingesta total de nitrats, nitrits i nitrosamines. També es van descartar degut a que no s'analitzava la concentració d'aquestes substàncies químiques en cap aliment i/o producte alimentari.

Es van excloure també aquells articles que van fer servir mètodes de quantificació de nitrats, nitrits i nitrosamines en aliments i productes industrials de dubtosa eficàcia (mètodes que ja estaven obsolets o en desús). Tampoc es van excloure tots aquells estudis en els quals la intervenció es realitzava en models d'experimentació animal ja que els resultats que es poguessin obtenir a partir d'aquests models, no són fàcilment extrapolables als casos dels humans i, per tant, la fiabilitat dels mateixos seria molt reduïda.

Per altra banda, es van incloure 14 estudis que feien referència a la recollida de dades a través de la ingesta i/o exposició alimentària als nitrats, nitrits i nitrosamines (qüestionaris de freqüència de consum d'aliments i taules de composició d'aliments), aquells que tenien una mostra de població significativa, ambdós sexes i diversos rangs d'edat.

En segon lloc, per fer una cerca més exhaustiva en la base de dades PUBMED, es van utilitzar les paraules clau "*nitrate*", "*nitrite*", "*exposure*", "*dietary intake*", "*total diet study*", "*foodstuff*" i "*worldwide*". En aquest cas el número d'articles resultants van ser de 8. Posteriorment, per ampliar la quantitat d'estudis a revisar, es va procedir a fer una tercera i definitiva cerca on es van recopilar un total de 5 articles més especificant el nom dels països amb la finalitat d'obtenir informació rellevant d'aquestes zones específiques. Així doncs, el número total d'estudis a revisar va ser de 27, distribuïts entre tres continents: Amèrica, Àsia i Europa

3. Aliments i nitrats, nitrits i nitrosamines: l'exposició alimentària a diversos països

Les dades sobre la concentració i la ingesta alimentària de nitrats, nitrits i nitrosamines, en diversos països es resumeixen a la *Taula 1* i *Taula 2* respectivament.

Taula 1. Concentració de nitrats, nitrits i nitrosamines en diferents països

LOCALITZACIÓ		ANY	COMENTARIS	CONCENTRACIÓ			REFERÈNCIES
Continent	País			Nitrats	Nitrits	Nitrosamines	
AMÈRICA	<i>Estats Units, Washington</i>	1981	Llet en pol s/ greix	-	-	0.0037 mg/kg	(17)
	<i>Estats Units</i>	1978-80	Bacon i bacon fregit	-	-	85-110 mg/kg	(16)
	<i>Estats Units</i>	2008	Làctics, carns, olis, fruites i verdures, cereals, begudes i dolços	0-189mg/ració*	0-1.84mg/ració*	0.53ug/ració*	(15)
ÀSIA	<i>Corea</i>	2003	Vegetals	23-5150 mg/kg	0.6 mg/ració*	-	(18)
	<i>Iran</i>	2006	Verdures	251-3000 mg/kg	1.5-9.45 mg/kg	-	(24)
	<i>Japó</i>	2009	Verdures	450-5650 mg/kg	-	-	(20)
	<i>Hong Kong</i>	2010	Verdures	<5- 4.800 mg/kg	<1 mg/kg	-	(25)
	<i>Xina</i>	2012	Verdures fermentades	2.62-6.41 mg/kg	-	-	(21)
	<i>Iran</i>	2010	Verdures	33.6-74.8mg/kg	5.6-8.78mg/kg	-	(22)
EUROPA	<i>França</i>	1980	Aliments i cervesa	-	-	1x10 ⁻³ mg/kg	(26)
	<i>Estònia</i>	2005	Verdures i hortalisses	55-2936 mg/kg	< 5 mg/kg	-	(28)
	<i>Itàlia</i>	2006	Carn	0,10 mg / kg	-	-	(36)
	<i>Romania</i>	2011	Carn fresca i processada	-	-	1-10ug/kg	(37)

- Població general

- mg/kg d'aliment

* Equivalències de racions (R) per cada aliment: 1 R làctic = 245 gr, 1R carn = 100 gr, 1R fruita = 180 gr, 1R cereals de l'esmorzar = 30 gr, 1R pasta cuïta = 140 gr, 1R verdura = 80 gr, 1R d'oli = 15 gr, 1R mantega = 5 gr, 1R brioixeria =30 gr, 1R fruits secs = 18 gr, 1R beguda alcohòlica fermentada = 350 ml, 1R beguda alcohòlica destil·lada =40 ml i 1R d'altres begudes de malta = 240 ml.

Taula 2. Ingesta alimentària de nitrats, nitrits i nitrosamines en diferents països

LOCALITZACIÓ		ANY	COMENTARIS	CONSUM			REFERÈNCIES
Continent	País			Nitrats	Nitrits	Nitrosamines	
AMÈRICA	<i>Estats Units</i>	1998	Carn, verdures i hortalisses	53-530 mg/dia	0-20 mg/dia	-	(13)
	<i>Estats Units</i>	1998	Cervesa, bacon, carns curades i formatge	-	-	5-22 mg/dia	(12)
	<i>Estats Units</i>	2003	Verdures, carn, peix, productes làctics i ous	40.48 mg/dia	1.53 mg/dia	0,47 mg/dia	(14)
ÀSIA	<i>Japó</i>	1983	Peix, carn, derivats, formatge i cervesa	-	-	0,5 mg/dia	(18)
	<i>Hong Kong</i>	2010	Verdures	Cru: 264 mg/dia Cuit: 210 mg/dia	0.23-0.31 mg/dia	-	(25)

EUROPA	<i>Alemanya, Heidelberg</i>	1980	Carns curades i cervesa	-	-	1.1ug/dia	(31)
	<i>Regne Unit Oxfors i Gales,</i>	1986	Dieta	95 mg/dia	1,4 mg/dia	-	(33)
	<i>Suècia</i>	1987	Dieta total	-	-	0,29ug/d	(34)
	<i>Alemanya</i>	1991	Aliments preparats i begudes alcohòliques	-	-	Homes: 0,3 ug/dia Dones: 0,2 ug/dia	(32)
	<i>Dinamarca</i>	1999	Verdures i hortalisses	41 mg/dia	0.09 mg/dia	-	(29)
	<i>Estònia</i>	2005	Verdures i hortalisses	7.3 -14mg/dia	-	-	(28)
	<i>Espanya</i>	2005	carn i derivats	-	0.994 mg/dia	0.114ug/dia	(35)
	<i>França, Maisons Alfort</i>	2007	Carns processades, verdures i aigua	-	62-99.34_mg/dia	-	(27)
	<i>Dinamarca, Søborg,</i>	2014	Carn processada	-	-	Adults: 20g/dia Nens: 16g/dia	(30)

* població general

3.1. Amèrica

En els països pertanyents a aquesta zona, la poca informació trobada, fa referència principalment als països del nord (Estats Units), on cadascun d'ells es diferencia per la quantitat consumida de nitrats, nitrits i nitrosamines. Els productes alimentaris que més es van estudiar van ser les carns processades, verdures i hortalisses i en menor mesura productes làctics i begudes alcohòliques, com la cervesa. En aquest continent, hi ha una limitació d'estudi pel que fa a la variabilitat d'aliments i són poc representatius d'una dieta variada i equilibrada (només s'avalua bacon i llet en pols), per tant, les dades obtingudes a partir dels mateixos, no ens proporcionen suficient informació per poder valorar un possible risc. A continuació, s'exposen alguns estudis que s'han realitzat en aquest continent.

Seria interessant obtenir dades d'altres països.

3.1.1 Estats Units: es van analitzar el consum de nitrosamines, concretament la nitrosodimetilamina (NDMA) en els aliments més prevalents d'aquesta zona: bacon, cervesa, carns processades (curades) i formatge amb un consum de 5,8,17 i 22 ug/kg respectivament¹².

Un estudi realitzat l'any anterior, analitza la ingesta de nitrats i nitrits a partir de verdures i hortalisses, carn i derivats. Aquesta ingesta s'estableix d'entre 0 a 20 mg/dia de nitrats i la dels productes càrnics d'entre 53 i 350 mg/dia de nitrits¹³. Suposant una ingesta màxima admissible (IDA) de 3.7 mg/kg/d pels nitrats i 0.07mg/kg/d pels nitrits en una persona adulta de 60 kg de pes segons la FAO/OMS, el consum d'aquests compostos sobrepassarien els límits,

comportant un risc per la salut.

Un estudi més actual, va analitzar el consum de nitrats, nitrits i nitrosamines a partir de fonts alimentaries com verdures, carn, peix, productes làctics i ous. Es va determinar que la ingesta de nitrats va ser de 40.48mg/d, la de nitrits de 1.53mg/d i les nitrosamines de 0.47ug/d¹⁴.

Un altre estudi realitzat en aquest país va avaluar el contingut de nitrats, nitrits i nitrosamines (0-189mg/ració, 0-1.84mg/ració i 0.53ug/ració, respectivament) de molts aliments variats; làctics, carns, begudes, verdures, fruites, olis, greixos i dolços. Aquest tres últims van reportar una quantitat de nitrats quasi inexistent (greixos: 0-4.1mg/ració; dolços: 0-1.6mg/ració). El grup d'aliment amb més contingut de nitrats va ser el de les verdures, on destaca especialment els espinacs i carbassó, amb una concentració és 189mg/ració i 44 mg/ració respectivament, seguit del grup de les carns destacant: salsitxes (11mg/ració), fetge (10mg/ració), porc, corder i vedella (5.8-8.2mg/ració).

Pel que fa als nitrits, el grup d'aliments amb més contingut van ser el de les carns i derivats concretament la carn de vedella i porc (1.8mg/ració i 1.3mg/ració). On es van trobar unes quantitats molt baixes van ser als làctics (formatges i llet semi, de 0-0.01mg/ració), les fruites (0-0.03mg/ració) i greixos (0-0.13mg/ració).

Per la seva banda, les nitrosamines van ser majoritàriament identificades en les begudes alcohòliques, concretament en la cervesa (0.5ug/ració). En segon lloc les carns (porc i vedella), amb unes quantitats d'entre 0.3-0.5 ug/ració. Per últim destaca el grup dels làctics (formatge ricotta amb 0.3ug/ració). Les fruites, verdures, dolços i greixos no van destacar per la presència d'aquest compost.¹⁵

En un altre estudi, es va observar la concentració de nitrosamines a partir de bacon i bacó fregit, amb uns nivells de 85mg/kg i 110mg/kg respectivament.¹⁶

A Washington, Estats units, es va analitzar la concentració de NDMA en un producte làctic com és la llet en pols sense greix, donant un valor de 3.7mg/kg.¹⁷

3.2. Àsia

En el continent asiàtic, podem comprovar que el consum de nitrosamines és més elevat al Japó, mentre que a Hong Kong el consum és més elevat de nitrats i nitrits.

Per les concentracions de nitrats destaca, Japó, per les de nitrits, Xina, i pel que fa referència a la concentració de nitrosamines cap dels 6 estudis esmenta resultats.

Referent als aliments podem observar que, el consum i concentració dels

aliments més estudiats corresponen principalment a verdures i hortalisses, seguit de la carn i derivats, peix, làctics (formatge) i la cervesa. Alguns dels estudis diferencien entre els productes en cru i cuit, Pel que fa la cervesa, els estudis revelen que la quantitat elevada de nitrosamines que presenta, és degut al procés d'assecat del gra, utilitzat posteriorment per l'elaboració de la cervesa. També fan referència a que aquesta quantitat es podria evitar modificant aquest procés d'una manera més natural.

3.2.1. Corea: va analitzar la concentració de nitrats i nitrits en diferents productes d'origen vegetal com la col xinesa, el rave, l'enciam, soja, ceba, carbassa, cogombre, pebrot verd, pastanaga i patata. Els autors van observar concentracions més altes de nitrats en l'all (5150mg/kg), als espinacs 4259mg/kg. Per altre banda, també es van observar concentracions importants al rave (1878mg/kg) i a la col xinesa (1740mg/kg). Les menors concentracions es van trobar en la ceba (23mg/kg), als brots de soja (56mg/kg) i al pebre verd (76mg/kg). Pel que fa al contingut de nitrits, de manera general, es van trobar a tots els vegetals en unes dosis de 0.6mg/kg, tot i que no és estadísticament significatiu entre la majoria d'ells.

No es van trobar concentracions de nitrosamines en cap d'aquests productes¹⁸.

3.2.2. Japó: Un estudi va analitzar la ingesta de peix i derivats, productes càrnics, cervesa i formatge. El consum mig de nitrosamines va ser 0.5ug/dia, d'on el 88% provenia del peix i del marisc¹⁹.

Un altre estudi analitza la concentració en diferents tipus de verdures (espinacs, col xinesa, bolets algues, mongeta verda, ta cai, chin gin cai, cardo mariano). Només van trobar concentracions de nitrats, on el rang anava de 450a 5650mg/kg,²⁰

3.2.3. Xina: diferents verdures fermentades van ser analitzades (cogombre, nap i coliflor) per la seva concentració en nitrats. Es van analitzar diferents mostres de cada aliment i es van obtenir dos valors; màxim i mínim de cadascun d'ells. Així, per exemple, en el cas del cogombre el rang anava de 2.62mg/kg (mínim) a 5.32mg/kg (màxim). En el cas del nap, els valors es movien de 2.68 a 5.47 i pel que fa a la coliflor, van trobar unes quantitats d'entre 3.08 i 6.41 mg/kg, respectivament²¹.

3.2.4. Iran: Un estudi va quantificar les concentracions de nitrats i nitrits en diversos productes com el vinagre, begudes ensucrades, suc de fruita, i hortalisses com el tomàquet i el cogombre. Les quantitats de nitrats present en els aliments prèviament descrits són: 6.58mg/kg, 34.45mg/kg, 37.15mg/kg, 7.82mg/kg i 42.7mg/kg, respectivament. Pel que fa a la quantitat de nitrits, les dosis van ser de 1.51mg/kg, 7.72mg/kg, 6.8mg/kg, 1.81mg/kg i 9.03mg/kg²².

Dos estudis més, van observar concentracions tant en nitrats com de nitrits en diferents tipus de verdures. En el primer es van analitzar el tomàquet, l'api, albergínia, ceba, la menta, els espinacs i la patata com a tubercle. Podem classificar aquests aliments segons la seva concentració de nitrats i nitrits en ordre descendent: menta i espinacs (74.8g/kg) > patata (73.40mg/kg) > albergínia (67mg/kg) > api (46mg/kg) > ceba (36.9mg/kg) > tomàquet (33.6mg/kg).

Pels nitrits, l'ordre de classificació es mantindria igual i els valors serien els següents: menta (8.78mg/kg) > espinacs (8.63mg/kg) > patata (8.1mg/kg) > albergínia (7.4mg/kg) > api (6.3mg/kg) > ceba (6.09mg/kg) > tomàquet (5.6mg/kg).²³

El segon estudi realitzat també va observar altes quantitats de nitrats i nitrits en verdures i hortalisses. Seguint la mateixa dinàmica que en l'anterior, els autors van dividir els diferents aliments en ordre descendent segons la seva concentració. Pel que fa els nitrats: api (3000mg/kg) > enciam (1705mg/kg) > tomàquet (1644mg/kg) > Patata (184mg/kg) > Menta (154mg/kg) > All (197mg/kg) > Pastanaga (251mg/kg). Pel que fa els nitrits: tomàquet (9.45mg/kg) > remolatxa (7.5mg/kg) > carbassó (7mg/kg) > coriandre (2mg/kg) > patata (1.8g/kg) > menta (1.5g/kg)²⁴.

3.2.5. Hong Kong: es va analitzar tant la concentració de nitrats i nitrits com el consum. Es va estimar la quantitat mitjana de nitrats en els diferents aliments (verdures de fulla, llegums, bolets, fruites i tubercles) d'entre 5 - 4.800 mg/kg, sent l'aliment amb més concentració els espinacs (4800mg/kg) i els de menor quantitat els bolets (5mg/kg) passant per d'altres com els vegetals de fulla (2 100 mg/kg), tubercles com la patata (720mg/kg) i llegums (140mg/kg).

S'ha observat una diferència en la quantitat de nitrats en els aliments en cru respecte els aliments cuits, sent els primers els que major contingut presenten

respecte els segons. Tenint en compte aquestes dades, els autors conclouen que aquestes quantitats superen les ingestes diàries admissibles (IDA). No obstant, la quantitat de nitrit observat va ser molt inferior a la IDA, ja que la concentració mitja estimada no va superar el mil·ligram per quilogram de pes de l'aliment²⁵.

3.3. Països Europeus

En els països pertanyents a la Unió Europea, la informació sobre les concentracions de nitrats, nitrits i nitrosamines en els aliments, així com en la ingesta dietètica d'aquests contaminants per la població en general és força extensa i en particular diversificada, depenent de cada país específic. Amb els articles científics publicats, es pot assenyalar que Estònia destaca per les concentracions elevades de nitrats i nitrits i amb una informació limitada pel que fa les nitrosamines, mentre que Romania destaca per la concentració elevada de nitrosamines.

En el continent Europeu pel que fa el consum de nitrats destaquem el Regne Unit, per els nitrits destaquem França i pel que fa a les nitrosamines Alemanya. A continuació, un resum dels estudis més representatius es presenta d'acord als respectius països.

3.3.1. França: es van analitzar un total de 168 productes alimentaris entre els quals 122 van ser aliments i la resta (46) van ser begudes alcohòliques (cervesa). Els autors van observar les concentracions de nitrosamines en aquests aliments i van destacar que la quantitat que contenien era molt baixa (0.001ug/kg)²⁶.

També es va analitzar el contingut de nitrats en diferents aliments com: les carns processades, les verdures i l'aigua en diferents grups de població (adults i nens). En adults, el consum de productes càrnics va suposar una ingesta de 99.15 mg/d i pel que fa a les verdures, 99.34 mg/d. En nens, els productes càrnics van suposar una ingesta de nitrits de 74.80mg/d; les verdures 62 mg/d i l'aigua 477 mL/d²⁷.

3.3.2. Estònia: es van analitzar un total de 1350 mostres de verdures i hortalisses que van suposar un consum mig. En aquest estudi es van observar diferents verdures amb un contingut elevat de nitrats com són: l'anet (2,936mg/kg), espinacs (2,508 mg/kg), enciam (2,167 mg/kg), remolatxa (1446 mg/kg) i en menor concentració trobaríem la patata (94mg/kg) i la ceba (55mg/kg). Pel que fa als nitrits, totes les verdures, de mitjana, van contenir menys de 5mg/kg de nitrits.

Per altra banda, el consum de patata va suposar una ingesta de nitrats de 12mg/d, la col 14mg/d, el cogombre 8.2mg/d i la remolatxa 7.3mg/d. Els autors van estimar una ingesta de nitrats per la població adulta (60kg) de 58mg/d. En el cas dels infants (20kg), es va estimar una ingesta de 30mg/d d'aquest compost i en el cas dels nadons, l'estimació va ser de 7.8mg/d²⁸.

3.3.3. Dinamarca: un estudi, va avaluar la ingesta de nitrats i nitrits a partir d'aliments d'origen vegetal (espinacs frescs i congelats, col blanca, remolatxa, enciam i porro). Com a tubercle, es va analitzar la patata. El consum mig de la població de Dinamarca va ser de 41mg/dia, sent 61 mg/dia la ingesta màxima establerta de nitrats. Els aliments més consumits van ser: l'enciam, seguit de la remolatxa i els espinacs. Pel que fa als nitrits, la ingesta va ser molt escassa degut a que les verdures no aporten gairebé aquestes substàncies²⁹.

Un altre estudi recent en població danesa va revelar que el consum de NDMA a partir de productes càrnics processats era de 20gr en adults (de 15 a 75anys) i de 16gr en nens (de 4 a 6 anys). Els autors van observar que els productes càrnics més consumits van ser per ordre descendent: salsitxes, salami, porc i pernil. Comparant per grups d'edat, la població infantil va ingerir de 2 a 3 vegades més productes derivats de la carn en comparació a la gent adulta. Segons els autors d'aquest estudi, les ingestes de NDMA en altres zones d'Europa varien substancialment. Així, a Holanda, l'exposició a nitrosodimetilamina a través de la dieta és de 0.1ug/dia. A Finlàndia trobem un consum de 0.08ug/dia a partir de la dieta global i a Alemanya 0.09ug/dia en productes càrnics⁽³⁰⁾.

És interessant tenir en compte els rang d'edat de la població perquè els nens, al tenir un pes corporal inferior, la exposició a través de la dieta d'aquest contaminants és major i, per tant, els risc de contraure una malaltia pel consum de NDMA augmenta ja que els nens són més susceptible als efectes perjudicials d'aquestes substàncies.

3.3.4. Alemanya: es va analitzar el consum de nitrosamines en productes càrnics i en begudes com la cervesa en població alemanya. Els homes d'aquesta zona van consumir de mitja 1.1ug/kg d'aliment de nitrosodimetilamina (NDMA). Pel que fa a les concentracions de les mostres analitzades, un 30% contenia NDMA i d'aquests, un 6% presentava més de 5ug/kg d'aliment d'aquesta substància. En aquest estudi, la cervesa va ser el producte més consumit (64%) i posteriorment, la carn curada (processada).³¹

Un altre estudi recull 264 productes alimentaris, entre els quals trobem begudes alcohòliques i aliments preparats. El consum observat de NDMA va ser de 0,3ug/dia i 0,2ug/dia en homes i dones respectivament.³²

3.3.5. Regne unit: es va analitzar el consum de nitrats i nitrits de la població britànica a través de la dieta. A Òxford, es van trobar les majors ingestes de nitrats, provinents essencialment de verdures i hortalisses (95mg/dia que suposa més d'un 90% del total de la dieta). Pel que fa als nitrits, zones més properes al sud, com Wales, van ser les que més consum de nitrits van tenir a partir de carn processada (1.4mg/dia de bacon, principalment, que va suposar un 65% del total d'ella dieta)³³.

3.3.6. Suècia: estudi de dieta total a la població de Suècia va analitzar el consum de NDMA dels diferents aliments que es poden trobar al mercat. Les fonts alimentàries que més consum de nitrosamines van reportar van ser les carns i els productes derivats de la malta, suposant un 93% de la ingesta total en la dieta³⁴.

3.3.7. Espanya: en aquesta zona del mediterrani, es va avaluar la ingesta de nitrits i nitrosamines. La població espanyola va consumir a partir de diferents aliments un total de 0.994mg/dia de nitrits i 0.114ug/dia de NDMA. Els aliments més consumits i que van aportar la major part dels nitrits van ser: els productes càrnics i derivats (bacon, salsitxes, pernil i hamburguesa), els cereals, les verdures com el tomàquet, el cogombre, entre d'altres i algunes fruites com la taronja, la poma i la pera.

En referència a les nitrosamines, els aliments amb més contingut van ser: les carns curades i la cervesa. Els autors d'aquest estudi van trobar que el consum de NDMA va ser un 20% major en homes que en dones; segons ells, la causa

podria estar en l'augment del consum de cervesa i carn processada. També caldria destacar que, quan s'ajusta el consum d'aquests components per rangs d'edat, els joves són els que ingereixen més nitrats i nitrosamines que els adults (diferència d'un 28%) amb un consum de cervesa i processats càrnics elevats. A Espanya el consum de pa està molt extès i, tot i no ser un aliment amb quantitats elevades de nitrats, l'aportació d'aquests en la dieta s'hauria de tenir en compte.³⁵

3.3.8. Itàlia: s'analitzen mostres de carn i derivats i les quantitats de nitrats que poden estar presents en els productes anomenats. En aquests aliments, els nivells no van superar els 0.10mg/kg, per tant, no suposaria cap risc en aquesta zona europea³⁶.

3.3.9. Romania: Es van analitzar diferents mostres d'aliments (carn, peix i derivats, productes làctics, verdures, fruites, ous i menjar preparat). Excepte la carn, el peix i el formatge, que van obtenir concentracions de NDMA d'entre 1-10 ug/kg (bacon fregit i formatge 1-5ug/kg; peix i derivats 1-10ug/kg), la resta no va superar 1ug/kg³⁷

4. Conclusions

Un cop realitzada la cerca dels diferents articles d'arreu del món i analitzant el consum i la concentració en aliments de nitrats, nitrits i nitrosamines (concretament la nitrosodimetilamina o NDMA), podem confirmar que existeix molta variabilitat en quan a la ingesta de diferents aliments que contenen aquestes substàncies. No obstant, van ser els països europeus on hi ha una informació més extensa pel que fa tant, a la ingesta com en la concentració dels compostos.

Els aliments que de manera general es van avaluar als estudis de dieta total van ser els productes d'origen vegetal (verdures i hortalisses), les carns i productes càrnics processats. Pel que fa a les verdures i hortalisses, es va observar que en aquest grup d'aliment és on hi trobem més presència de nitrats, que es determina degut a l'ús excessiu i freqüent de fertilitzants que contenen una gran quantitat de nitrogen i amoníac. D'altra banda, van ser les carns i derivats càrnics les que més concentracions de nitrits van reportar.

Fent aquesta revisió bibliogràfica d'estudis d'exposició arreu del món on s'ha estudiat la presència de nitrats, nitrits i nitrosamines en els aliments, observem que són molt antics i caldria fer-ne una revisió molt més actual. La cerca d'articles en relació als continents, hem observat que en les zones d'Àfrica i Oceania hi ha una manca important d'informació sobre nitrats, nitrits i nitrosamines.

Al realitzar aquesta revisió, s'ha pogut constatar que el consum de carn processada sí que es relaciona amb l'aparició de certs tipus de càncers entre els quals destaquen el càncer colorectal, gàstric, de pròstata i de mama³⁸.

Referències bibliogràfiques

- (1) Bouvard V, Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y, Ghissassi FE, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Mattock H, Straif K; International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *Lancet Oncol.* 2015 Dec;16(16):1599-600.
- (2). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation, Geneva, 28 January -- 1 February 2002
- (3) Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Informe del Consumo Alimentario en España 2014. En: <http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/panel-de-consumo-alimentario/ultimos-datos/>. Maig 2015.
- (4) Agudo, A., and C. A. González. Potential diet carcinogenics and risk of cancer. *Med. Clin.* 119.15 (2002): 579-589.
- (5). Bouvard V, Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y, Ghissassi FE, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Mattock H, Straif K; International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *Lancet Oncol.* 2015 Dec;16(16):1599-600.
- (6). Santamaria, P. (2006), Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.*, 86: 10–17.
- (7). Machha A, Schechter AN. Dietary nitrite and nitrate: a review of potential mechanisms of cardiovascular benefits. *European journal of nutrition.* 2011;50(5):293-303.
- (8). Hobbs DA, George TW, Lovegrove JA. The effects of dietary nitrate on blood pressure and endothelial function: a review of human intervention studies. *Nutr. Res. Rev.* 2013 Dec;26(2):210-22.
- (9). Butler A. Nitrites and nitrates in the human diet: Carcinogens or beneficial hypotensive agents? *J. Ethnopharmacol.* 2015 Jun 5;167:105-7.
- (10). WHO. Nitrate and Nitrite- intake assessment. In: safety evaluation of certain foods additives (Food additives series 50). Geneva: WHO; 2003. Available from: URL: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je07.htm>

- (11). EFSA, FAO. WHO: Towards a harmonised Total Diet Study approach: a guidance document. EFSA Journal 9.11 (2011): 2450.
- (12). Lijinsky W. N-Nitroso compounds in the diet. *Mutat. Res.* 1999 Jul 15;443(1-2):129-38.
- (13). Pennington AT. Dietary nitrates exposure models for and nitrites. *Food Control*. Vol. 9. No.6.pp.385-395,1998
- (14). Griesenbeck JS, Brender JD, Sharkey JR, Steck MD, Huber JC Jr, Rene AA, McDonald TJ, Romitti PA, Canfield MA, Langlois PH, Suarez L; National Birth Defects Prevention Study. Maternal characteristics associated with the dietary intake of nitrates, nitrites, and nitrosamines in women of child-bearing age: a cross-sectional study. *Environ. Health*. 2010 Feb 19;9:10.
- (15). Griesenbeck JS, Steck MD, Huber JC Jr, Sharkey JR, Rene AA, Brender JD. Development of estimates of dietary nitrates, nitrites, and nitrosamines for use with the Short Willet Food Frequency Questionnaire. *Nutr J.* 2009 Apr 6;8:16. doi: 10.1186/1475-2891-8-16.
- (16). Canas BJ, Havery DC, Joe FL, Fazio T: Current trends in levels of volatile N-nitrosamines in fried bacon and fried-out bacon fat. *J. Assoc. Off Anal. Chem* 1986, 69(6):1020-1021
- (17). Havery DC, Hotchkiss JH, Fazio T .rapid determination of volatile N- nitrosamines in non fat dry milk. *J Dairy Sci.* 1982 Feb;65(2):182-5
- (18). Chung SY, Kim JS, Kim M, Hong MK, Lee JO, Kim CM, Song IS. Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. *Food. Addit. Contam.* 2003
- (19). Yamamoto M, Iwata R, Ishiwata H, Yamada T, Tanimura A. Determination of volatile nitrosamine levels in foods and estimation of their daily intake in Japan. *Food. Chem. Toxicol.* 1984 Jan;22(1):61-4.
- (20). Sobko T, Marcus C, Govoni M, Kamiya S. Dietary nitrate in Japanese traditional foods lowers diastolic blood pressure in healthy volunteers. *Nitric Oxide*. 2010 Feb 15;22(2):136-40.
- (21). Hou, J. C., gang Jiang, C., & chen Long, Z. (2013). Nitrite level of pickled vegetables in Northeast China. *Food Control*, 29(1), 7-10.
- (22) Mohammad Rezaei, Ali Fani, A. Latif Moini, Parisa Mirzajani, Ali Akbar Malekirad, and Mohammad Rafiei, "Determining Nitrate and Nitrite Content in Beverages, Fruits, Vegetables, and Stews Marketed in Arak, Iran,International Scholarly Research Notices, vol. 2014, Article ID 439702, 5 pages, 2014.

- (23). Afali, S. F., and Rezvan Elahi. Measuring nitrate and nitrite concentrations in vegetables, fruits in Shiraz. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* September 2014. Vol. 18 (3) 451-457
- (24). Ahmad Shahlaei , Naser Alemzadeh Ansari and Farideh Sedighie Dehkordie. Evaluation of Nitrate and Nitrite Content of Iran Southern (Ahwaz) Vegetables During Winter and Spring of 2006. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (8): 1197-1203.
- (25). Chung SW, Tran JC, Tong KS, Chen MY, Xiao Y, Ho YY, Chan CH. Nitrate and nitrite levels in commonly consumed vegetables in Hong Kong. *Food. Addit. Contam. Part B Surveill.* 2011;4(1):34-41.
- (26) Klein D, et al (1980)
- (27) Menard C, Heraud F, Volatier JL, Leblanc JC. Assessment of dietary exposure of nitrate and nitrite in France. *Food Addit Contam Part A. Chem. Anal. Control Expo. Risk Assess.* 2008 Aug;25(8):971-88.
- (28) Tamme T, Reinik M, Roasto M, Juhkam K, Tenno T, Kiis A. Nitrates and nitrites in vegetables and vegetable-based products and their intakes by the Estonian population. *Food. Addit. Contam.* 2006 Apr;23(4):355-61.
- (29). Petersen A, Stoltze S. Nitrate and nitrite in vegetables on the Danish market: content and intake. *Food. Addit. Contam.* 1999 Jul;16(7):291-9.
- (30). Herrmann SS, Duedahl-Olesen L, Christensen T, Olesen PT, Granby K. Dietary exposure to volatile and non-volatile N-nitrosamines from processed meat products in Denmark. *Food. Chem. Toxicol.* 2015 Jun;80:137-43.
- (31). Spiegelhalter B, Eisenbrad G, Preussmann R: Volatile nitrosamines in food. *Oncology* 1980, 37:211-216.
- (32). Tricker AR, Pfundstein B, Theobald E, Preussmann R, Spiegelhalter B. Mean daily intake of volatile N-nitrosamines from foods and beverages in West Germany in 1989-1990. *Food. Chem. Toxicol.* 1991 Nov;29(11):729-32.
- (33). Knight TM, Forman D, Al-Dabbagh SA, Doll R: Estimation of dietary intake of nitrate and nitrite in Great Britain. *Food. Chem. Toxicol.* 1987, 25(4):277-285.
- (34). Osterdahl BG: Volatile nitrosamines in foods on the Swedish market and estimation of their

daily intake. Food. Addit. Contam. 1988, **5**:587-595.

(35). Jakszyn P, Agudo A, Berenguer A, Ibáñez R, Amiano P, Pera G, Ardanaz E, Barricarte A, Chirlaque MD, Dorronsoro M, Larrañaga N, Martinez C, Navarro C, Quirós JR, Sánchez MJ, Tormo MJ, González CA. Intake and food sources of nitrites and N-nitrosodimethylamine in Spain. Public. Health Nutr. 2006 Sep;9(6):785-91.

(36). Saccani G, Tanzi E: Determination of nitrite, nitrate, and glucose-6-phosphate in muscle tissues and cured meat by IC/ MS. *J AOAC Int* 2006, 89(3):712-719.

(37). Bara V, Bara C, Bara L. Nitrosamines occurrence in some food products. *Ecotoxicologie, Zootehnie si Tehnologii de Industrie Alimentară*. 2011.

(38). Key TJ, Appleby PN, Crowe FL, Bradbury KE, Schmidt JA, Travis RC. Cancer in British vegetarians: updated analyses of 4998 incident cancers in a cohort of 32,491 meat eaters, 8612 fish eaters, 18,298 vegetarians, and 2246 vegans. *Am J Clin Nutr*. 2014 Jul;100 Suppl 1:378S-85S.