

Anàlegs carnis de base vegetal comercialitzats a Catalunya: anàlisi de contaminants, elements essencials, estat microbiològic i fisicoquímic, estimació de la ingesta dietètica i avaluació de riscos per a la salut



Anàlegs carnis de base vegetal comercialitzats a Catalunya:

anàlisi de contaminants, elements essencials, estat microbiològic i fisicoquímic, estimació de la ingesta dietètica i avaluació de riscos per a la salut

Aprovat pel Comitè Científic Assessor de Seguretat Alimentària el juny de 2023

Membres del Comitè Científic Assessor: Marta Barenys Espadaler, Albert Bosch Navarro, Sara Bover Cid, Joaquim Castellà Espuny, Mariano Domingo Álvarez, M. Teresa Dordal Culla, Santiago Lavín González, Abel Mariné Font, Martí Nadal Lomas, José Juan Rodríguez Jerez, Jordi Salas-Salvadó, Vicent Sanchis Almenar, Jordi Serratosa Vilageliu, Antonio Velarde Calvo i M. Carmen Vidal Carou (presidenta).

Grup de treball: Martí Nadal Lomas*, Nieves González Paradell*, Victòria Castell Garralda**, Laura Alcalde Sanz**, Josep Calderón***, Sara Sabaté***.

*: Institut d'Investigació Sanitària Pere Virgili – Universitat Rovira i Virgili (IISPV-URV)

** : Agència Catalana de Seguretat Alimentària

***: Agència de Salut Pública de Barcelona

Disseny gràfic i maquetació:

www.cordegat.com

Alguns drets reservats

© 2023, Generalitat de Catalunya. Departament de Salut.



Els continguts d'aquesta obra estan subjectes a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObresDerivades 4.0 Internacional.

La llicència es pot consultar a la pàgina web de [Creative Commons](https://creativecommons.org/).

Edita:

Agència Catalana de Seguretat Alimentària
Barcelona, juliol de 2023.

Assessorament lingüístic:

Servei de Planificació Lingüística del Departament de Salut

URL: acsa@gencat.cat

Aquest informe reflecteix el punt de vista dels autors i del Comitè Científic Assessor, però no reflecteix necessàriament el punt de vista de la institució per la qual treballen.

Índex

Resum	2
Abstract	3
1. Introducció	4
2. Objectius	5
3. Metodologia de l'estudi	6
3.1. Selecció d'aliments	6
3.2. Selecció de contaminants i elements essencials	7
3.2.1. Determinació analítica de contaminants i elements essencials	8
3.3. Caracterització fisicoquímica: ph i activitat d'aigua	8
3.4. Microorganismes patògens i indicadors	9
3.4.1. Detecció de <i>Salmonella spp.</i>	9
3.4.2. Detecció de <i>Listeria monocytogenes</i>	9
3.4.3. Quantificació microbiològica	9
3.5. Estimació de l'exposició	10
3.6. Tractament estadístic dels resultats	12
4. Resultats	13
4.1. Nivells de contaminants en anàlegs carnis de base vegetal	13
4.2. Nivells d'elements essencials en anàlegs carnis de base vegetal	17
4.3. Estimació de l'exposició i avaluació del risc	19
4.3.1. Contaminants	19
4.3.2. Elements essencials	25
4.4. Microorganismes indicadors i patògens	26
4.5. Caracterització fisicoquímica	26
5. Conclusions	28
6. Referències	29
7. Annexos	31
Annex I. Concentració de contaminants i elements essencials en mostres individuals d'anàlegs carnis de base vegetal comercialitzats a Catalunya	31
Annex II. Detecció i recompte de microorganismes indicadors i patògens en mostres d'anàlegs carnis de base vegetal comercialitzats a Catalunya	34

Resum

L'últim baròmetre de la seguretat alimentària a Catalunya realitzat per l'Agència Catalana de Seguretat Alimentària (ACSA) el 2021 mostra que el 28,7% de la població consumeix productes anàlegs (substitutius) de la carn. Els principals motius de consum d'aquests tipus d'aliments són el benestar animal, seguit per motius mediambientals i de salut. A causa de l'augment de la demanda d'anàlegs carnis de base vegetal, el nombre d'aquests tipus de productes disponibles al mercat també ha augmentat. Actualment, però, hi ha una manca de coneixement en relació amb la composició dels productes anàlegs carnis i del seu impacte en la salut humana.

En aquest context, es va considerar necessari complementar el primer informe del Comitè Científic Assessor de Seguretat Alimentària de l'ACSA amb el present estudi, més específic, sobre el contingut de contaminants i elements essencials, diversos paràmetres microbiològics i característiques fisicoquímiques en anàlegs carnis de base vegetal per avaluar l'exposició de la població de Catalunya, i els possibles riscos per a la salut.

Els resultats indiquen que els nivells d'elements essencials (Ca, Cr, Fe i Zn) i de contaminants (As, Cd, Hg, Pb i Ni) dels anàlegs carnis de base vegetal són majoritàriament del mateix ordre de magnitud que els observats als productes carnis avaluats en els estudis de dieta total.

La ingesta dietètica estimada per als grups de població avaluats presenta valors molt inferiors als valors de seguretat toxicològica establerts per als diferents contaminants. Només en relació amb el níquel, l'avaluació del risc respecte a la dermatitis de contacte sistèmica podria indicar un possible problema de salut per a aquelles persones sensibilitzades a aquest metall.

La ingesta dietètica estimada d'elements essencials associada al consum d'una ració (100 g) dels anàlegs carnis hamburgueses, o salsitxes, o mandonguilles o tires vegetals representa entre un 6,9 i un 67,7 % dels valors d'ingesta diària recomanada establerts.

Del total de mostres avaluades, s'ha detectat presumptivament *Salmonella spp.* en 6 mostres. *Listeria monocytogenes* s'ha detectat per PCR en 3 mostres; la quantificació ha estat sempre inferior a 10 ufc/g.

Les característiques fisicoquímiques han presentat uns valors molt similars en totes les mostres d'anàlegs carnis. Els valors d'activitat d'aigua i pH observats afavoreixen el creixement de microorganismes. Per garantir la seguretat dels productes, és important que es destaquï a l'etiquetatge la necessitat de sotmetre l'aliment a un tractament tèrmic complet previ al consum.

Paraules clau

Anàlegs carnis de base vegetal, contaminants, elements essencials, microorganismes, característiques fisicoquímiques, exposició, risc per a la salut.

Abstract

The latest barometer of food safety in Catalonia conducted by the Catalan Food Safety Agency (ACSA for its initials in Catalan) in 2021 shows that 28.7% of the population consumes meat analogues (substitutes). The main reasons for consuming this type of food are animal welfare, followed by environmental and health reasons. Due to the increasing demand for plant-based meat analogues, the number of such products available on the market has also increased. Currently, however, there is a lack of knowledge regarding the composition of meat analogue products and their impact on human health.

In this context, it was deemed necessary to complement the first report by the ACSA Scientific Advisory Committee on Food Safety with the present and more specific study on the content of contaminants and essential elements, several microbiological parameters and physicochemical characteristics of plant-based meat analogues in order to assess the population of Catalonia's exposure to their potential health risks.

The results indicate that the content of essential elements (Ca, Cr, Fe and Zn) and contaminants (As, Cd, Hg, Pb and Ni) in the plant-based meat analogues are mostly of the same order of magnitude as those observed in the meat products evaluated in the total diet studies.

The estimated dietary intakes for the evaluated population groups show values well below the toxicological safety values established for the different contaminants. Only for nickel could the risk assessment with regard to systemic contact dermatitis indicate a potential health problem for nickel-sensitised individuals.

The estimated dietary intake of essential elements associated with the consumption of one serving (100 g) of meat analogues hamburgers, or sausages, or meatballs or vegetable strips represents between 6.9 and 67.7% of the established recommended daily intake values.

Out of the total number of samples evaluated, "Salmonella spp." was detected in 6 samples. "Listeria monocytogenes" was detected by PCR in 3 samples; quantification was always lower than 10 cfu/g.

The physicochemical characteristics showed very similar values in all meat analogues samples. The observed water activity and pH values favour the growth of microorganisms. To ensure the safety of products it is paramount that the need to subject the food to a complete heat treatment prior to consumption is highlighted on the labelling.

Keywords

Plant-based meat analogues, contaminants, essential elements, microorganisms, physicochemical characteristics, exposure, health risk.

1. Introducció

Els darrers anys ha augmentat l'interès de la població en el consum de productes alternatius a la carn i els seus derivats de base vegetal. Segons l'informe The Green Revolution (Lantern, 2021), l'any 2017 un 7,8% de la població espanyola es considerava veggie (suma de vegans, vegetarians i flexitarians). Dos anys després, aquest percentatge se situava en un 9,9%, cosa que suposava un augment del 27%. A la tercera i més recent edició de l'estudi de l'any 2021, aquest percentatge s'havia incrementat un 34%, fins a situar-se en un 13% de la població.

L'últim baròmetre de la seguretat alimentària a Catalunya realitzat per l'Agència Catalana de Seguretat Alimentària (ACSA) mostra que el 28,7% de la població consumeix productes anàlegs (substitutius) de la carn, com els preparats vegetals substitutius d'hamburgueses, salsitxes, mandonguilles o embotit, i la freqüència de consum se situa gairebé al 50% entre els que en consumeixen un mínim d'un cop per setmana i els que en mengen una o dues vegades al mes. Els principals motius de consum d'aquests tipus d'aliments són el benestar animal (41,1%), seguit per motius mediambientals (33,4%) i perquè són considerats més sans (31,8%) (ACSA, 2022).

A causa de l'augment de la demanda d'anàlegs de la carn basats en aliments vegetals, el nombre d'aquest tipus de productes disponibles al mercat també ha augmentat. Actualment, però, hi ha una manca de coneixement en relació amb la composició dels productes anàlegs carnis, i un limitat nombre d'estudis científics enfocats a investigar el seu impacte en la salut humana. Aquesta situació va fer que el Comitè Científic Assessor de Seguretat Alimentària (CCASA) de l'ACSA considerés interessant redactar un informe sobre l'avaluació dels ingredients dels productes anàlegs carnis de base vegetal disponibles al mercat català a partir de la informació present a l'etiqueta, comparant la seva composició amb la dels productes carnis equivalents (ACSA, 2023).

Aquest informe va posar de manifest que els anàlegs carnis de base vegetal comercialitzats a Catalunya presenten una gran variabilitat d'ingredients i formulacions emprades en la seva elaboració, fins i tot entre productes que pertanyen a la mateixa categoria.

Paral·lelament, es va considerar necessari complementar el primer informe amb el present estudi, més específic, sobre el contingut de contaminants i elements essencials, diversos paràmetres microbiològics i característiques fisicoquímiques en anàlegs carnis de base vegetal per avaluar l'exposició de la població de Catalunya als riscos per a la salut que poden estar presents en aquests tipus d'aliments.

2. Objectius

L'objectiu general d'aquest estudi és avaluar el contingut de contaminants i elements essencials, les característiques fisicoquímiques i determinar microorganismes indicadors i patògens en anàlegs carnis de base vegetal disponibles al mercat català. Les dades obtingudes s'utilitzaran per estimar l'exposició de la població catalana a contaminants i elements essencials a través d'aquests aliments i avaluar-ne els riscos per a la salut.

Per tal d'assolir aquest objectiu general, s'han establert els següents objectius específics:

- Analitzar les concentracions dels següents contaminants: arsènic (As), cadmi (Cd), mercuri (Hg), plom (Pb) i níquel (Ni).
- Analitzar les concentracions dels següents elements essencials: calci (Ca), crom (Cr), ferro (Fe) i zinc (Zn).
- Determinar les característiques fisicoquímiques següents: pH i activitat d'aigua.
- Avaluar les condicions higienicosanitàries mitjançant l'anàlisi dels següents microorganismes patògens i indicadors: *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, microorganismes aerobis a 30°C, *Clostridium perfringens* i *Bacillus cereus*.
- Estimar el nivell d'exposició de la població de Catalunya als contaminants i elements essencials derivats del consum d'anàlegs carnis.
- Avaluar el risc que representa l'exposició a contaminants considerant els valors de seguretat toxicològica establerts.

3. Metodologia de l'estudi

3.1. Selecció d'aliments

Després de realitzar un estudi de mercat dels productes anàlegs carnis de base vegetal comercialitzats en diferents tipologies d'establiments alimentaris, es van identificar les categories següents:

1. Hamburgueses de base vegetal.
2. Salsitxes de base vegetal.
3. Nuggets (delícies de pollastre) de base vegetal.
4. Embotit de base vegetal.
5. Mandonguilles de base vegetal.
6. Tires veganes de base vegetal.

De cadascuna de les sis categories d'aliments se'n van adquirir 15 productes, un total de 90 mostres (productes). Els productes alimentaris es van comprar en diferents supermercats, hipermercats i comerç al detall d'alimentació de les ciutats de Reus i Tarragona.

Els productes adquirits es van caracteritzar en funció dels ingredients, segons la informació present a l'etiqueta de cada producte. Del total de productes, el 58% estaven compostos, principalment, per llegums (com soja, pèsols o llenties). El 28% dels aliments contenien, com a ingredient principal, algun cereal, com ara blat, arròs o quinoa (pseudocereal). La resta dels aliments (14%) estaven compostos per altres ingredients, com llet, espinacs o ou, alguns dels quals d'origen animal.

La majoria (64%) dels aliments que contenien cereals com a component principal eren blat i derivats, com el seitan, la farina de blat o el midó de blat. D'altra banda, un 12% dels aliments estaven compostos per arròs o bulgur; un 8%, per quinoa, i un 4%, per fajol. Per últim, dins dels aliments compostos per llegums, la soja va ser l'ingredient majoritari (75%), i d'aquest percentatge, la majoria es trobava en forma de proteïna de soja. Un altre 21% tenien com a ingredient principal la proteïna de pèsol. Les llenties i els cigrons eren l'ingredient principal del 2% de les mostres, aproximadament.

Aquestes característiques de composició són molt similars a les dades descrites a l'informe del CCASA sobre la composició dels anàlegs carnis (ACSA, 2023).

3.2. Selecció de contaminants i elements essencials

Contaminants

Els contaminants inorgànics seleccionats van ser arsènic (As), cadmi (Cd), níquel (Ni), mercuri (Hg) i plom (Pb) per la seva reconeguda toxicitat. Aquests contaminants han estat analitzats en tots els estudis de dieta total realitzats per l'ACSA.

En aquest estudi també es va incloure l'anàlisi del níquel, tenint en consideració l'última opinió científica de l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA), en què actualitza l'avaluació del risc de níquel en aliments i aigua potable tenint en compte les noves dades d'ocurrència i la informació científica recentment disponible (EFSA, 2020) i en què estableix per primera vegada valors de seguretat per a la ingesta dietètica de níquel ([taula 4](#)).

En aquesta línia, l'EFSA també va determinar que la categoria "Llegums, fruits secs i llavors oleaginoses", en particular per a les faves de soja, farina de soja, castanyes i anacards, van presentar les concentracions mitjanes més altes de níquel. D'acord amb l'opinió de l'EFSA, els aliments amb alt contingut de níquel són majoritàriament d'origen vegetal, com llegums, productes a base de soja i fruita seca, en comparació amb aliments d'origen animal com la carn, el peix i la mel, que tenen concentracions més baixes de níquel (EFSA, 2020).

Un informe del Comitè Científic de l'Agència de Seguretat Alimentària i Nutrició (AESAN) sobre el risc associat amb la presència de níquel en aliments per a població sensibilitzada a aquest metall també conclou que els aliments que constitueixen la principal font d'exposició al níquel per a la població en general són els cereals (arròs), lleguminoses, cacau, te i vegetals de fulla verda (AESAN, 2021).

Elements essencials

Els elements essencials seleccionats van ser calci (Ca), crom (Cr), ferro (Fe) i zinc (Zn), tenint en consideració la presència d'aquests elements en els ingredients principals dels anàlegs carnis de base vegetal avaluats.

Les fonts d'aliments riques en calci inclouen productes lactis, verdures seleccionades (com ara espinacs, verdolaga, bledes, escaroles i bròquil), llegums, fruits secs, peixos amb ossos tous (per exemple, sardines en conserva) i aliments enriquits amb calci (EFSA, 2015a).

El crom és omnipresent a la dieta. Els aliments rics en crom inclouen carn i productes carnis, olis i greixos, pa i cereals, peix, llegums i espècies (EFSA, 2014a). L'avaluació del crom en aquest estudi es limita al crom trivalent (Cr (III)), ja que és la forma de crom que es troba naturalment als aliments (EFSA, 2014a).

Els aliments que contenen concentracions relativament altes de ferro inclouen carn, peix, cereals, mongetes, fruits secs, rovells d'ou, verdures de color verd fosc i patates. També hi ha petites quantitats de ferro hem en algunes plantes i fongs (EFSA, 2015b).

La carn, els llegums, els ous, el peix i els cereals i els productes a base de grans són fonts riques de zinc en la dieta. Els principals grups d'aliments que contribueixen a la ingesta de zinc van ser la carn i els productes carnis, els cereals i els productes a base de cereals, i la llet i els productes lactis (EFSA, 2014b).

3.2.1. Determinació analítica de contaminants i elements essencials

Les mostres es van condicionar i enviar al Laboratori de l'Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB), on es van dur a terme les anàlisis.

Per a l'anàlisi de contaminants i elements essencials es van pesar 0,5 g de mostra en un tub de quars, es van afegir 4 ml d'una mescla amb àcid nítric 22% i 0,25 ml de peròxid d'hidrogen 30%. A continuació, es va digerir en microones UltraWave a 200°C durant 35 minuts. Un cop digerida, la solució es va enrasar a un volum final de 30 ml amb aigua tipus I. Cadascuna de les mostres es va analitzar per ICP-MS 7900 d'Agilent, emprant patró intern per corregir efectes matriu. La quantificació es va realitzar per recta externa. I es va analitzar també una solució patró diferent dels patrons utilitzats a la recta de calibratge. En cada seqüència s'analitzen mostres addicionades o de referència en què s'avalua l'exactitud i la precisió, i es participa periòdicament en exercicis interlaboratori. La **taula 1** mostra els límits de quantificació, les masses dels elements analitzats i el patró intern emprat per a cadascun.

Taula 1.

Límits de quantificació, masses i patrons interns dels elements analitzats.

Aliment	Límit de quantificació (mg/kg)	Massa (m/z)	Patró intern
Fe	0,500	56	45 Sc
Zn	1,00	66	72 Ge
As	0,020	75	125 Te
Cd	0,0080	111	103 Rh
Cr	0,020	52	45 Sc
Ni	0,050	60	45 Sc
Pb	0,020	206+207+208	209 Bi
Hg	0,0080	201	209 Bi
Ca	75	44	45 Sc

3.3. Caracterització fisicoquímica: pH i activitat d'aigua

Per la determinació de pH, es va triturar i homogeneïtzar la mostra i, per pesada, es va fer una dispersió 1 a 10, és a dir, 1 part de mostra i 9 parts d'aigua purificada i sense CO₂ amb l'homogeneïtzador Ultraturax. Seguidament, es va mesurar el pH de la dispersió a 20°C. El control de qualitat es va dur a terme calibrant l'elèctrode amb patrons de pH 4, 7 i 10. Després es va verificar el calibratge amb uns patrons de pH dins del rang, a pH 2, 6 i 9. A més, es va fer un control de la precisió fent un duplicat d'una de les mostres analitzades. Per últim, també es va realitzar un control d'exactitud amb mostres interlaboratori.

L'activitat d'aigua (Aw) de les mostres es va determinar a 25°C en un mesurador d'activitat d'aigua LabMaster Neo (Novasina-AG, Lachen, Suïssa) seguint el procediment descrit a la Norma ISO 18787:2017.

3.4. Microorganismes patògens i indicadors

3.4.1. Detecció de *Salmonella* spp.

La detecció de *Salmonella* spp. es va fer utilitzant el mètode alternatiu iQ-Check *Salmonella* II PCR Detection kit (Bio-Rad, Hercules, CA) seguint les instruccions del productor. Vint-i-cinc grams de cada mostra es van enriquir 1/10 en aigua de peptona tamponada, homogeneïtzada en una batedora Stomacher® i incubada durant 20-22 h a 37±1°C. Per a l'anàlisi de cribratge es va utilitzar el mètode PCR. La reacció es va dur a terme en un termociclador CFX96 (Biorad, Hercules, CA, EUA). L'aïllament de les soques de *Salmonella* de mostres positives per PCR es va fer segons l'Organització Internacional per a l'Estandardització (ISO) 6579-1:2017/AMD 1:2020. Els brous selectius es van ratllar en plaques de medis selectius agar desoxicolat de xilosa lisina (XLD) (Oxoid, Hampshire, Regne Unit) i agar ASAP (bioMerièux, Marcy l'Etoile, França).

3.4.2. Detecció de *Listeria monocytogenes*

La detecció de *Listeria monocytogenes* es va fer utilitzant el mètode alternatiu iQ-Check *Listeria monocytogenes* II PCR Detection kit (Bio-Rad, Hercules, CA) seguint les instruccions del productor. Vint-i-cinc grams de cada mostra es van enriquir 1/10 en Listeria Special Broth (LSB) (Bio-Rad, Hercules, CA), homogeneïtzada en una batedora Stomacher® i incubada durant 24-26 h a 30±1°C. Per a l'anàlisi de cribratge es va utilitzar el mètode PCR. La reacció es va dur a terme en un termociclador CFX96 (Biorad, Hercules, CA, EUA). L'aïllament de les soques de *Listeria monocytogenes* de mostres positives per PCR es va fer segons la Norma ISO 11290-1:2017. El brou selectiu es va ratllar en agar de plaques de medi selectiu Listeria Ottaviani i Agosti (ALOA®) (bioMerièux, Marcy l'Etoile, França).

3.4.3. Quantificació microbiològica

Per a la quantificació microbiològica, es van mostrejar 10 g i es van diluir 1/10 amb aigua de peptona tamponada.

El recompte total de microorganismes aerobis a 30°C es va fer segons el procediment descrit a la Norma ISO 4833-1:2013. L'agar per a l'aïllament de colònies va ser l'agar de recompte de plaques (PCA) (Oxoid, Hampshire, Regne Unit).

Per a la quantificació d'*Escherichia coli* positiva a β -glucuronidasa es va seguir la metodologia alternativa descrita a AFNOR BIO-12/5-01/99. L'agar per a l'aïllament de colònies va ser l'agar selectiu ChromID coli (bioMerièux, Marcy l'Etoile, França).

La quantificació de *Listeria monocytogenes* es va fer segons el procediment descrit a la Norma ISO 11290-2:2017(4). L'agar per a l'aïllament de colònies va ser l'agar ALOA®.

La quantificació presumptiva de *Bacillus cereus* es va fer segons el procediment descrit a la Norma ISO 7932:2004(5). L'agar per a l'aïllament de colònies va ser l'agar polimixina de rovell d'ou Mannitol (MYP) (Oxoid, Hampshire, Regne Unit).

La quantificació de *Clostridium perfringens* es va fer segons el procediment descrit a la Norma ISO 7937:2004. L'agar per a l'aïllament de colònies va ser l'agar sulfít-cicloserina (SC) (Oxoid, Hampshire, Regne Unit).

3.5. Estimació de l'exposició

A diferència d'altres aliments convencionals, encara no hi ha dades exhaustives sobre el consum d'anàlegs carnis de base vegetal per part de la població catalana. Consegüentment, per tal d'estimar la ingesta dietètica de contaminants i elements essencials, es va considerar que la població consumeix, de mitjana, 100 g/dia d'anàlegs carnis de base vegetal pels següents tipus d'anàlegs carnis: hamburguesa, salsitxa, nuggets, mandonguilles i tires vegetals. Aquest valor es va estimar a partir del pes i nombre d'unitats del producte i de la informació facilitada a l'etiqueta dels productes orientativa del nombre de racions de l'envàs.

En el cas de l'embotit vegetal, es va estimar que una ració serien 40 g/dia, per equivalència amb la ració d'embotit consumida usualment.

L'estimació de l'exposició dietètica es va fer seguint les recomanacions metodològiques de l'Organització Mundial de la Salut (OMS) utilitzant l'estratificació de la població per edats i pesos mitjans emprades als estudis de dieta total (OMS, 2011) (taula 2).

Taula 2.

Grups de població, intervals d'edat i pes corporal mitjà corresponent (ACSA, 2020a).

Grup de població	Interval d'edat (anys)	Pes corporal mitjà (kg)
Nens	3-9	24
Adolescents	10-17	51
Adults	18-39	72
Adults	40-64	77
Adults més grans de 65 anys	65-74	70,5
Embarassades	-	65

L'estimació de l'exposició com a ingesta diària estimada (IDE) es va calcular per als contaminants (As, Cd, Hg, Pb i Ni) utilitzant la següent fórmula:

$$IDE = \frac{\sum (\text{concentració contaminant} \times \text{ingesta aliment})}{\text{pes corporal}}$$

L'estimació de l'exposició corresponent als elements essencials (Ca, Cr, Fe i Zn), atès que les recomanacions d'ingesta per a aquests elements es refereixen a quantitats diàries, es va calcular aplicant la següent fórmula:

$$IDE = \sum (\text{concentració element essencial} \times \text{ingesta aliment})$$

L'IDE estimada ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia o mg/dia) es va comparar amb els valors toxicològics de seguretat i els nivells d'ingesta recomanats establerts per l'EFSA. Aquests valors es mostren a les **taules 3 i 4**.

Taula 3.

Valors de seguretat toxicològica per ingesta dietètica de contaminants.

Compost	Paràmetre	Valor establert	Referència
Arsènic	BMDL ₀₁	0,3 – 8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia	EFSA, 2009a
Cadmi	IST	2,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/setmana	EFSA, 2009b
Mercuri	IST	Mercuri inorgànic: 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/setmana Metilmercuri: 1,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/setmana	EFSA, 2012
Plom	BMDL	BMDL ₀₁ : 0,50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia ^a BMDL ₀₁ : 1,50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia ^b BMDL ₁₀ : 0,63 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia ^c	EFSA, 2010
Níquel	IDT o LOAEL	IDT: 13 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia ^d LOAEL: 4,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal ^e	EFSA, 2020

BMDL: “benchmark dose lower level”, en anglès.

IST: ingesta setmanal tolerable.

IDT: ingesta diària tolerable.

LOAEL: nivell inferior sense observació d'efectes adversos. ^aneurotoxicitat en el desenvolupament; ^befectes en la pressió sistòlica; ^cefectes en la prevalença de malaltia renal crònica; ^drisc crònic, pèrdues postimplantació; ^erisc agut, dermatitis de contacte sistèmica.

Taula 4.

Nivells recomanats d'ingesta d'elements essencials.

Compost	Paràmetre	Valor establert	Referència
Calci	INR	Nadons (0-6 mesos): 300 mg/dia Nadons (7-12 mesos): 400 mg/dia Nens (1-3 anys): 600 mg/dia Nens (4-5 anys): 750 mg/dia Nens (6-9 anys): 800 mg/dia Adolescents (10-13 anys): 1100-1150 mg/dia Adolescents (14-19 anys): 1150 mg/dia Adults (20-59 anys): 950 mg/dia Adults (>59 anys): 1000 mg/dia Embarassades: 1000 mg/dia	AESAN, 2019
Crom (III)	INR	Nadons (0-6 mesos): 0,2 $\mu\text{g}/\text{dia}$ Nadons (7-12 mesos): 5,5 $\mu\text{g}/\text{dia}$ Nens (1-3 anys): 11 $\mu\text{g}/\text{dia}$ Nens (4-5 anys): 15 $\mu\text{g}/\text{dia}$ Nens (6-9 anys): 15 $\mu\text{g}/\text{dia}$ Adolescents (10-13 anys): 21-25 $\mu\text{g}/\text{dia}$ Adolescents (14-19 anys): 24-35 $\mu\text{g}/\text{dia}$ Adults (20-49 anys): 25-35 $\mu\text{g}/\text{dia}$ Adults (50-59 anys): 25-30 $\mu\text{g}/\text{dia}$ Adults (>59 anys): 20-30 $\mu\text{g}/\text{dia}$ Embarassades: 30 $\mu\text{g}/\text{dia}$	AESAN, 2019
Ferro	INR	Nadons (0-6 mesos): 4,3 mg/dia Nadons (7-12 mesos): 8 mg/dia Nens (1-3 anys): 8 mg/dia Nens (4-5 anys): 8 mg/dia Nens (6-9 anys): 10 mg/dia Adolescents (10-13 anys): 11-15 mg/dia Adolescents (14-19 anys): 11-15 mg/dia Adults (20-49 anys): 9,1-18 mg/dia Adults (50-59 anys): 9,1-15 mg/dia Adults (>59 anys): 9-9,1 mg/dia Embarassades: 27 mg/dia	AESAN, 2019
Zinc	INR	Nadons (0-6 mesos): 2,8 mg/dia Nadons (7-12 mesos): 3 mg/dia Nens (1-3 anys): 4,1 mg/dia Nens (4-5 anys): 5,5 mg/dia Nens (6-9 anys): 6,5 mg/dia Adolescents (10-13 anys): 8-9 mg/dia Adolescents (14-19 anys): 9-11 mg/dia	AESAN, 2019

INR: Ingesta nutricional de referència.

L'EFSA va establir valors de referència dietètics per als elements essencials analitzats (EFSA, 2014b, 2015a, 2015b), excepte el crom, ja que, després d'avaluar els resultats de salut que poden estar associats amb la ingesta de crom, l'EFSA va concloure que no hi havia proves convincentes del seu paper en el metabolisme i la fisiologia humanes i que no hi havia evidència científica d'efectes beneficiosos associats amb la ingesta de crom en persones sanes, i va estimar que no existia cap fonament per considerar el crom III un element essencial (EFSA, 2014a). En aquest sentit, l'EFSA no va trobar adequat l'establiment de nivells d'ingesta recomanats com ingesta adequada (IA) o la ingesta de referència per a la població (IRP) per al crom.

En el mateix informe, amb relació al crom, l'EFSA recull els valors d'ingesta recomanada establerts per diverses autoritats nacionals, com les societats de nutrició d'Alemanya, Àustria i Suïssa, l'Institut de Medicina dels EUA i l'Agència de Seguretat Alimentària de França (EFSA, 2014a).

Més recentment, el Comitè Científic de l'AESAN va establir valors d'ingesta nutricional de referència (INR) per a diversos elements essencials, incloent-hi calci, crom, ferro i zinc (AESAN, 2019). Aquests valors establerts són els utilitzats en aquest estudi.



3.6. Tractament estadístic dels resultats

L'anàlisi estadística dels resultats es va realitzar utilitzant el programari SPSS 25.0. El tractament estadístic de les concentracions per sota del límit de detecció (LOD) es va realitzar assumint l'aproximació *middle-bound* segons la qual la concentració per sota del LOD es considera la meitat del respectiu límit de detecció ($\frac{1}{2}$ LOD).

4. Resultats

Els nivells de contaminants i elements essencials presents als anàlegs carnis de base vegetal avaluats, l'estimació de l'exposició i avaluació del risc, i la caracterització físicoquímica i microbiològica dels anàlegs carnis es presenten a continuació.

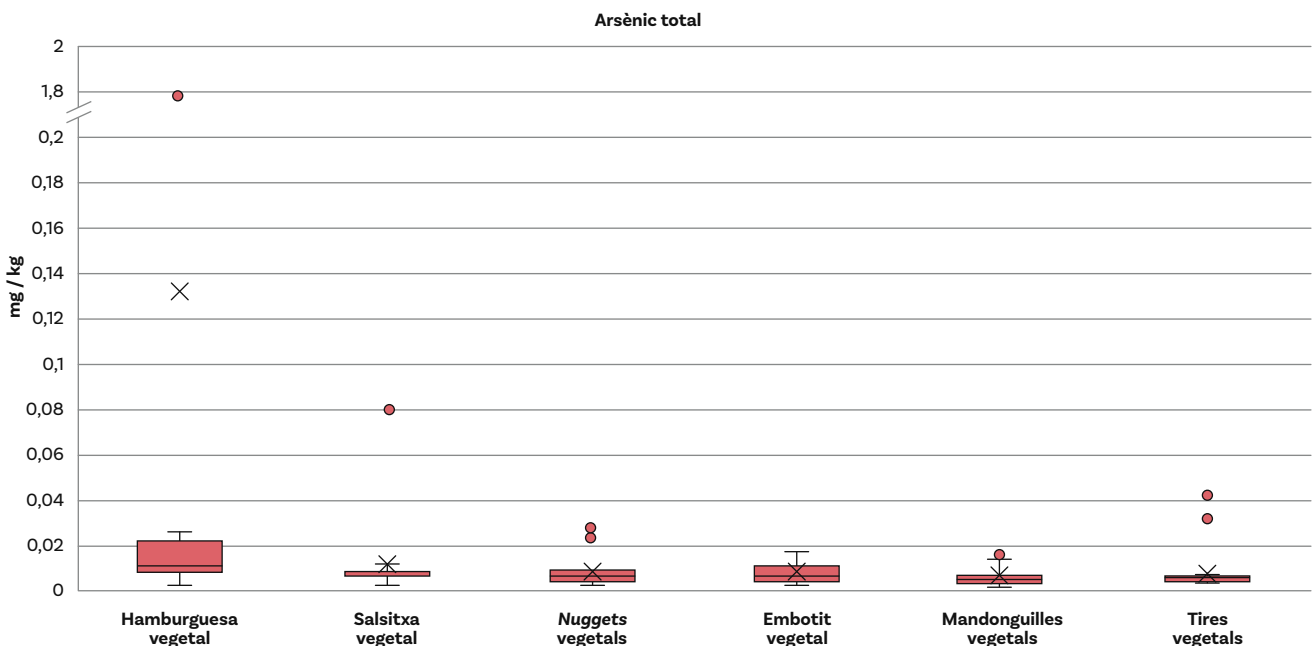
4.1. Nivells de contaminants en anàlegs carnis de base vegetal

La concentració dels contaminants analitzats (As, Cd, Hg, Pb i Ni) en cadascuna de les mostres d'anàlegs carnis de base vegetal es detalla a l'annex I. Les concentracions mitjanes dels contaminants en cada categoria d'anàleg carni es mostren a les figures 1, 2, 3 i 4.

Tots els contaminants analitzats s'han detectat en el 100% de les mostres analitzades, amb l'única excepció del mercuri, que només s'ha detectat en una de les mostres analitzades, i amb un valor de 0,003 mg/kg, molt a prop del límit de detecció (0,002 mg/kg). Per tant, aquest element s'ha exclòs de l'anàlisi estadística i dels càlculs d'exposició.

Figura 1.

Diagrama de caixes i bigotis (boxplot) de la concentració d'arsènic total en els diferents grups d'anàlegs carnis de base vegetal.



Els valors mitjans més elevats d'arsènic total s'han observat a les mostres d'hamburguesa vegetal (0,132 mg/kg) (figura 1). La resta de grups analitzats presenten nivells molt similars entre si: 0,012 mg/kg en salsitxa, 0,008 mg/kg en nuggets, 0,009 mg/kg en embotit, 0,007 mg/kg en mandonguilles i 0,009 mg/kg en tires vegetals.

El valor mitjà de les hamburgueses vegetals es deu a una mostra que presenta un valor individual d'1,79 mg/kg, dues ordres de magnitud més elevades que la resta de mostres. Aquesta mostra contenia, com a ingredients, alga kombu i alga nori.

Les algues són organismes acumuladors primaris d'arsènic, i segons l'estudi realitzat per l'ACSA sobre l'avaluació del risc de la presència de metalls pesants i iode en algues (ACSA, 2020b), totes les espècies analitzades contenen arsènic, majoritàriament en forma orgànica. L'alga kombu és la segona espècie que presenta una concentració més elevada d'arsènic total, majoritàriament en forma orgànica.

En aquesta mostra d'hamburguesa vegetal, a causa de l'elevat valor d'arsènic total, s'ha realitzat una especiació per determinar la concentració d'arsènic inorgànic. La concentració d'arsènic inorgànic ha estat 0,010 mg/kg, valor dues ordres de magnitud més baixes respecte al contingut d'arsènic total (1,79 mg/kg).

Si s'exclou aquesta mostra del tractament estadístic, la concentració mitjana d'arsènic total en hamburguesa vegetal es reduiria fins a un nivell mitjà de 0,013 mg/kg, valor de l'ordre dels altres productes avaluats. Conseqüentment, la concentració mitjana d'arsènic total als anàlegs carnis de base vegetal seria d'entre 0,007 i 0,013 mg/kg, amb un valor mitjà de 0,010 mg/kg.

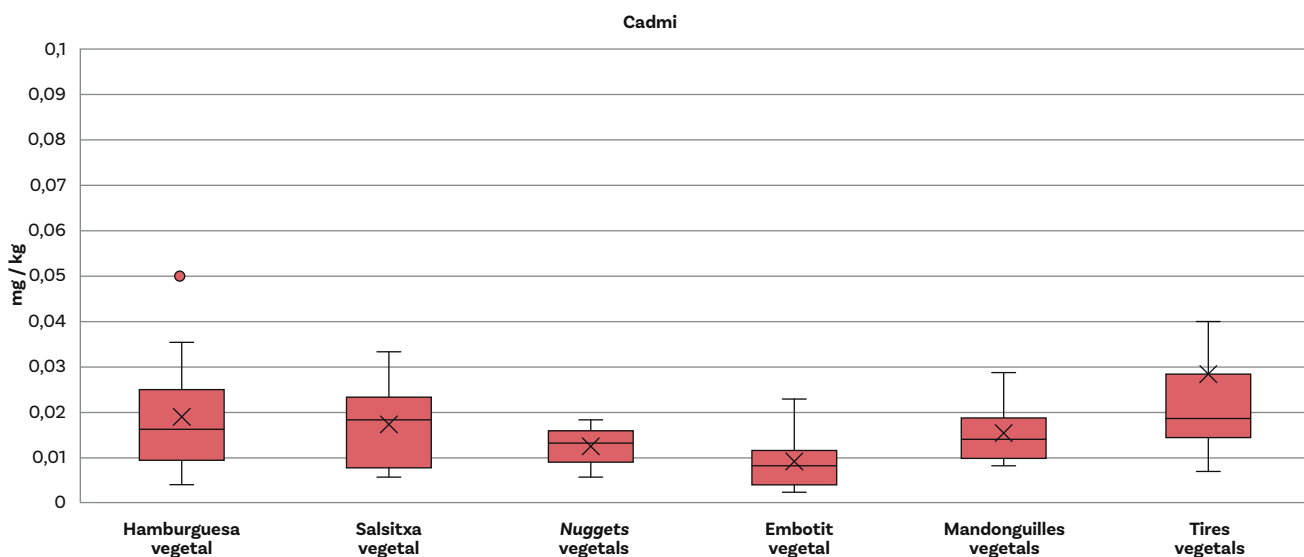
Al darrer estudi de dieta total de Catalunya, es van analitzar els valors d'arsènic i altres contaminants en una gran varietat de productes alimentaris, incloent-hi carn i derivats (ACSA, 2020a). La concentració màxima d'arsènic total es va observar en pernil dolç (0,005 mg/kg), i no es va detectar arsènic en carn de porc, pollastre ni pernil (< 0,002 mg/kg). Considerant els dos estudis, s'observa que el contingut d'arsènic total en anàlegs carnis de base vegetal és del mateix ordre que en mostres de carn i derivats.

L'avaluació de risc s'ha de realitzar a partir de l'arsènic inorgànic, element per al qual l'EFSA ha establert un valor toxicològic de seguretat.

L'EFSA considera que la proporció d'arsènic inorgànic varia entre el 50% i el 100% de l'arsènic total en els aliments, exceptuant el peix i el marisc, i recomana que, quan no es realitzi especiació, la proporció d'arsènic inorgànic es consideri un 70% de l'arsènic total (EFSA, 2009a).

Figura 2.

Diagrama de caixes i bigotis (boxplot) de la concentració de cadmi en els diferents grups d'anàlegs carnis de base vegetal.



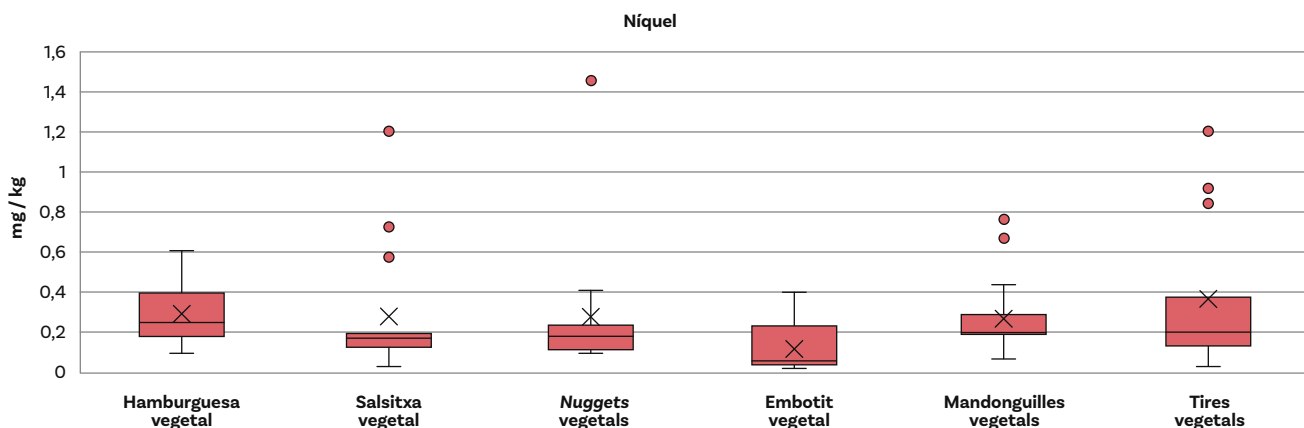
Amb relació al cadmi, les tires vegetals i les hamburgueses vegetals han estat els aliments amb una concentració mitjana més elevada (0,028 i 0,019 mg/kg, respectivament) (figura 2). La concentració més baixa de cadmi correspon al grup d'embotit vegetal, amb un nivell mitjà de 0,009 mg/kg. Salsitxes, mandonguilles i nuggets presenten valors de 0,017, 0,014 i 0,012 mg/kg, respectivament.

Aquests valors són més elevats als observats en mostres de carn i derivats analitzats a l'últim estudi de dieta total, que presentaren valors molt pròxims o per sota del límit de detecció (< 0,002 mg/kg) (ACSA, 2020a). Aquest estudi de dieta també mostra que els cereals i l'arròs presenten una concentració mitjana de cadmi (0,016 i 0,006 mg/kg, respectivament) superior a la carn i derivats, i que el grup d'aliments que contribueix sobre manera a la ingesta de cadmi és el del pa i cereals, amb 1,86 µg/dia.

Un 28% dels anàlegs de carn avaluats tenen els cereals com a ingredient principal, cosa que podria contribuir al fet que la concentració mitjana d'aquests productes sigui més elevada que en els productes carnis i derivats.

Figura 3.

Diagrama de caixes i bigotis (boxplot) de la concentració de níquel en els diferents grups d'anàlegs carnis de base vegetal.



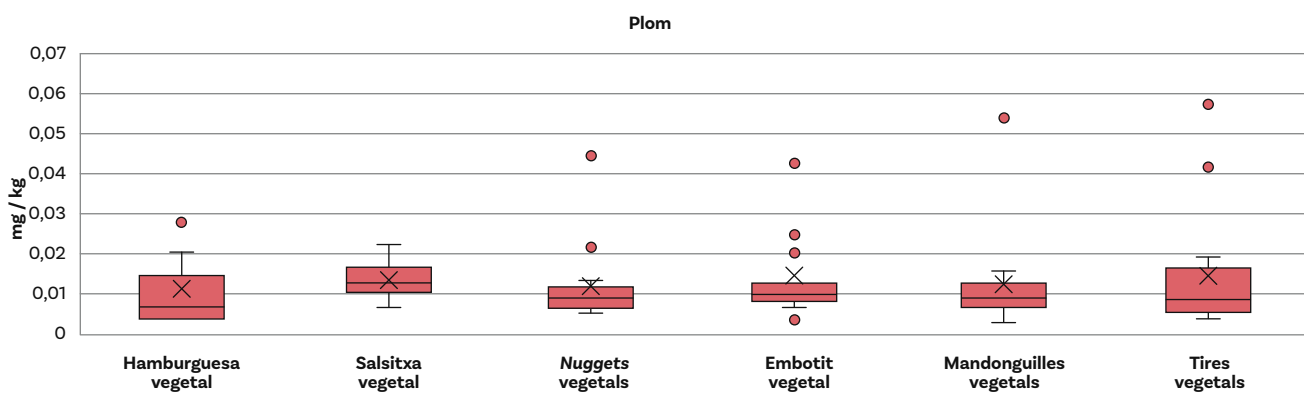
Amb relació al níquel, les tires i hamburgueses vegetals van ser les categories d'aliments amb una concentració mitjana més elevada d'aquest element, amb un valor mitjà de 0,335 i 0,298 mg/kg, respectivament (figura 3).

L'embotit vegetal ha presentat la concentració més baixa de níquel (0,117 mg/kg). Els valors de níquel en mandonguilles, nuggets i salsitxes vegetals han sigut molt semblats (0,281, 0,279 i 0,271 mg/kg, respectivament). La concentració mitjana de níquel considerant totes les categories d'anàlegs carnis ha estat de 0,263 mg/kg. Aquest valor és més elevat que el de la concentració mitjana de níquel observada en mostres de carn i derivats (0,45 mg/kg), segons els resultats de l'estudi d'elements traça en aliments de Catalunya (ACSA, 2017), però és del mateix ordre de magnitud.

D'acord amb les dades publicades per l'EFSA, les concentracions mitjanes de níquel més altes es van mesurar per a la categoria "Llegums, fruits secs i llavors oleaginoses", en particular per a la soja, la farina de soja, les castanyes i els anacards, i per a la categoria d'aliments "Productes per a ús nutricional especial", en particular per a la fórmula d'extracte vegetal i suplementes minerals. També es van mesurar nivells mitjans alts de concentració de níquel per als productes alimentaris que pertanyen a les categories d'aliments "Sucre i confiteria" (principalment impulsats per productes de xocolata (cacau)), "Herbes, espècies i condiments" (principalment impulsats per diferents espècies) i "Verdures i productes vegetals" (principalment impulsat pels grans de cacau/productes de cacau, fulles de te i algues), mentre que per a altres categories d'aliments els nivells mitjans de níquel eren molt més baixos (EFSA, 2020).

Figura 4.

Diagrama de caixes i bigotis (boxplot) de la concentració de plom en els diferents grups d'anàlegs carnis de base vegetal.



Els nivells de plom han estat similars, independentment de la categoria d'aliment. La màxima concentració ha correspost a tires vegetals (0,013 mg/kg), tot i que els nivells han estat gairebé iguals en salsitxes, embotits, mandonguilles, nuggets i hamburguesa (0,013, 0,013, 0,012, 0,011 i 0,009 mg/kg, respectivament) (figura 4).

Considerant la totalitat de productes anàlegs carnis, la concentració mitjana de plom ha estat de 0,012 mg/kg. Al darrer estudi de dieta total (ACSA, 2020a), es va observar un rang de concentracions de plom en mostres de carn i derivats de 0,002 a 0,008 mg/kg (pollastre i frànkfurt, respectivament). Aquest estudi de dieta mostra que els llegums presenten una concentració mitjana de plom superior a la de la carn i derivats (llenties 0,011 i cigrons 0,010 mg/kg).

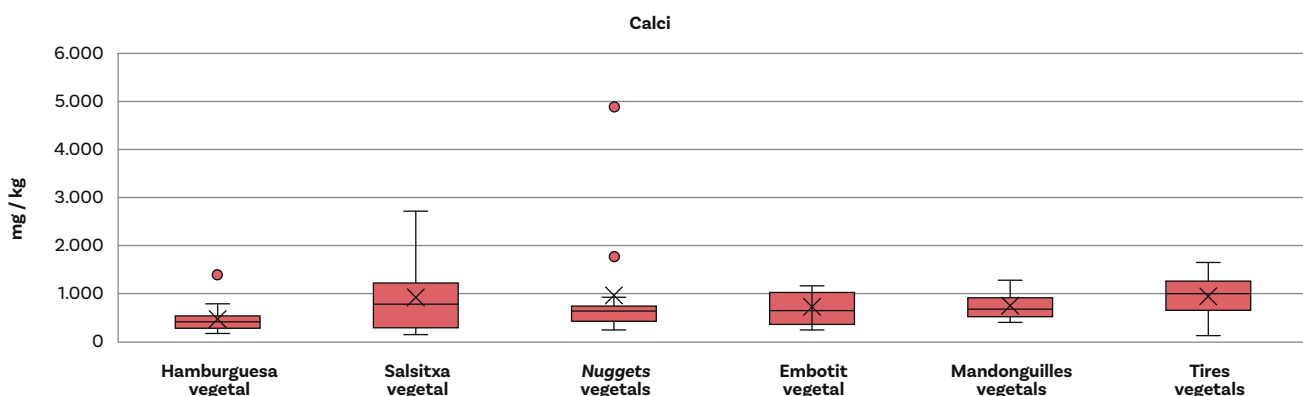
Un 58% dels anàlegs carnis avaluats tenen llegums com a ingredient principal, i un 28% tenen algun cereal com a ingredient principal, cosa que podria contribuir al fet que la concentració mitjana d'aquests productes sigui més elevada que en els productes carnis i derivats.

4.2. Nivells d'elements essencials en anàlegs carnis de base vegetal

La concentració dels elements essencials analitzats (Ca, Cr, Fe i Zn) en cadascuna de les mostres d'anàlegs carnis de base vegetal analitzades es detalla a l'annex I. Les concentracions mitjanes dels elements essencials en cada categoria d'anàleg carni es mostren a les figures 5, 6, 7 i 8.

Figura 5.

Diagrama de caixes i bigotis (boxplot) de la concentració de calci en els diferents grups d'anàlegs carnis de base vegetal.

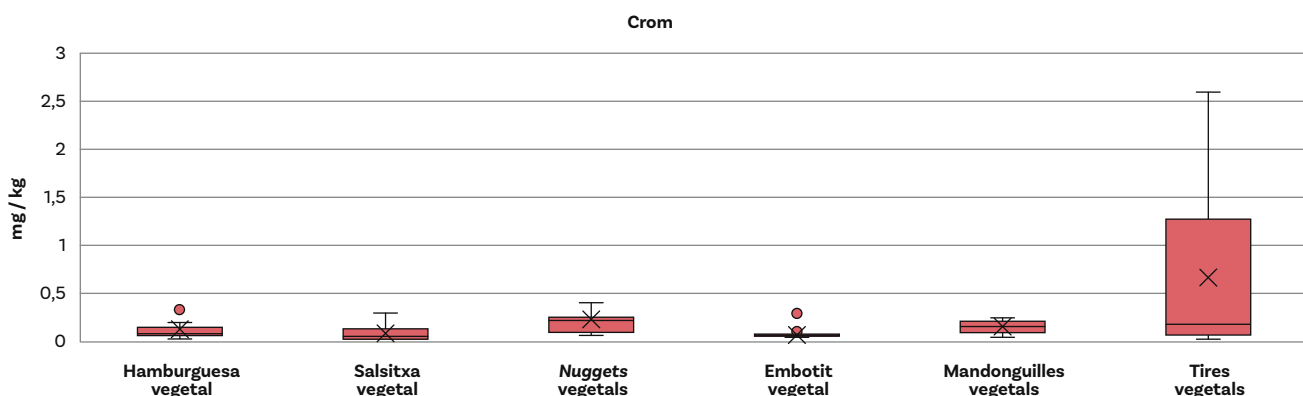


La concentració mitjana més elevada de calci s'ha observat en tires vegetals (948 mg/kg), mentre que la concentració mínima correspon al grup d'hamburgueses vegetals (493 mg/kg) (Figura 5). Els nuggets i les salsitxes també presenten nivells relativament elevats (935 i 921 mg/kg, respectivament), mentre que embotits i mandonguilles tenen un contingut de calci menor (715 i 640 mg/kg, respectivament).

Segons la Base de Dades Espanyola de Composició dels Aliments (BEDCA, 2010), el contingut de calci en carn i derivats presenta un rang de 60 a 150 mg/kg, amb un valor mitjà de 90 mg/kg. Els anàlegs carnis de base vegetal avaluats presenten un contingut mitjà de calci (775 mg/kg) més elevat que la carn i derivats.

Figura 6.

Diagrama de caixes i bigotis (boxplot) de la concentració de crom en els diferents grups d'anàlegs carnis de base vegetal.

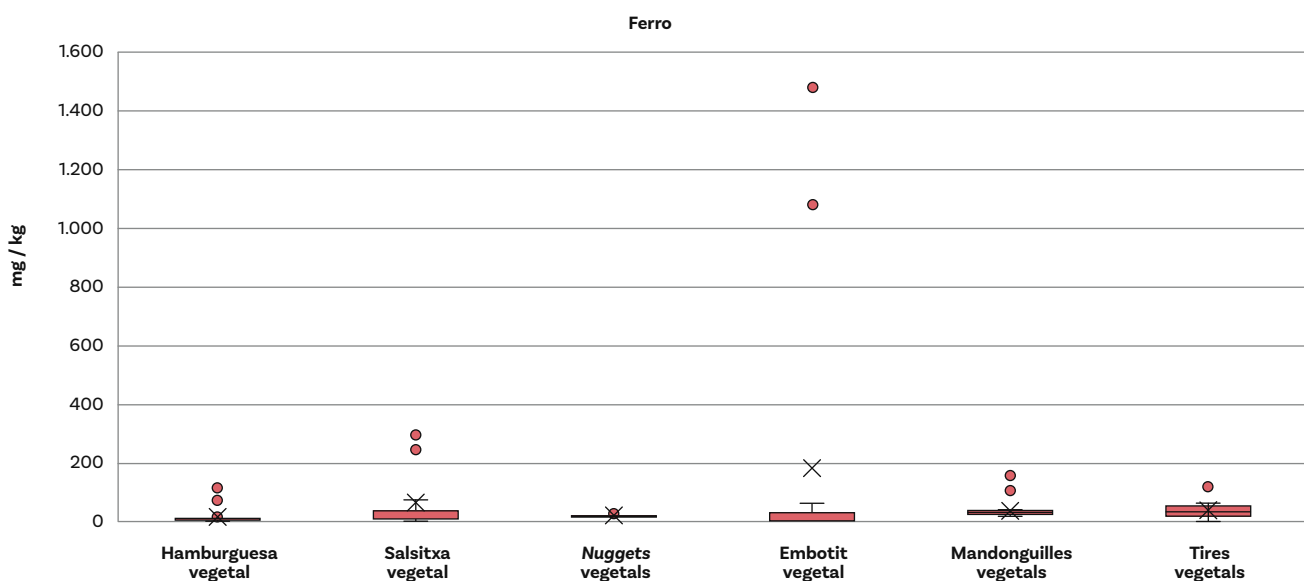


La concentració mitjana màxima de crom s'ha observat a les tires vegetals (0,672 mg/kg), un valor força superior a la resta de categories avaluades (figura 6). La resta d'anàlegs carnis presenten nivells de crom relativament similars entre si: 0,161 mg/kg en nuggets, 0,136 mg/kg en mandonguilles, 0,106 mg/kg en hamburgueses, 0,086 mg/kg en salsitxes i 0,080 mg/kg en embotit.

Segons la informació obtinguda en un estudi previ realitzat a Catalunya (ACSA, 2017), la carn i derivats presenten una concentració mitjana de crom de 0,87 mg/kg, un valor més elevat però del mateix ordre de magnitud que el de la mitjana dels anàlegs carnis aquí avaluats (0,21 mg/kg).

Figura 7.

Diagrama de caixes i bigotis (boxplot) de la concentració de ferro en els diferents grups d'anàlegs carnis de base vegetal.



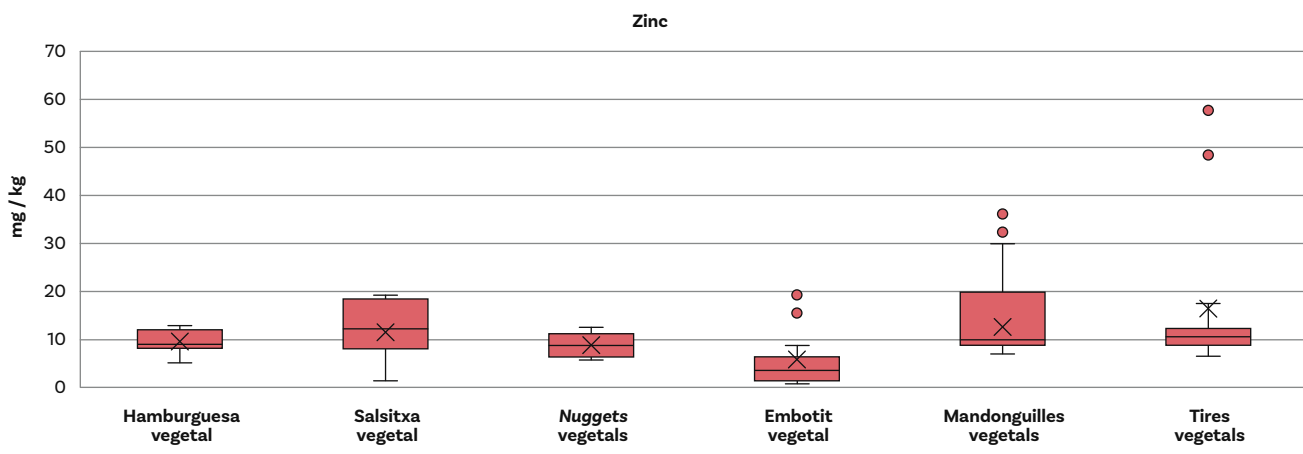
Amb relació al ferro, l'embotit vegetal és l'aliment que en presenta una concentració mitjana més elevada (183 mg/kg), possiblement per l'elevat contingut en dues mostres concretes (1.485 i 1.075 mg/kg) (figura 7). Tanmateix, si s'exclouen aquestes dues mostres del tractament estadístic, la concentració mitjana de les 13 mostres restants d'embotit vegetal és de 14,1 mg/kg.

La resta de categories avaluades presenten nivells relativament similars de ferro, amb un rang de concentracions d'entre 20,3 i 53,7 mg/kg per a les nuggets i les salsitxes, respectivament. Mandonguilles, tires vegetals i hamburgueses presenten concentracions mitjanes de 41,6, 35,4 i 27,2 mg/kg, respectivament. Considerant la totalitat d'anàlegs carnis de base vegetal, la concentració mitjana ha estat de 32,0 mg/kg.

Segons la base de dades BEDCA (2010) quant al contingut de ferro, la carn de vedella acostuma a presentar valors pròxims a 15-20 mg/kg, mentre que la carn de porc i xai té un nivell aproximat de 9-10 mg/kg. Consegüentment, les concentracions de ferro en anàlegs carnis de base vegetal i en carn i derivats són del mateix ordre de magnitud.

Figura 8.

Diagrama de caixes i bigotis (boxplot) de la concentració de zinc en els diferents grups d'anàlegs carnis de base vegetal.



La concentració mitjana més alta de zinc (16,1 mg/kg) s'ha observat a les tires vegetals, i el valor més baix s'ha observat a l'embotit vegetal (4,99 mg/kg) (figura 8). La resta de categories presenten un nivell mitjà de zinc de 13,3, 11,4, 9,58 i 8,83 mg/kg (mandonguilles, salsitxa, hamburguesa i nuggets, respectivament).

La concentració mitjana de zinc observada als anàlegs carnis va ser d'10,7 mg/kg, un valor inferior però del mateix ordre de magnitud al que s'havia observat en carn i derivats (32,8 mg/kg) a l'estudi de l'ACSA (2017).

4.3. Estimació de l'exposició i avaluació del risc

4.3.1. Contaminants

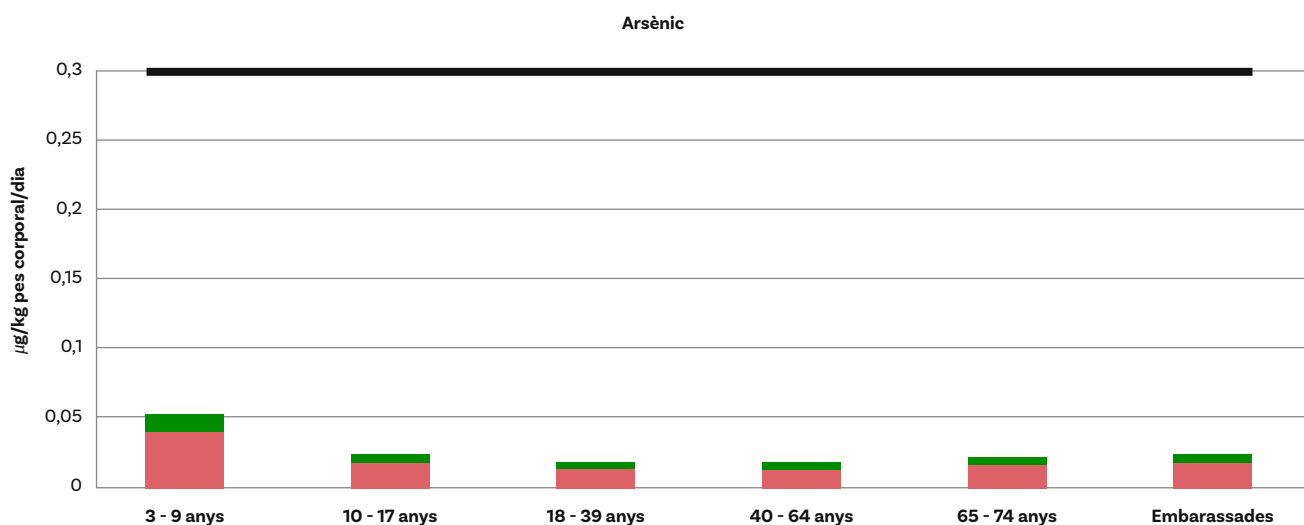
L'estimació de l'exposició per a cada contaminant s'ha realitzat calculant la ingesta diària estimada, considerant el consum diari d'una ració (100 g) d'anàlegs carnis (hamburguesa, salsitxa, nuggets, mandonguilles o tires) i la concentració mitjana total de cada contaminant en aquests anàlegs carnis i addicionant el consum diari d'una ració (40 g) d'embotit vegetal i la concentració mitjana de cada contaminant en l'embotit vegetal.

La comparació entre la ingesta diària estimada i els valors de seguretat toxicològica establerts per als contaminants avaluats (As, Cd, Ni i Pb) està representada a les figures 9, 10, 11 i 12.

Tots els grups de població presenten valors d'exposició molt inferiors als valors de seguretat toxicològica establerts per als diferents contaminants; la població infantil de 3 a 9 anys és el grup més exposat a tots els contaminants avaluats.

Figura 9.

Ingesta dietètica d'arsènic per a diferents grups de població i comparació respecte als nivells de seguretat toxicològica (BMDL₀₁), considerant un consum diari de 100 g d'anàlegs carnis de base vegetal (en vermell) i 40 g d'embotit vegetal (en verd). Per al càlcul de l'exposició, s'ha considerat un escenari conservador en què tot l'arsènic hi era en forma d'arsènic inorgànic.



Amb relació a l'arsènic, el valor de seguretat establert per l'EFSA és per a l'arsènic inorgànic; per tant, l'estimació de l'exposició i l'avaluació de risc s'ha de realitzar a partir de l'arsènic inorgànic. En aquest estudi, tenint en compte que només s'ha realitzat l'especiació de l'arsènic en una sola mostra d'hamburguesa vegetal, s'ha considerat que el contingut de l'arsènic total equival al d'arsènic inorgànic.

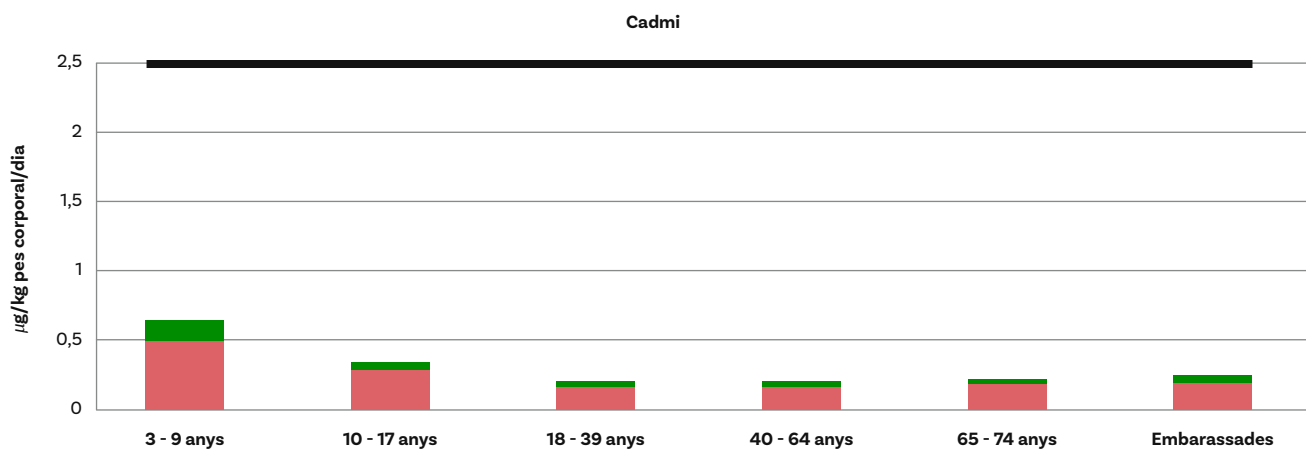
La ingesta dietètica d'arsènic en el grup de 3 a 9 anys és de 0,04 µg/kg pes corporal/dia per als anàlegs carnis (hamburguesa, salsitxa, nuggets, mandonguilles i tires) i de 0,05 µg/kg pes corporal/dia considerant també el consum d'embotit vegetal (figura 9).

La resta de grups de població avaluats presenten valors inferiors, en un rang de 0,01 a 0,02 µg/kg pes corporal/setmana per als anàlegs carnis i de 0,017 a 0,024 µg/kg pes corporal/dia sumant-hi el consum d'embotit vegetal.

En tots els grups d'edat avaluats, l'exposició dietètica de la població queda molt per sota del límit inferior del valor de seguretat (BMDL₀₁) (0,3 - 8 µg/kg pes corporal/dia) per càncer de pulmó i bufeta i per lesions dèrmiques (EFSA, 2009a). Si es té en compte que l'EFSA recomana que, quan no es realitzi especiació, la proporció d'arsènic inorgànic es consideri un 70% de l'arsènic total, l'exposició a l'arsènic inorgànic en aquest estudi seria encara més baixa als valors estimats.

Figura 10.

Ingesta dietètica de cadmi per a diferents grups de població i comparació respecte als nivells de seguretat toxicològica (IST), considerant un consum diari de 100 g d'anàlegs carnis (en vermell) i 40 g d'embotit vegetal (en verd).



L'exposició dietètica de cadmi en el grup de nens i nenes de 3 a 9 anys ha estat de 0,52 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/setmana per als anàlegs carnis (hamburguesa, salsitxa, *nuggets*, mandonguilles i tires), i de 0,62 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia considerant també el consum d'embotit vegetal (figura 10).

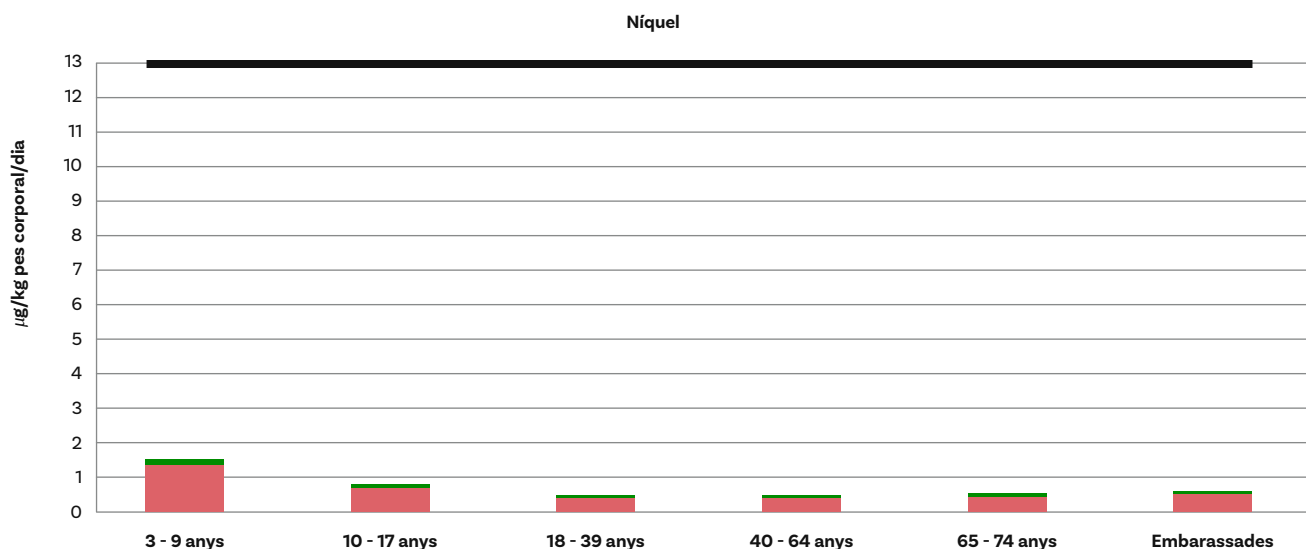
La resta de grups de població avaluats presenten valors inferiors, en un rang de 0,16 a 0,25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/setmana per als anàlegs carnis i de 0,19 a 0,29 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia sumant-hi el consum d'embotit vegetal.

Tots els grups de població presenten valors d'exposició inferiors al valor de seguretat toxicològica d'ingesta setmanal tolerable (IST), establert en 2,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/setmana (EFSA, 2009b).

Tot i això, s'ha de tenir en compte que les persones fumadores estan més exposades al cadmi a causa de la presència d'aquest element en el fum del tabac. Per tant, el potencial efecte del cadmi es podria veure augmentat en aquest grup de població.

Figura 10.

Ingesta dietètica de níquel per a diferents grups de població i comparació respecte als nivells de seguretat toxicològica (IDT), considerant un consum diari de 100 g d'anàlegs carnis (en vermell) i 40 g d'embotit vegetal (en verd).



L'exposició a níquel per la població infantil de 3 a 9 anys és d'1,29 µg/kg pes corporal/dia per als anàlegs carnis (hamburguesa, salsitxa, nuggets, mandonguilles i tires), i d'1,49 µg/kg pes corporal/dia considerant també el consum d'embotit vegetal (figura 11).

La resta de grups de població avaluats presenten valors inferiors, en un rang de 0,40 a 0,61 µg/kg pes corporal/setmana per als anàlegs carnis, i de 0,46 a 0,70 µg/kg pes corporal/dia sumant-hi el consum d'embotit vegetal.

Els efectes crònics de l'exposició al níquel es poden avaluar mitjançant la comparació entre la ingesta dietètica estimada i la ingesta diària tolerable (IDT), establerta en 13 µg/kg pes corporal/dia per l'EFSA (2020). L'exposició és, per a tots els grups de població, inferior a aquest valor.

Pel risc agut que persones sensibilitzades al níquel desenvolupin dermatitis de contacte, l'EFSA va establir un LOAEL de 4,3 µg/kg pes corporal. El risc agut de l'exposició al níquel es pot estimar mitjançant el càlcul del marge d'exposició (MOE, en anglès). El MOE proporciona una indicació del nivell de preocupació per la seguretat sobre la presència d'una substància als aliments. L'EFSA va establir que un MOE igual o superior a 30 indicaria un risc baix per a la salut a curt termini.

El càlcul del MOE amb relació al LOAEL per dermatitis de contacte sistèmica es presenta a la taula 5. Tots els grups de població tenen un MOE inferior a 30, cosa que podria suposar un problema de salut per a aquelles persones sensibilitzades al níquel.

Taula 5.

Càlcul del MOE referent al níquel respecte al valor de seguretat LOEL en diferents grups de població.

MOE per al níquel	Grups de població					
	3-9 anys	10-17 anys	18-39 anys	40-64 anys	65-74 anys	Embarassades
EDI ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia)	1,49	0,70	0,50	0,46	0,51	0,55
MOE risc agut, dermatitis de contacte sistèmica (LOEL: $4,3 \mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal)	2,90	6,15	8,69	9,29	8,51	7,85

MOE: marge d'exposició.

LOEL: nivell inferior sense observació d'efectes adversos.

Figura 12.

Ingesta dietètica de plom per a diferents grups de població i comparació respecte als nivells de seguretat toxicològica (BMDL01 per neurotoxicitat en el desenvolupament), considerant un consum diari de 100 g d'anàlegs carnis (en vermell) i 40 g d'embotit vegetal (en verd).



L'exposició al plom per a la població infantil de 3 a 9 anys és de $0,05 \mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia per als anàlegs carnis (hamburguesa, salsitxa, nuggets, mandonguilles i tires), i de $0,07 \mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia considerant també el consum d'embotit vegetal (figura 12).

La resta de grups de població avaluats presenten valors inferiors, en un rang de $0,016$ a $0,024 \mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/setmana per als anàlegs carnis, i de $0,02$ a $0,03 \mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia sumant-hi el consum d'embotit vegetal.

L'EFSA estableix tres valors de seguretat toxicològica per al plom considerant tres efectes potencials sobre la salut (neurotoxicitat en el desenvolupament, pressió sistòlica i malaltia crònica renal) (EFSA, 2010). Tots els grups de població presenten valors d'exposició inferiors al valor de seguretat toxicològica BMDL₀₁ més restrictiu ($0,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia) considerant la neurotoxicitat en el desenvolupament.

Per avaluar el risc de l'exposició al plom dels tres efectes sobre la salut, s'han derivat els valors de MOE corresponents (taula 6).

L'EFSA estableix que uns valors de MOE superiors a 10 indiquen un risc baix, tot i que per MOE inferiors a 10 però superiors a 1 el risc seguiria sent molt baix (EFSA, 2010).

Taula 6.

Càlcul del MOE referent al plom respecte als valors de seguretat, en diferents grups de població.

MOE per al plom	Grups de població					
	3-9 anys	10-17 anys	18-39 anys	40-64 anys	65-74 anys	Embarassades
EDI ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia)	0,07	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
MOE neurotoxicitat en el desenvolupament (BMDL_{01} : $0,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia)	6,85	14,71	20,83	21,74	20,83	18,52
MOE efectes en la pressió sistòlica (BMDL_{01} : $1,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia)	20,55	44,12	62,50	65,22	62,50	55,56
MOE efectes en la prevalença de malaltia renal crònica (BMDL_{01} : $0,63 \mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia)	8,63	18,53	26,25	27,39	26,25	23,33

MOE: marge d'exposició.

LOAEL: "benchmark dose lower level", en anglès.

Pel que fa als tres efectes de salut, els valors de MOE se situen entre 14,71 i 62,50 per a tots els grups de població, amb l'excepció de la població infantil de 3 a 9 anys, en què els valors de MOE són de 6,85 per al risc de neurotoxicitat en el desenvolupament i de 8,63 per a la malaltia renal crònica.

- Comparació de l'exposició a contaminants pel consum d'anàlegs carnis vs. el consum de productes carnis i derivats

Addicionalment, s'ha comparat, per a la població adulta d'entre 18 i 74 anys, la ingesta dietètica dels contaminants avaluats (As, Cd, Ni i Pb) pel consum d'anàlegs carnis de base vegetal (hamburguesa, salsitxa, nuggets, mandonguilles i tires) amb l'exposició dietètica pel consum de carn i derivats (taula 7).

Taula 7.

Ingesta estimada de contaminants pel consum d'anàlegs i carn i derivats per a un adult.

Contaminant	Ingesta estimada adult ($\mu\text{g}/\text{dia}$)	
	Anàlegs carnis de base vegetal	Carn i derivats*
Arsènic	0,89	0,14
Cadmi	1,79	0,08
Níquel	31,0	50,8
Plom	1,22	0,32

*Dades obtingudes d'estudis de dieta total realitzats a Catalunya (ACSA, 2017, 2020a).

L'exposició als contaminants pel consum d'anàlegs carnis de base vegetal és superior, tret del níquel, a la de l'exposició de carn i derivats a causa de la concentració més elevada present als ingredients dels anàlegs carnis.

4.3.2. Elements essencials

La ingesta diària estimada dels elements essencials pel consum d'anàlegs carnis de base vegetal s'ha calculat considerant el consum diari d'una ració (100 g) d'anàlegs carnis (hamburguesa, salsitxa, nuggets, mandonguilles o tires) i la concentració mitjana total de cada element essencial en aquests anàlegs carnis.

La ingesta diària estimada dels elements essencials pel consum d'anàlegs carnis de base vegetal es presenta a la **taula 8**, juntament amb la ingesta recomanada establerta per l'AESAN per a cada element (**taula 4**) (AESAN, 2019).

Taula 8.

Ingesta estimada per a un adult i ingesta recomanada per a diferents grups de població dels elements essencials.

Grups de població	Ingesta estimada (mg/dia)			
	Calci	Crom ^a	Ferro	Zinc
Adult	79,1	23,7	3,5	1,2
Grups de població	Ingesta recomanada ^b (mg/dia)			
	Calci	Crom ^a	Ferro	Zinc
6-9 anys	800	15	10	6,5
10-13 anys	1100-1150	21-25	11-15	8-9
14-19 anys	1150	24-35	11-15	9-11
20-59 anys	950	25-35	9,1-18	8-11
> 59 anys	1000	20-30	9-9,1	7-11
Embarassades	1000	30	27	10

^a La ingesta estimada i la ingesta recomanada de crom s'expressen en µg/dia.

^b AESAN, 2019.

Amb relació al calci, la ingesta estimada associada amb el consum d'una ració (100 g) d'anàlegs carnis de base vegetal és de 79,1 mg/dia, cosa que representa entre un 6,9 i un 9,9% del rang de la ingesta recomanada (800-1150 mg/dia) per als diferents grups de població.

Respecte al crom, la ingesta estimada (23,7 µg/dia) d'una ració d'anàleg carni representa un 67,7% del rang superior de la ingesta diària recomanada (35 µg/dia). Segons els valors establerts per l'AESAN, el rang inferior d'ingesta recomanada (15-25 µg/dia) es podria assolir amb una ració d'anàleg carni, però s'ha de destacar que, segons els valors establerts per altres països i recollits a l'informe de l'EFSA (EFSA, 2014a), la ingesta recomanada estaria entre 20 i 100 µg/dia.

La ingesta estimada de ferro és de 3,5 mg/dia, fet que indica que una ració d'anàleg carni representa una aportació de ferro d'entre un 13 i un 38,9% del rang de la ingesta recomanada (9-27 mg/dia) per als diferents grups de població.

S'ha de considerar que el ferro present als aliments pot ser-hi en forma de ferro hem, present majoritàriament en aliments d'origen animal, i de ferro no hem, present majoritàriament en aliments d'origen vegetal. El ferro hem és biodisponible i s'absorbeix en una mesura significativament més alta que el ferro no hem (EFSA, 2015b).

La ingesta estimada de zinc (1,2 mg/dia) expressa que una ració d'anàleg carni representa una aportació de zinc d'entre un 12 i un 18,5% del rang de la ingesta recomanada (6,5-10 mg/dia) per als diferents grups de població.

4.4. Microorganismes indicadors i patògens

Els resultats de l'anàlisi microbiològica a les mostres d'anàlegs carnis de base vegetal es presenten a l'[annex II](#).

S'ha observat detecció presumptiva per PCR de *Salmonella spp.* en 6 mostres d'anàlegs carnis, concretament 4 d'embotit vegetal, 1 de salsitxa i 1 mostra de tires vegetals, però en cap mostra es va aïllar *Salmonella spp.* en medi de cultiu.

L. monocytogenes s'ha detectat per PCR en tres mostres, una de mandonguilles vegetals i dues en hamburgueses vegetals. Tot i això, la quantificació d'*L. monocytogenes* ha estat sempre per sota de 10 ufc/g.

E. coli i *C. perfringens* no s'han detectat en cap de les mostres analitzades, i *B. cereus* només s'ha quantificat (1,7·10² ufc/g) en 1 mostra, concretament d'hamburgueses vegetals, tot i que se n'ha observat presència (< 40 ufc/g) en 2 mostres de mandonguilles.

El recompte de microorganismes totals a 30°C presenta una gran variabilitat, amb valors entre < 10 i > 3,0·10⁶ ufc/g. Cinc mostres, 4 de tires vegetals i 1 de mandonguilles, han presentat sobrecreixement i no s'han pogut quantificar.

4.5. Caracterització fisicoquímica

Els resultats de pH i d'activitat d'aigua dels anàlegs carnis avaluats es presenten a la [taula 9](#).

Tots els grups d'aliments analitzats presenten uns valors de pH i d'activitat d'aigua molt similars. El rang de valors mitjans, tenint en compte la desviació estàndard, per al pH és de 5,26-6,77, i per a l'activitat d'aigua és de 0,96-0,99.

Els valors d'activitat d'aigua i pH dels anàlegs carnis són favorables al creixement de microorganismes. En conseqüència, per a la seguretat alimentària, és important que a l'etiquetatge del producte s'hi destaquï la necessitat de sotmetre l'aliment a un tractament tèrmic complet previ al consum.

Taula 9.**Valors de pH i activitat d'aigua en diferents grups d'anàlegs carnis de base vegetal.**

Grups d'aliments	pH (mitjana ± desviació estàndard)	Activitat d'aigua (mitjana ± desviació estàndard)
Salsitxa vegetal	5,71 ± 0,45	0,97 ± 0,01
Nuggets vegetals	5,92 ± 0,34	0,98 ± 0,01
Embotit vegetal	5,84 ± 0,55	0,97 ± 0,00
Mandonguilles vegetals	6,04 ± 0,57	0,98 ± 0,01
Tires vegetals	6,34 ± 0,43	0,97 ± 0,01
Hamburguesa vegetal	6,00 ± 0,37	0,97 ± 0,01



5. Conclusions

Tots els contaminants analitzats (As, Cd, Hg, Pb i Ni) s'han detectat en cadascuna de les mostres d'anàlegs carnis de base vegetal avaluades, tret del mercuri, que només s'ha detectat en una mostra. Els nivells de contaminants són generalment del mateix ordre de magnitud que els observats en els productes carnis avaluats als estudis de dieta total realitzats per l'ACSA.

La ingesta dietètica estimada per als grups de població avaluats presenta valors molt inferiors als valors de seguretat toxicològica establerts per als diferents contaminants. Només amb relació al níquel, el valor del MOE relacionat amb la dermatitis de contacte sistèmica podria indicar un possible problema de salut per a aquelles persones sensibilitzades a aquest metall.

Els nivells d'elements essencials (Ca, Cr, Fe i Zn) dels anàlegs carnis de base vegetal són generalment del mateix ordre de magnitud que els observats en els productes carnis avaluats als estudis de dieta total.

La ingesta dietètica estimada d'elements essencials associada amb el consum d'una ració (100 g) dels anàlegs carnis, hamburgueses, salsitxes, mandonguilles o tires vegetals, representa entre un 6,9 i un 67,7% dels valors d'ingesta diària recomanada establerts.

Del total de mostres avaluades, s'ha detectat presumptivament *Salmonella spp.* en 6 mostres. *Listeria monocytogenes* s'ha detectat per PCR en 3 mostres; la quantificació ha estat inferior a 10 ufc/g.

Les característiques fisicoquímiques han presentat uns valors molt similars en totes les mostres d'anàlegs carnis. Els valors d'activitat d'aigua i pH observats afavoreixen el creixement de microorganismes. Per garantir la seguretat dels productes, és important que es destaquï a l'etiquetatge la necessitat de sotmetre l'aliment a un tractament tèrmic complet previ al consum.

6. Referències

ACSA, 2017. Elements traça en els aliments. Estudi de dieta total a Catalunya. Agència Catalana de Seguretat Alimentària, Departament de Salut, Generalitat de Catalunya. Barcelona.

ACSA, 2020a. Contaminants químics. V estudi de dieta total a Catalunya. Metalls pesants, dioxines (PCDD/F) i bifenils policlorats (PCB). Agència Catalana de Seguretat Alimentària, Departament de Salut, Generalitat de Catalunya. Barcelona.

ACSA, 2020b. Algues. Estudi de la presència de metalls pesants i iode en algues destinades al consum humà. Avaluació del risc associat i la seva contribució a la dieta total. Agència Catalana de Seguretat Alimentària, Departament de Salut, Generalitat de Catalunya. Barcelona.

ACSA, 2022. Baròmetre de la seguretat alimentària a Catalunya. Agència Catalana de Seguretat Alimentària, Departament de Salut, Generalitat de Catalunya. Barcelona.

ACSA, 2023. Anàlegs carnis de base vegetal comercialitzats a Catalunya: avaluació del perfil nutricional. Comitè Científic Assessor de Seguretat Alimentària. Agència Catalana de Seguretat Alimentària, Departament de Salut, Generalitat de Catalunya. Barcelona.

AESAN, 2019. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre Ingestas Nutricionales de Referencia para la población española. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, Revista del Comité Científico núm. 29. Madrid.

AESAN, 2021. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el riesgo asociado a la presencia de níquel en alimentos para población sensibilizada a este metal. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, Revista del Comité Científico núm. 35. Madrid.

BEDCA, 2010. Base de Datos Española de Composición de Alimentos. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, Ministerio de Ciencia e Innovación, Madrid. Disponible a <https://www.bedca.net/bdpub/>.

EFSA, 2009a. Panel on contaminants in the food chain (CONTAM); scientific opinion on arsenic in food. European Food Safety Agency, EFSA J. 7, 1351.

EFSA, 2009b. Panel on contaminants in the food chain (CONTAM); scientific opinion on cadmium in food. European Food Safety Agency, EFSA J. 980, 1-139.

EFSA, 2010. Panel on contaminants in the food chain (CONTAM); scientific opinion on lead in food. European Food Safety Agency, EFSA J. 8, 1570.

EFSA, 2012. Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. European Food Safety Agency, EFSA J. 10, 2985.

EFSA, 2014a. Scientific Opinion on dietary reference values for chromium. European Food Safety Agency, EFSA J. 12, 3845.

EFSA, 2014b. Scientific Opinion on dietary reference values for zinc. European Food Safety Agency, EFSA J. 12, 3844.

EFSA, 2015a. Scientific Opinion on dietary reference values for calcium. European Food Safety Agency, EFSA J. 13, 4101.

EFSA, 2015b. Scientific Opinion of dietary reference values for iron. European Food Safety Agency, EFSA J. 13, 4254.

EFSA, 2020. Update of the risk assessment of nickel in food and drinking water. European Food Safety Agency, EFSA J. 18, 6268.

Lantern, 2021. The Green Revolution. Disponible en línia a: <https://www.lantern.es/papers/the-green-revolution-entendiendo-el-auge-del-mundo-veggie>.

OMS, 2011. Towards a harmonised total diet study approach: a guidance document: joint guidance of EFSA, FAO and WHO. Organització Mundial de la Salut.

7. Annexos

Annex I. Concentració de contaminants i elements essencials en mostres individuals d'anàlegs carnis de base vegetal comercialitzats a Catalunya

Grups d'aliments	Contaminants (mg/kg)					Elements essencials (mg/kg)			
	As	Cd	Hg	Ni	Pb	Ca	Cr	Fe	Zn
Hamburguesa vegetal	0,008	0,017	<0,002	0,575	0,004	298	0,058	14,4	12,59
	0,009	0,016	<0,002	0,400	0,006	299	0,045	13,6	12,07
	0,016	0,019	<0,002	0,398	0,004	499	0,075	18,6	11,50
	1,79	0,033	<0,002	0,612	0,016	745	0,126	18,3	11,96
	0,009	0,019	<0,002	0,397	0,004	415	0,095	16,1	12,78
	0,025	0,025	<0,002	0,202	0,006	385	0,108	16,9	8,89
	0,020	0,035	<0,002	0,167	0,005	543	0,071	13,0	10,44
	0,011	0,050	<0,002	0,226	0,027	1456	0,291	30,3	7,95
	0,024	0,012	<0,002	0,093	0,011	192	0,060	9,05	5,32
	0,003	0,016	<0,002	0,083	0,004	361	0,054	10,0	8,11
	0,027	0,022	<0,002	0,182	0,005	433	0,059	15,8	8,90
	0,010	0,007	<0,002	0,226	0,020	549	0,161	80,7	6,60
	0,004	0,009	<0,002	0,294	0,005	515	0,328	122,3	11,19
	0,008	0,004	<0,002	0,357	0,010	244	0,033	16,4	7,40
	0,009	0,003	0,003	0,256	0,009	464	0,027	13,1	8,06
Salsitxa vegetal	0,006	0,005	<0,002	0,097	0,014	289	0,104	5,93	1,95
	0,004	0,004	<0,002	0,029	0,010	148	0,035	1,96	1,64
	0,007	0,008	<0,002	0,174	0,011	1648	0,083	58,3	7,12
	0,007	0,033	<0,002	0,586	0,014	1225	0,116	24,5	12,85
	0,004	0,023	<0,002	0,155	0,008	1275	0,036	17,9	14,72
	0,009	0,020	<0,002	0,142	0,020	783	0,065	18,6	18,64
	0,013	0,023	<0,002	0,127	0,008	431	0,043	18,1	17,56
	0,080	0,023	<0,002	0,186	0,015	761	0,055	22,4	10,08
	0,006	0,016	<0,002	0,156	0,012	260	0,040	15,0	10,71
	0,009	0,022	<0,002	0,115	0,006	360	0,031	14,9	18,41
	0,008	0,006	<0,002	0,094	0,016	1275	0,173	290,4	6,43
	0,007	0,016	<0,002	0,185	0,010	296	0,033	13,4	13,60
	0,009	0,018	<0,002	1,203	0,022	1257	0,221	34,8	17,81
	0,007	0,031	<0,002	0,711	0,012	1167	0,098	22,5	12,33
	0,008	0,006	<0,002	0,100	0,016	2643	0,159	246,5	7,06

Grups d'aliments	Contaminants (mg/kg)					Elements essencials (mg/kg)			
	As	Cd	Hg	Ni	Pb	Ca	Cr	Fe	Zn
Nuggets vegetals	0,026	0,009	<0,002	0,237	0,009	446	0,262	19,4	9,53
	0,003	0,013	<0,002	0,102	0,006	784	0,184	21,8	6,08
	0,004	0,013	<0,002	0,168	0,006	756	0,271	20,6	5,98
	0,005	0,010	<0,002	0,181	0,009	437	0,116	45,2	5,39
	0,004	0,016	<0,002	0,196	0,010	704	0,311	21,0	8,00
	0,008	0,018	<0,002	0,082	0,008	241	0,050	10,4	7,13
	0,009	0,010	<0,002	0,197	0,005	724	0,167	9,41	6,18
	0,006	0,014	<0,002	0,084	0,008	436	0,097	13,5	6,25
	0,005	0,009	<0,002	0,082	0,044	4939	0,092	27,3	10,95
	0,004	0,015	<0,002	1,450	0,006	569	0,184	22,7	11,47
	0,009	0,015	<0,002	0,418	0,005	917	0,130	19,1	12,70
	0,008	0,007	<0,002	0,244	0,011	245	0,180	14,3	11,65
	0,008	0,018	<0,002	0,179	0,009	1681	0,079	23,1	12,11
	0,023	0,007	<0,002	0,141	0,012	481	0,112	19,8	9,02
	0,005	0,008	<0,002	0,424	0,021	666	0,187	16,9	10,08
Embotit vegetal	0,006	0,002	<0,002	0,387	0,024	994	0,058	11,2	7,35
	0,007	0,023	<0,002	0,266	0,020	1194	0,076	31,4	19,68
	0,013	0,009	<0,002	0,231	0,010	1129	0,076	1075,5	3,09
	0,017	0,011	<0,002	0,262	0,043	335	0,085	1484,7	3,05
	0,010	0,008	<0,002	0,061	0,009	1048	0,048	9,84	3,34
	0,010	0,006	<0,002	0,063	0,009	1033	0,078	10,3	3,06
	0,004	0,004	<0,002	0,036	0,011	571	0,053	2,05	1,30
	0,004	<0,002	<0,002	0,026	0,012	635	0,273	3,33	0,86
	0,006	0,005	<0,002	0,080	0,008	220	0,042	61,7	5,44
	0,008	0,010	<0,002	0,053	0,009	1214	0,063	10,8	3,16
	0,017	0,013	<0,002	0,056	0,010	371	0,059	8,09	2,90
	0,012	0,019	<0,002	0,124	0,008	387	0,053	20,5	16,52
	0,008	0,003	<0,002	0,031	0,004	250	0,068	2,91	0,74
	0,006	0,003	<0,002	0,023	0,010	302	0,059	3,24	0,86
	0,012	0,011	<0,002	0,055	0,009	1037	0,116	8,33	3,58
Mandonguilles vegetals	0,006	0,008	<0,002	0,448	0,007	419	0,223	12,1	6,96
	0,004	0,009	<0,002	0,657	0,013	629	0,236	23,3	9,78
	0,005	0,011	<0,002	0,762	0,011	534	0,140	21,0	9,68
	0,006	0,019	<0,002	0,090	0,007	841	0,133	24,5	9,26
	0,007	0,010	<0,002	0,201	0,009	579	0,142	143,5	13,81
	0,003	0,015	<0,002	0,271	0,015	1325	0,036	39,0	10,21
	0,006	0,014	<0,002	0,135	0,054	650	0,070	39,0	8,82
	0,006	0,029	<0,002	0,304	0,009	962	0,208	27,5	10,77
	0,008	0,021	<0,002	0,179	0,009	418	0,082	44,8	7,61
	0,008	0,013	<0,002	0,194	0,009	400	0,197	18,1	9,71
	0,010	0,013	<0,002	0,194	0,009	395	0,192	17,9	10,16
	0,014	0,018	<0,002	0,186	0,012	1066	0,089	40,1	30,26
	0,004	0,010	<0,002	0,198	0,010	777	0,096	103,7	20,90
	0,016	0,014	<0,002	0,192	0,004	335	0,087	32,4	21,30
	0,002	0,008	<0,002	0,205	0,006	276	0,109	37,0	19,74

Grups d'aliments	Contaminants (mg/kg)					Elements essencials (mg/kg)			
	As	Cd	Hg	Ni	Pb	Ca	Cr	Fe	Zn
Tires vegetals	0,004	0,018	<0,002	0,196	0,011	1061	0,060	30,3	11,55
	0,005	0,019	<0,002	0,221	0,005	1126	2,600	50,7	9,00
	0,006	0,024	<0,002	0,250	0,006	994	1,736	3,57	9,84
	0,006	0,018	<0,002	0,106	0,017	910	0,113	22,2	10,28
	0,031	0,094	<0,002	0,829	0,041	1426	0,480	40,2	57,50
	0,041	0,077	<0,002	0,905	0,058	1367	2,210	38,7	48,57
	0,006	0,007	<0,002	0,098	0,006	161	0,070	110,0	6,32
	0,008	0,008	<0,002	0,260	0,009	1242	0,149	47,2	10,77
	0,003	0,016	<0,002	0,346	0,004	674	0,276	19,9	12,65
	0,005	0,015	<0,002	0,124	0,009	572	0,136	20,3	7,92
	0,005	0,028	<0,002	1,200	0,004	685	0,043	20,2	16,83
	0,006	0,024	<0,002	0,202	0,018	963	0,072	33,0	12,50
	0,007	0,014	<0,002	0,134	0,009	1156	0,869	20,5	6,99
	0,004	0,040	<0,002	0,039	0,011	327	0,032	17,1	12,13
	0,004	0,019	<0,002	0,115	0,004	1562	1,240	56,7	9,19

Annex II.

Detecció i recompte de microorganismes indicadors i patògens en mostres d'anàlegs carnis de base vegetal comercialitzats a Catalunya

Grups d'aliments	Detecció (en 25 g)		Recompte (ufc/g)				
	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	Microorganismes 30°C	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Bacillus cereus</i>
Salsitxa vegetal	Detecció presumptiva	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	7,0x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	3,1x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	5,2x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	6,5x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	2,8x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,3x10 ⁵	<10	<10
Nuggets vegetals	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	4,5x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	3,4x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	5,7x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	3,1x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	3,2x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,3x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,3x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	2,3x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	2,1x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	9,0x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	9,8x10 ³	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	4,7x10 ⁵	<10	<10
n.d.	n.d.	<10	<10	4,0x10 ⁵	<10	<10	

Grups d'aliments	Detecció (en 25 g)		Recompte (ufc/g)				
	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	Microorganismes 30°C	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Bacillus cereus</i>
Embotit vegetal	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	3,3x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,8x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	Detecció presumptiva	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,5x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	6,8x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	2,4x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	Detecció presumptiva	n.d.	<10	<10	1,7x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	6,9x10 ³	<10	<10
	Detecció presumptiva	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
Detecció presumptiva	n.d.	<10	<10	8,0x10 ⁵	<10	<10	
Mandonguilles vegetals	n.d.	n.d.	<10	<10	1,8x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	2,3x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	6,7x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	Sobrecreixement	<10	<10
	n.d.	Detecció	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,0x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	2,0x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,2x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	2,2x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	4,5x10 ³	<10	Presència<40
	n.d.	n.d.	<10	<10	6,5x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	3,3x10 ³	<10	Presència<40
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,2x10 ⁵	<10	<10

Grups d'aliments	Detecció (en 25 g)		Recompte (ufc/g)				
	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	Microorganismes 30°C	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Bacillus cereus</i>
Tires vegetals	n.d.	n.d.	<10	<10	1,3x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	Sobrecreixement	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,6x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	7,6x10 ⁴	<10	<10
	Detecció presumptiva	n.d.	<10	<10	Sobrecreixement	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	Sobrecreixement	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	6,7x10 ⁴	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,8x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	Sobrecreixement	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,3x10 ⁵	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,1x10 ⁶	<10	<10
n.d.	n.d.	<10	<10	6,1x10 ⁴	<10	<10	
Hamburguesa vegetal	n.d.	n.d.	<10	<10	7,7x10 ¹	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,0x10 ²	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	6,4x10 ²	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	3,5x10 ²	<10	1,7x10 ²
	n.d.	n.d.	<10	<10	5,5x10 ²	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	<10	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	<10	<10	<10
	n.d.	Detecció	<10	<10	3,7x10 ³	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	<40	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	<10	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	<10	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	1,2x10 ³	<10	<10
	n.d.	Detecció	<10	<10	>3,0x10 ⁶	<10	<10
	n.d.	n.d.	<10	<10	<40	<10	<10
n.d.	n.d.	<10	<10	<40	<10	<10	

n.d.: no detectada.

