

Treball Final de Grau

Estudi: Grau en Innovació i Seguretat Alimentària

Títol: *Salmonella* Typhimurium variant monofàsica en el sector porcí

Document: Memòria

Alumne: Mafalda Abellaned Carrión

Directora: Anna Jofré Fradera

Tutor: Maria Pla De Solà Morales

Departament: ENGINYERIA QUÍMICA, AGRÀRIA I TECNOLOGIA
AGROALIMENTÀRIA

Àrea: TECNOLOGIA DELS ALIMENTS

Convocatòria (mes/any): 06/2023

Resum

Salmonella representa un problema en la cadena de producció (cadena de valor) del porcí a Espanya a causa de l'elevada prevalença d'aquest patogen des de la granja fins als productes que arriben al consumidor. Entre els diferents serotips de Salmonella, el serotip Typhimurium variant monofàsica ha augmentat significativament en els últims anys en la cadena de producció del porcí, i actualment representa un dels serotips més comuns entre els responsables de casos de salmonel·losi en humans en molts països del món. En aquest treball s'ha fet una revisió bibliogràfica extensiva per tal de recollir literatura científica relacionada amb Salmonella i la seva prevalença segons l'origen de les mostres (granja, canal de porc, carn, producte carni i humà).

Per recollir els articles es va fer una cerca a la base de dades Web of knowledge i les referències trobades es van revisar per tal de seleccionar les que podien aportar informació pel treball, primer segons el títol i resum i seguidament a partir del text complet. Les referències que contenien informació sobre la prevalença i resistències antimicrobianes de Salmonella Typhimurium variant monofàsica en porcí es van seleccionar per extreure'n dades i fer una anàlisi conjunta de tots els resultats obtinguts.

En aquest treball també es van buscar dades en informes sobre zoonosi a la Unió Europea que publica anualment l'EFSA (European Food Safety Authority) i la base de dades del RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) de la Unió Europea. Amb l'anàlisi de les dades extretes dels articles i informes anuals de l'EFSA s'ha vist una elevada prevalença en canals de porc i productes carnis del serotip Typhimurium variant monofàsica. Salmonella és la segona infecció gastrointestinal en humans transmesa per aliments més comuna notificada després de campilobacteriosis. I una de les principals causes per brots en malalties transmeses per aliments en països de la UE. Salmonella en humans és el segon patogen que produeix més casos en països de la Unió Europea, on Espanya es troba entre els primers, amb 3.913 casos confirmats l'any 2021. El nombre de notificacions és molt superior al nombre de brots, però ambdós segueixen la mateixa tendència. El nombre de notificacions relacionades amb brots i el nombre total de brots de salmonel·losi transmesa per aliments van ser més alts l'any 2021 que el 2020, però menors que en anys anteriors.

Hi ha diversos processos de transformació per portar un aliment de la granja a la taula. Tots aquests passos conjunts s'anomenen cadena de producció dels aliments. La contaminació pot ocórrer en qualsevol moment al llarg de la cadena, ja sigui, durant la producció (granja), processament, distribució o preparació. Totes dues rutes d'infecció resulten efectives perquè els bacteris envaeixin l'animal. És per això que l'objectiu principal per controlar la Salmonella és reduir la prevalença dins dels ramats, i prevenir la transmissió causada a través de les femtes durant les etapes de cria i engreix, transport, als corrals d'espera dels escorxadors i la contaminació creuada a la línia de sacrifici. Els porcs normalment són portadors de Salmonella de manera asimptomàtica i en alguns casos emmalalteixen, entre els serotips més comuns trobem S.Typhimurium i S. Derby. Es considera que la fase del sacrifici és la part amb més impacte en el nombre de canals contaminades. La seguretat microbiològica dels embotits fermentats, es relaciona directament amb la qualitat de les matèries primeres i les pràctiques de fabricació. Aquests dos aspectes determinaran els nivells inicials de microorganismes patògens presents, la formulació del producte i les condicions de fermentació en sec.

Per fer les cerques s'han utilitzat diferents bases de dades i fonts d'informació. En el cas d'aquest treball s'ha fet una cerca d'articles científics a la plataforma Web of Science, s'han cercat alertes i brots a la base de dades RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) i s'ha aconseguit informació també de cerques al Google i l'informe anual de zoonosi que emet anualment EFSA-ECDC (EFSA and ECDC, 2022).

Inicialment, es van identificar 339 documents, dels quals 190 es van descartar en bases al títol i resum. Els 149 documents restants es van revisar amb més detall el resum i resultats que aportaven i se'n van descartar 40 per data (eren anteriors al 2016). Finalment, es va obtenir el text complet de 109 seleccionats en aquesta fase i es va llegir el text complet de 95 d'ells per extreure la informació necessària per fer aquest treball. Amb les dades obtingudes a partir de cerques en el web de l'EFSA (EFSA dashboard) sobre Salmonella amb dades de control oficial i dades recopilades per operadors alimentaris, s'ha pogut cercar i consultar la quantitat de dades recollides de cada any dels estats membres de la UE i altres països que informen, i obtenir la prevalença de Salmonella durant els últims cinc anys.

L'evolució de la prevalença de Salmonella a Europa en canals en els últims cinc anys, es pot veure com ha augmentat, segons les dades de control oficial (del 2 al 3,5%), mentre que segons les dades dels mateixos operadors alimentaris la prevalença és menor i es manté durant els cinc anys analitzats entre 1,5 i 2%. L'evolució de la prevalença de Salmonella específicament per Espanya en canals de porc en els últims cinc anys, segons dades oficials hi ha una disminució els dos primers anys del 12 al 8% i a partir del 2019 un augment de fins al 18%. Les dades de prevalença dels operadors alimentaris són menors i es mantenen durant els cinc anys entre el 4 i el 6%, excepte l'any 2019 que disminueix considerablement un 2%. La disminució durant l'any 2018 amb les dades de control oficial, pot ser degut a una disminució de mostrejos en més escorxadors. Pel que fa al nombre total de mostres confirmades de casos de salmonel·losi en humans reportades per l'EFSA, va ser de N=60.050 casos l'any 2021 (dades més recents disponibles), i va ser significativament més alta que les mostres positives de l'any anterior amb N=52.690 casos confirmats.

A partir dels articles seleccionats en la cerca, s'ha pogut estudiar la prevalença de Salmonella en canals de porc, i aquesta és considerable (de l'1,4% al 8% segons la font i el país) i no ha mostrat diferències considerables en els últims anys. Espanya està entre els països que tenen elevada prevalença de Salmonella en canals de porc. La prevalença de Salmonella en carn i productes carnis és inferior a la detectada en canals. En les notificacions registrades pel RASFF en la categoria de microorganismes patògens trobats en productes carnis (anys 2019-2023) a la UE, ha permès obtenir 141 registres dels quals 56 han sigut per presència de Salmonella en productes carnis de porc, que ha resultat una prevalença mitjana de 39,7%. En productes de vedella s'ha obtingut una mitjana de 21,3%, en pollastre 2,8%, gall d'indi 1,4%, en productes carnis amb barreja de porc i vedella un valor de mitjà de 9,2% i en altres productes carnis ja processats un 24,8%, molts d'aquests productes contenien porc o vedella com a ingredient principal.

Els resultats obtinguts en l'estudi de les dades de resistència antimicrobiana en Salmonella s'han vist influïts pels diferents serotips trobats. Alguns amb una resistència a antibiòtics més alta que d'altres com ha sigut el cas del serotip Typhimurium i Typhimurium variant monofàsica.

Amb els resultats obtinguts en l'anàlisi de les notificacions del RASFF (any 2019-2023) per carn i productes carnis s'han obtingut sobretot notificacions per carn de porc (40%), seguit de carn de vedella (21%). Actualment, a Espanya i a la resta d'Europa el serotip Salmonella Typhimurium és el serotip aïllat amb major freqüència en granges de porcs, essent també el principal serotip responsable de toxiinfeccions alimentàries en humans per consum de productes carnis porcins

També s'ha vist que entre els països amb més notificacions per alertes alimentàries per salmonel·losi en productes nacionals distribuïts a altres països, Espanya, es troba en tercer lloc, principalment en productes carnis curats (sobretot en embotits tipus fuet) i essent el serotip Typhimurium variant monofàsica el més elevat en les notificacions rebudes.

Agraïments

En aquest apartat voldria agrair a tothom que ha fet possible que aquest treball hagi tirat endavant.

Expressar el meu agraïment a la Dra. Anna Jofré, directora d'aquest treball.

El seu suport, ajuda i orientació han estat fonamentals per assolir aquest important projecte acadèmic, i estic sincerament agraïda pel seu suport constant.

Des de l'inici del meu projecte, hi ha sigut per acompanyar-me amb la seva experiència i coneixements. Els seus consells i comentaris crítics m'han ajudat a millorar i refinar la meva recerca i aconseguir resultats significatius.

Molt agraïda per la seva disposició, temps i els recursos. Les reunions regulars i l'atenció individualitzada que m'ha donat han estat claus.

Gràcies per integrar-me en més profunditat en el món de la microbiologia, la investigació i recerca. Així mateix, voldria agrair a l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària, Monells (IRTA), on he pogut veure com es treballa en un centre d'investigació, i m'han acollit amb els braços oberts, proporcionant les seves instal·lacions en tot moment. Gràcies a la Dra. Maria Pla, per acceptar ser la meva tutora i voler-me acompanyar en aquesta aventura i tot el procés durant aquest temps.

Als meus companys i amics de grau, el seu suport i ajuda en aquests anys han sigut vitals.

A la meva família, pel suport i ajuda incondicional de cada dia i sempre.

Aquest treball i la gent que m'ha acompanyat, han influït en el meu desenvolupament personal i professional. Les lliçons i coneixement que he après seran fonamentals per a la meva carrera futura.

Amb sincer agraïment.

Glossari

- Antibiotic resistance: resistència a antibiòtics.
- Aw: activitat d'aigua.
- Biofilm synthesis: síntesi de biofilms.
- Brots: grup de persones afectades pel consum d'un mateix aliment contaminat.
- Casos: persones afectades per un aliment contaminat.
- CDC: Centre per al control i prevenció de malalties, als Estats Units d'Amèrica.
- DFS: Dry Fermented Sausages.
- Farms: granges.
- Finishing Pigs Slaughter Plants: cicle final porc en escorxador.
- Intensive farms: granges intensives.
- Keywords: paraules clau.
- Multidrug resistant: resistents a múltiples fàrmacs.
- Outbreak: brot alimentari (intoxicació alimentària amb diferents persones afectades).
- Pig carcass: canal de porc.
- Pig: porc animal.
- Porcine: porcí.
- Pork: carn de porc.
- RASFF: Rapid Alert System for Food and Feed (Sistema d'Alerta Ràpida per a Aliments i Pinsos).
- S. Typhimurium: *Salmonella* Typhimurium.
- Salam: embotit fermentat.
- Sausage: salsitxa carn crua de porc.
- Slaughterhouses: escorxador.
- Swine: porc animal.
- UE: Unió Europea.
- WoS: Web of Science.

Abreviatures

AMC: Acid amoxicillin-clavulanic
AMK: Amikacin
AMP: Ampicillin
ATM: Aztreonam
CAZ: Ceftazidime
CFZ: Cefazolin
CHL: Chloramphenicol
CIP: Ciprofloxacin
CRO: Ceftriaxone
CST: Colistin
CTX: Cefotaxime
CXM: Cefuroxime
EFT: Ceftiofur
ENR: Enrofloxacin
ETP: Ertapenem
F: Nitrofurantoin
FEP: Cefepime
FFC: Florfenicol
FOX: Cefoxitin
GEN: Gentamicin
IPM: Imipenem
KAN: Kanamycin
NAL: Acid nalidixic
STR: Streptomycin
SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole
TET: Tetracycline
TGC: Igecycline
TZP: Piperacillin-tazobactam

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ	9
1.1 <i>Salmonella</i>	9
1.1.1 Característiques de <i>Salmonella</i>	9
1.1.2 Classificació de <i>Salmonella</i> en serotips	10
1.2 <i>Salmonella</i> EN ALIMENTS	11
1.2.1 La Salmonel·losi a la Unió Europea	12
1.3 PREVALENÇA DE <i>Salmonella</i> EN PORCÍ	15
1.3.1 Granja	15
1.3.2 Escorxador	19
1.3.3 Productes carnis i derivats	20
1.4 OBJECTIUS	21
2. MATERIAL I MÈTODES	22
2.1 CERCA D'ARTICLES CIENTÍFICS AL WEB OF SCIENCE	22
2.2 CERCA D'ALERTES I BROTS AL RASFF	26
3. RESULTATS I DISCUSSIÓ	32
3.1 PREVALENÇA DE <i>Salmonella</i> EN PORCÍ I CASOS DE SALMONEL·LOSI EN HUMANS	32
3.1.1 Canals de porc	34
3.1.2 Carn fresca	35
3.1.3 Productes carnis	36
3.1.4 <i>Salmonella</i> en Humans	37
3.2 RESISTÈNCIES ANTIMICROBIANES D'ÀLLATS DE <i>Salmonella</i> PROVINENTS DE LA CADENA DE PRODUCCIÓ DEL PORCÍ	37
3.3 ANÀLISI DE LES NOTIFICACIONS PER <i>Salmonella</i> EN CARN I PRODCUTES CARNIS DEL SISTEMA D'ALERTES RÀPIDES DE LA UNIÓ EUROPEA (RASFF)	39
3.5 EVOLUCIÓ DE <i>Salmonella</i> VARIANT MONOFÀSICA EN PORCÍ	42
4. CONCLUSIONS	44
5. BIBLIOGRAFIA	45
6. ANNEX I	51
6.1 DADES RESISTÈNCIA ANTIMICROBIANA	51

1. INTRODUCCIÓ

1.1 *Salmonella*

1.1.1 Característiques de *Salmonella*

Salmonella és un bacteri en forma de bacil amb un metabolisme anaeròbic facultatiu que pertany a la família Enterobacteriaceae. És gramnegatiu i és usualment mòbil a causa dels llargs flagels que té a la superfície.

Salmonella té unes necessitats nutricionals relativament senzilles, això li permet sobreviure durant llargs períodes de temps en aliments i altres medis. Tot i això, el creixement i la supervivència de *Salmonella* es veu influenciat per una sèrie de factors com són la temperatura, el pH, l'Aw.

El rang de temperatura per al creixement de *Salmonella* és d'entre 5 °C - 46 °C, amb una temperatura òptima de 35 - 43 °C (FSANZ, 2013).

A temperatures inferiors als 5 °C *Salmonella* deixa de créixer, però no mor i és capaç de sobreviure a l'emmagatzematge congelat a llarg termini. La resistència de *Salmonella* als tractaments tèrmics en aliments, depèn de la composició de l'aliment, el pH i l'Aw d'aquest. *Salmonella* creix en un rang de pH d'entre 3,8 - 9,5, amb un pH òptim de 7-7,5 (FSANZ, 2013). El pH mínim a què pot créixer *Salmonella* dependrà principalment de la temperatura, i la presència d'altres components com sal, nitrats o algun altre tipus d'àcid (FSANZ, 2013).

Fora dels rangs de pH per al creixement, les cèl·lules de *Salmonella* es poden inactivar, però igual que en el cas de la congelació poden sobreviure en pH molt àcids. L'activitat d'aigua té un efecte molt significatiu en el creixement de *Salmonella*, el valor òptim és de 0,99 i el valor mínim 0,93. *Salmonella* és capaç de sobreviure durant mesos en aliments amb baixa activitat d'aigua, com per exemple: xocolata, mantega de cacauet, gelatines, etc. (FSANZ, 2013).

La inhibició de *Salmonella* es pot veure reforçada per l'ús d'una combinació de factors conservants, per exemple l'ús d'antimicrobians juntament amb la reducció de pH i temperatura (FSANZ, 2013) com es pot veure en la taula 1.

Taula 1: Límits i punt òptim per al creixement de *Salmonella* (FSANZ 2013; Podolak 2010).

	Mínim	Òptim	Màxim
Temperatura (°C)	5.2	35-43	46
pH	3.8	7-7.5	9.5
Activitat d'aigua	0.93	0.99	>0.99

El gènere *Salmonella* es divideix en dues espècies: *Salmonella bongori* (que no és patògena per humans) i *Salmonella enterica*, patògena per humans i que es divideix alhora en sis subespècies entre les quals només la primera, *S. enterica* subsp. *enterica* (subespècie I), s'associa a malalties en animals de sang calenta. *S. enterica* és una espècie molt diversa i es classifica en serotips, que venen determinats pels antigens presents a la superfície del bacteri. Fins al moment se n'han identificat uns 2500 i tots ells poden provocar salmonel·losi en humans.

Tenint en compte la malaltia que provoca, *S. enterica* subsp. *enterica* es classifica en *Salmonella* tifoide, un primer grup que inclou *S. Typhi* i *S. Paratyphi*, que provoquen febres entèriques (també anomenades febres tifoïdes o paratifoïdes o salmonel·losi tifoïde), freqüents i endèmiques en països en desenvolupament. En un segon grup hi trobem els serotips de *Salmonella* objecte d'estudi en aquest treball (per exemple *S. Typhimurium*, *S. Enteritidis*, *S. Dublin* entre moltes d'altres) i que provoquen salmonel·losi no tifoïde, una malaltia zoonòtica que provoca gastroenteritis amb els símptomes típics de febre i vòmits. Aquest tipus de salmonel·losi afecta humans i animals i es dona a tot el món, normalment associada al consum d'aliments contaminats amb el bacteri (Achtman et al. 2012).

1.1.2 Classificació de *Salmonella* en serotips

El serotip o serovar ens permet classificar (tipificar) els microorganismes segons els antigens presents a la seva superfície cel·lular. En el cas de *Salmonella*, gràcies als serotips podem diferenciar aïllats encara que pertanyin a la mateixa subespècie.

A més amb aquest mètode es poden establir altres factors associats a un microorganisme, com la virulència, bacteris gram-negatius, bacteriòfags o altres característiques que poden ajudar a diferenciar encara més microorganismes de la mateixa espècie. A través d'una mostra contaminada o de sang es pot fer una prova serològica i detectar la presència d'anticossos específics que indicaran de quin serotip es tracta.

La tipificació de *Salmonella* es basa en l'esquema de White-Kaufman, és un sistema que classifica com hem explicat anteriorment el gènere *Salmonella* en serotips, basats en els antigens en superfície. El serotip dependrà de la combinació d'antigens en superfície O (somàtics) i H (flagels) que tingui el microorganisme aïllat.

Tipificació

Els noms formals utilitzats per descriure els tipus de *Salmonella* són molt extensos, per exemple "*S. enterica* subsp. *enterica* serovar *Typhimurium*". Per raons pràctiques, a les versions abreujades d'aquests noms, fan servir només el serovar, com ara "*S. Typhimurium*" (Crum-Cianflone 2008).

1.2 Salmonella EN ALIMENTS

La *Salmonella* és un bacteri que es pot trobar en diversos aliments.

En mostres obtingudes de cinc categories d'aliments diferents l'any 2021, en carn i derivats, llet i làctics, ous i ovoproductes van ser superiors a les de l'any anterior, excepte en les fruites i verdures, peix i derivats (Figura 1) (EFSA Journal, vol.20,Dec. 2022).

A Europa, l'any 2021, el mostreig que es realitza als escorxadors, per verificar el compliment dels criteris d'higiene dels processos, es van trobar proporcions més grans de mostres positives en carns de pollastre, gall d'indi, boví, porc, ànecs i oques. L'any 2020, es van trobar proporcions més grans en boví i porcí, la resta van ser més baixes (Figura 2) (EFSA Journal, vol.20,Dec. 2022).

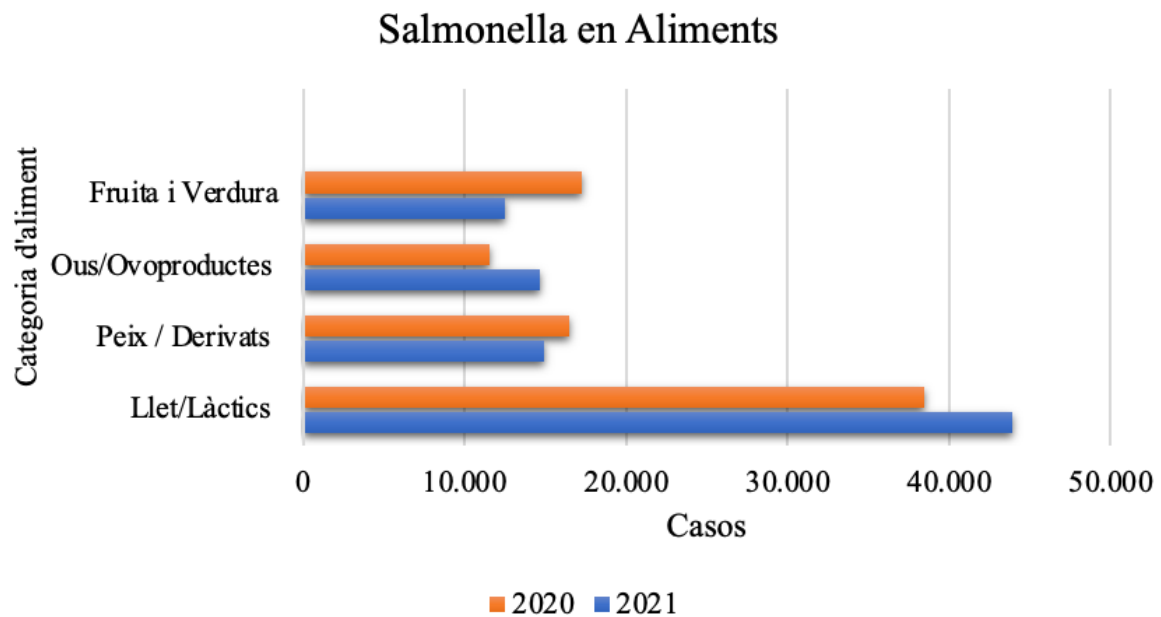


Figura 1: Nombre de mostres d'aliments positives per *Salmonella* en les principals categories d'aliments, UE, 2020-2021 (modificat de EFSA-ECDC 2022).

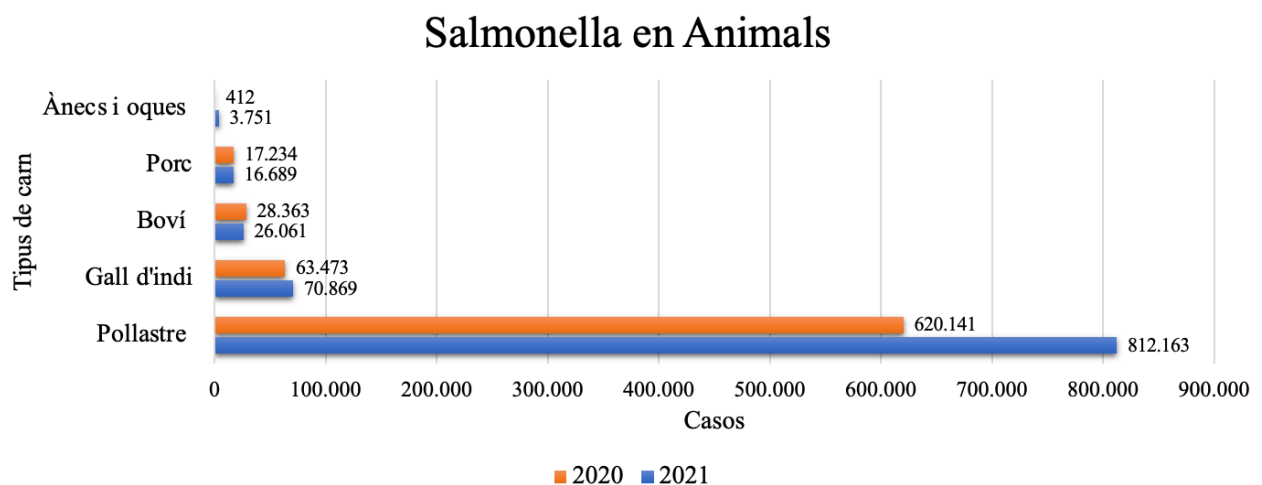


Figura 2: Nombre de mostres d'aliments positives per *Salmonella* en les principals categories d'animals afectats a la UE, 2020-2021. (modificat de EFSA-ECDC 2022).

Una infecció per *Salmonella* es pot contraure pel consum de diferents aliments, els principals aliments més comuns són carn de pollastre, carn picada de gall d'indi, carn picada de porc, tonyina crua, etc. Però, els aliments no són l'única manera amb la qual ens podem intoxicar, també es propaga a través de l'aigua contaminada, el medi ambient, altres persones i animals.

Consumir aliments contaminats, pot ocórrer perquè no s'ha cuinat completament en el cas de les carns, o en el cas d'estar en refrigeració si exsuda líquid i cau a la nevera o per altres superfícies de la cuina i contamina un altre aliment que es menja cru, com una amanida (Seguridad de los alimentos, CDC, 2023).

Seguir unes simples indicacions com netejar, separar productes, cuinar i refrigerar ens poden evitar intoxicacions i contaminacions alimentàries.

1.2.1 La Salmonel·losi a la Unió Europea

Salmonella és la segona infecció gastrointestinal en humans transmesa per aliments més comuna notificada després de campilobacteriosis. I una de les principals causes per brots en malalties transmeses per aliments en països de la UE. El nombre de casos humans confirmats per zoonosi es poden veure resumits en la Figura 3.

El 2021, es va confirmar que les infeccions per campilobacteriosis, salmonel·losis, yersiniosis i listeriosis van ser les més freqüents. El nombre de casos confirmats per salmonel·losi va ser de 60.050 per cada 100.000 habitants com veiem en la taula 2 (un 31% del total de notificacions), on hi ha hagut un increment del 14,3% en comparació amb el 2020. La tendència general de 2017 fins a 2021 no ha mostrat un augment o disminució significatiu.

Tanmateix, el nombre de morts per zoonosi, el nombre més gran es va associar a Listeriosis 13,7%, seguit de Salmonel·losi 0,18% (taula 2). Aquest fet s'associa a que la listeriosi, és una malaltia més greu i amb una taxa de mortalitat més alta que la salmonel·losi o campilobacteriosi, malalties amb un nombre de casos considerablement superior.

Notificacions confirmades de zoonosis humanes UE, 2021

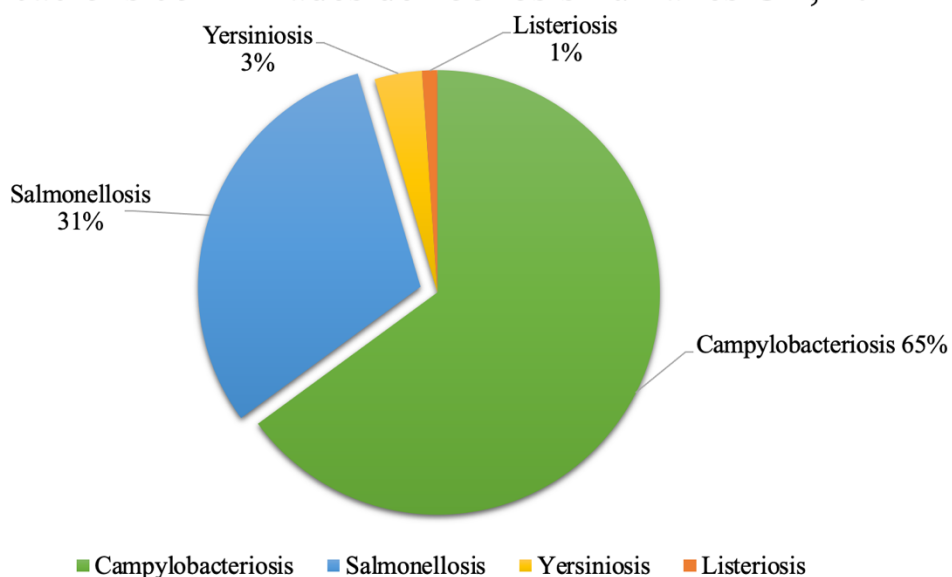


Figura 3: Casos notificats de zoonosis humanes confirmades a la UE, 2021 (modificat de EFSA-ECDC 2022).

	Casos notificats	Casos hospitalitzacions	Prevalença	Morts	Prevalença	Brots
	N	N	%	N	%	N
Campylobacteriosis	127.840	10.469	23,2	26	0,03	249
Salmonellosis	60.050	11.785	38,1	71	0,18	773
Yersiniosis	6.789	508	32,5	0	0	21
Listeriosis	2.183	923	96,5	196	13,7	23

Taula 2: Casos notificats i confirmats de zoonosi humana, casos d'hospitalització, morts i brots a la UE, 2021 (modificat d'EFSA-ECDC 2022).

Durant l'any 2021, un total de 27 estats membres de la UE van notificar 60.050 casos de salmonel·losi humana una proporció de 15,7 casos per cada 100.000 habitants (Figura 4). Com l'any 2020, l'índex de notificacions més altes l'any 2021 van ser notificats per Txèquia 10.032 casos, seguit de França amb 9.315 casos, Alemanya 8.144 casos i Espanya amb 3.913 casos per cada 100.000 habitants. Altres índexs més baixos van ser Dinamarca, Lituània, Romania, etc.; amb menys de 400 casos l'any 2021.

Casos de Salmonel·losis per país UE

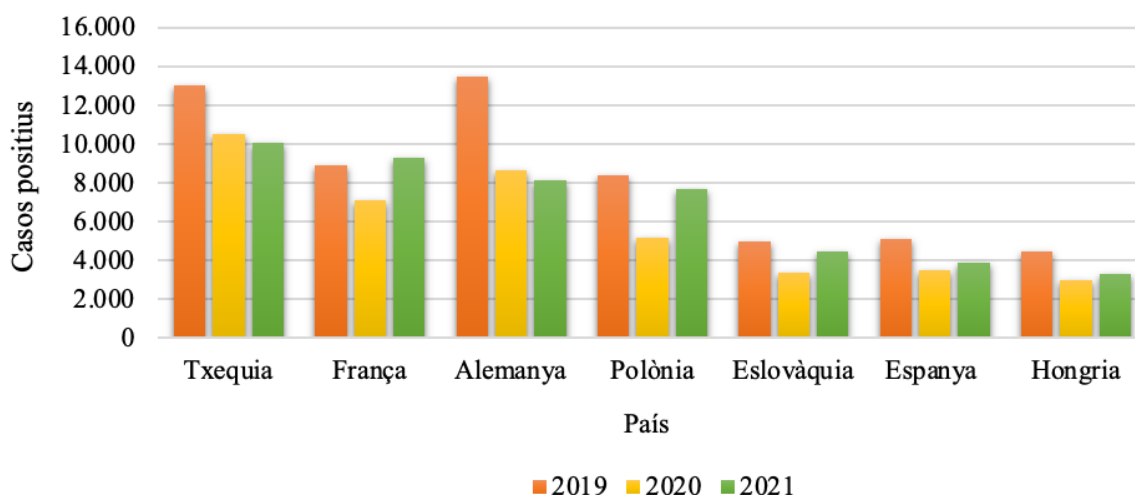


Figura 4: Casos confirmats de Salmonel·losis en humans per cada 100.000 habitants en països de la UE amb més casos pels anys 2019 al 2021 (modificat de EFSA-ECDC 2022).

A la Figura 5 es mostra una relació entre la distribució dels cinc principals serotips de *Salmonella* notificats a la UE i les espècies animals. *S. Enteritidis* (en blau), *S. Infantis* (en verd), *S. Typhimurium* (en taronja), *S. Typhimurium* monofàsica 1,4,[5],12:i:- (en lila) i *S. Derby* (en vermell). Les mostres obtingudes provenen de pollastre, boví, porc i gall d'indi, gallines ponedores i ous. Els cinc serotips es van trobar amb una proporció de: *S. Enteritidis* (54,6%), *S. Typhimurium* (11,4%), *S. Typhimurium* variant monofàsica (1,4,[5],12:i:-) (8,8%), *S. Infantis* (2,0%) i *S. Derby* (0,93%).

L'amplada de les bandes de colors, que uneixen els serotips i l'origen de les mostres, és proporcional al percentatge de soques de cada serotip a l'origen trobat.

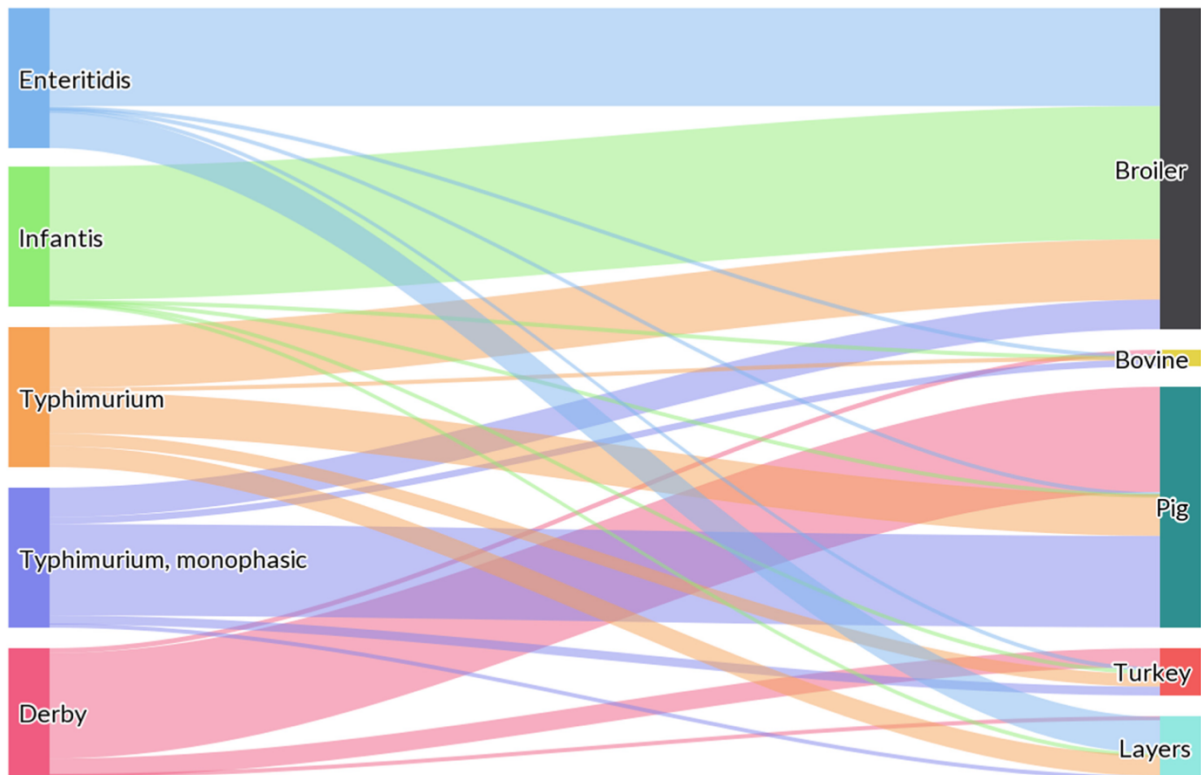


Figura 5: Diagrama Sankey, on es pot veure la distribució dels cinc principals serotips de *Salmonella* notificats a la UE, a partir de diferents categories d'animals (Broiler “pollastre d’engreix”, Bovine “boví”, Pig “porc”, Turkey “gall d’indi” i Layers “Gallines ponedores”. UE, 2021 (EFSA Journal, vol.20,Dec. 2022).

Brots

En les malalties transmeses pels aliments es considera un brot quan dues o més persones emmalalteixen per haver consumit un mateix aliment contaminat. Tal com es pot veure a la Figura 6 el nombre de notificacions és molt superior al nombre de brots, però ambdós segueixen la mateixa tendència. El nombre de notificacions relacionades amb brots i el nombre total de brots de salmonel·losi transmesa per aliments van ser més alts l'any 2021 que el 2020, però menors que en anys anteriors.

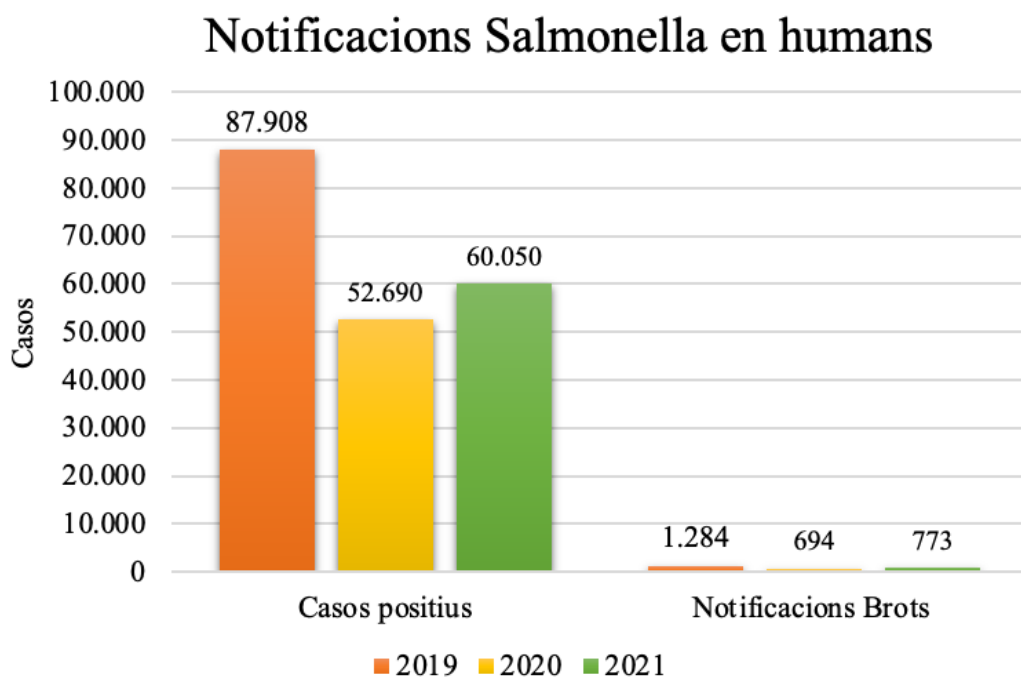


Figura 6: Resum d'estadística de *Salmonella* relacionat amb humans, UE 2019-2021 (modificat d'EFSA-ECDC 2022).

1.3 PREVALENCIA DE *Salmonella* EN PORCÍ

Hi ha diversos processos de transformació per portar un aliment de la granja a la taula. Tots aquests passos conjunts s'anomenen cadena de producció dels aliments.

La contaminació pot ocórrer en qualsevol moment al llarg de la cadena, ja sigui, durant la producció (granja), processament, distribució o preparació.

1.3.1 Granja

Salmonella és un problema continu a les granges porcines, el porc és susceptible a la infecció causada per un gran nombre de serotips de *Salmonella*, tot i que n'hi hagi alguns d'ells que es consideren més adaptats. *Salmonella* cholerasuis és un serotip adaptat al porc i que causa brots molt greus en explotacions porcines, acompanyada d'una alta mortalitat. Per sort a Europa la presència d'aquest serotip és molt escassa, i el principal serotip aïllat en granges de porcs amb simptomatologia clínica és *Salmonella* Typhimurium. (Christina Gale, Eduardo Velazquez, Vol. 25, 2020).

A Catalunya l'any 2013 es va realitzar un estudi pel control de Salmonel·losi porcina, fent un monitoratge de la situació actual, la implementació d'un conjunt de mesures de control i la creació d'una marca de qualitat sanitària.

Es van classificar les granges mostrejades segons la seroprevalença de *Salmonella* en cada una d'elles: categoria I ($0 < 20\%$), categoria II ($\geq 20\%$ a $< 40\%$) i categoria III ($\geq 40\%$). On es va obtenir un quadre dels valors mitjans dels mostrejos realitzats en cada granja segons empresa responsable, amb una gran variabilitat del 0% fins al 80%. A la Figura 7 es poden veure els resultats de prevalença per cadascuna de les 24 granges estudiades (Estudi pilot, implantació Programa voluntari control salmonel·losi porcina a Catalunya. INNOVACC, 2014).

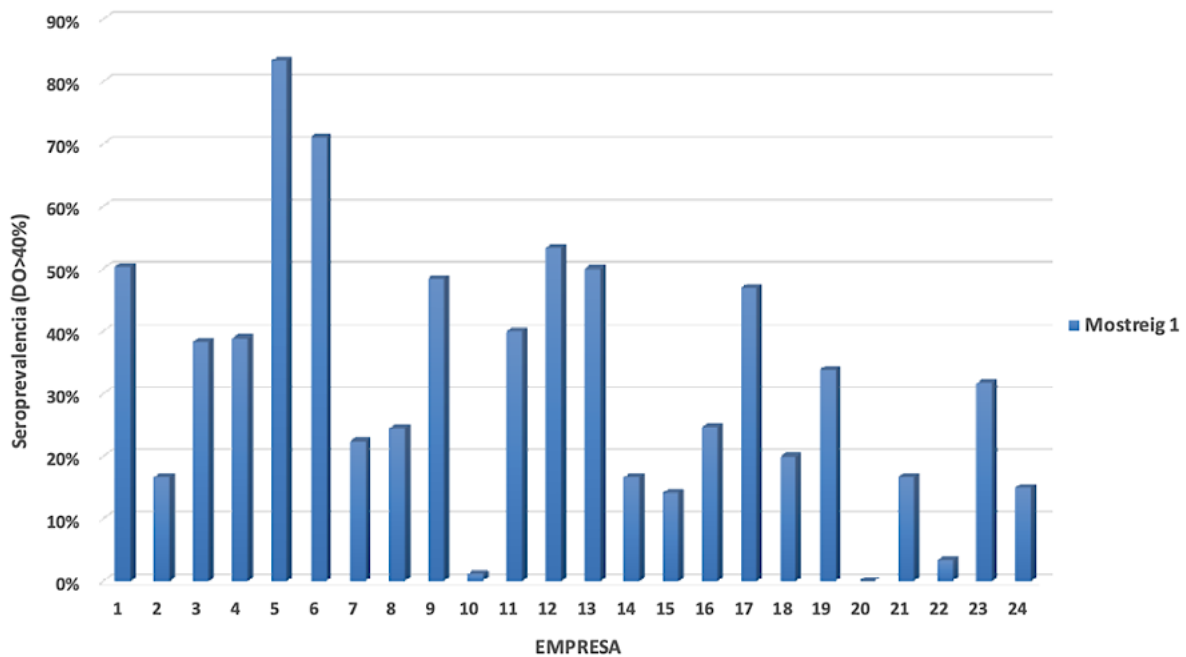
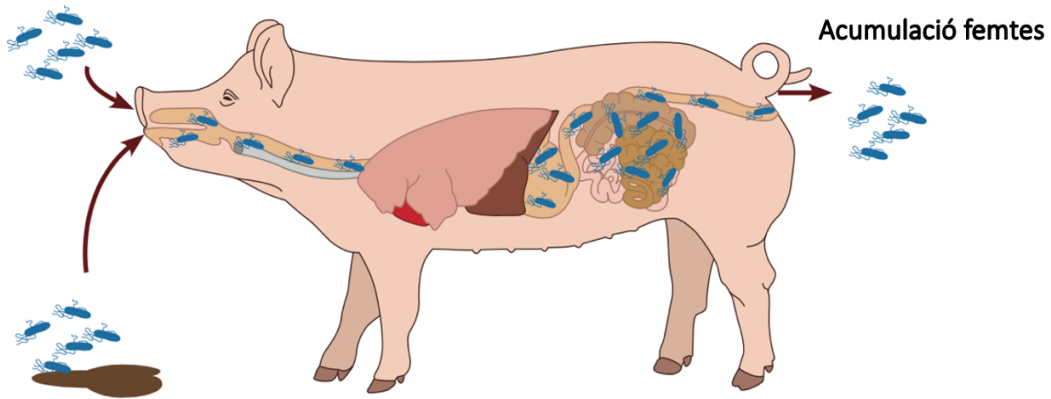


Figura 7: Resultats de seroprevalença de les granges per empresa (Estudi pilot, implantació Programa voluntari control salmonel·losi porcina a Catalunya. INNOVACC, 2014).

Les infeccions per *Salmonella* són comunes en porcs i dins l'organisme pot propagar-se fàcil i ràpid, convertint-se en portadors malalts o no, intermitents o persistents de la malaltia. La transmissió entre animals es produeix seguint dues rutes principals: per aire o per terra (via oral) (Figura 8).

Via aèria

Menys comuna però més ràpida, a través de pols, aerosols, etc.



Via oral

Més comuna, contacte amb femtes d'animals infectats.

Figura 8: Vies de transmissió (aèria, oral i a través de les femtes) de *Salmonella* en porcs (modificat Livestock Vol. 25, 28 gener 2020).

La via oral és la més comuna i passa quan els animals entren en contacte amb fems que ingereixen d'animals infectats. Tot i això, la pols i aerosols també poden causar infecció través de la via aèria. Totes dues rutes d'infecció resulten efectives perquè els bacteris envaeixin l'animal, és per això que l'objectiu principal per controlar la *Salmonella* és reduir la prevalença dins dels ramats, i prevenir la transmissió causada a través de les femtes durant les etapes de cria i engreix, transport, als corrals d'espera dels escorxadors i la contaminació creuada a la línia de sacrifici (Figura 9) (A. De Lucia, Large Animal Review 2020).

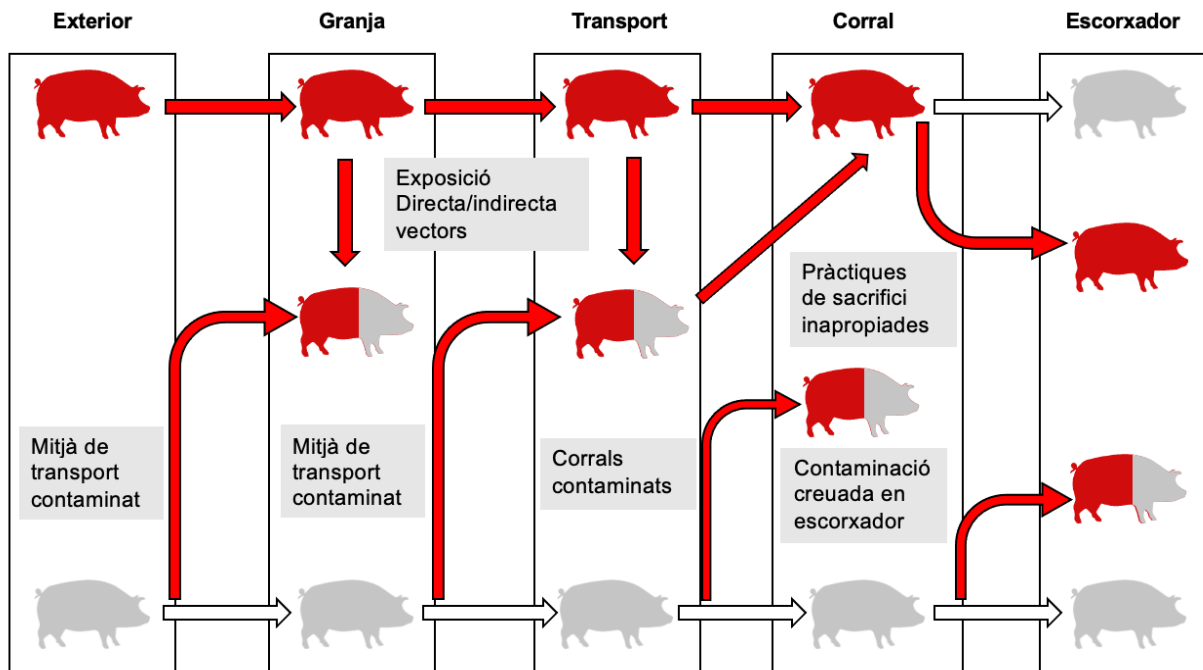


Figura 9: Porcs infectats o contaminats (vermells) i porcs sense *Salmonella* (blancs) de la granja a l'escorxador. Els porcs sense *Salmonella* poden infectar-se o contaminar-se (vermell/blanc) durant el transport, als corral·ls d'espera de l'escorxador i per contaminació creuada a la línia de sacrifici (modificat de A. De Lucia, Large Animal Review 2020).

És per aquesta raó, que les mesures de neteja i desinfecció són extremadament importants en el control de *Salmonella* a les granges porcínes i en el transport de l'animal viu.

És important tenir un control exhaustiu en les àrees que són més propenses a patir una alta contaminació per *Salmonella*. S'agafen tota classe de mostres, però les més comunes són fems individuals de porc, fems conjunts dels peücs que s'han recollit del mateix terra on viuen els porcs com es veu a la Figura 10, i mostres ambientals de l'habitacle. Aquest tipus de mostreig s'ha de repetir en cada fase del creixement d'animal, per tenir una idea completa de la implicació de *Salmonella* en aquella granja en concret. Després aquestes mostres són enviades a un laboratori perquè determini els serotips de *Salmonella* que hi ha a la granja.



Figura 10: Mostreig de fems conjunts, utilitzant el mètode del mitjó, garantint que es mostregin totes les zones de l'exploració.

1.3.2 Escorxador

Salmonella pot estar present en la cadena alimentària en alguna de les diferents fases. Des de la matèria primera en pinsos que mengen els animals, durant el transport d'animals vius i a l'escorxador per contaminació creuada d'animals infectats.

Els porcs normalment són portadors de *Salmonella* de manera asimptomàtica i en alguns casos emmalalteixen, entre els serotips més comuns trobem S.Typhimurium i S. Derby. Es considera que la fase del sacrifici és la part amb més impacte en el nombre de canals contaminades.

Segons les últimes dades aportades per EFSA-ECDC sobre prevalença de *Salmonella* en canals de porc, es pot veure a la Figura 11 que Espanya és el país amb una prevalença de *Salmonella* més alta (11,6%), seguit de Bèlgica (6,2%), Irlanda (4,9%) i Itàlia (3,4%). Per contra, hi ha altres països amb prevalença de *Salmonella* propera a zero com Finlàndia, Noruega, Suècia i Suïssa. No es van reportar dades de França, Àustria, Dinamarca, Portugal, Eslovènia, Letònia, Luxemburg, Malta, Holanda i Eslovàquia.

Comparació mostres positives per països

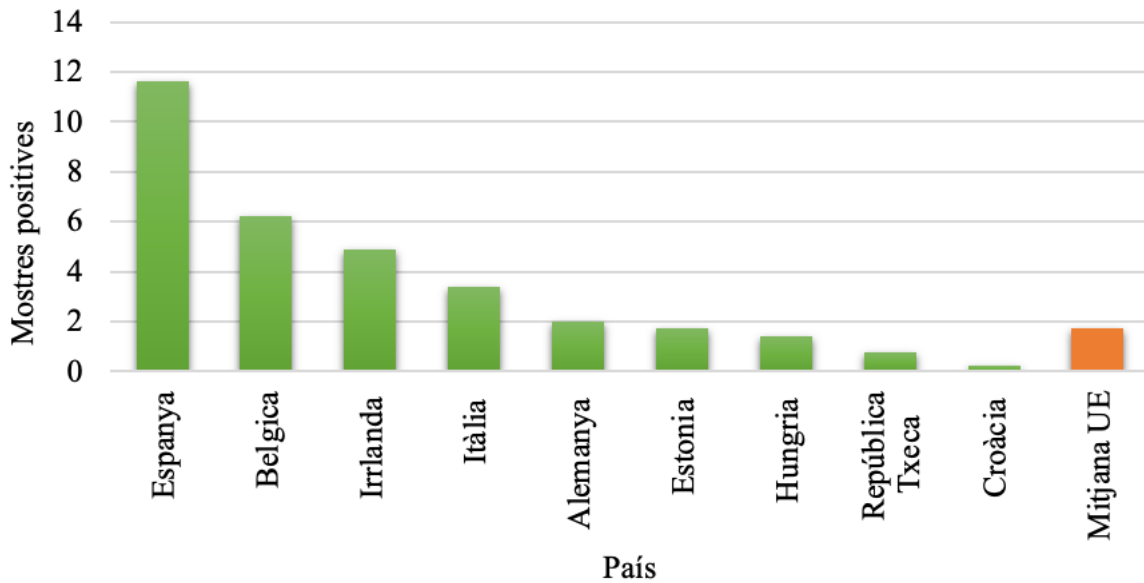


Figura 11: Comparació de percentatges de mostres individuals de *Salmonella* positives procedents de canals de porc de diferents països, després del seu recondicionament, abans de la refrigeració, UE, 2021, (modificat de EFSA-ECDC 2022).

Els esforços per controlar *Salmonella*, depenen del control en la producció primària, escorxadors i canals per reduir la contaminació en el producte final (EFSA, 2021).

1.3.3 Productes carnis i derivats

La producció d'embotits fermentats (embotits cru curat-madurats) és una de les formes més antigues de conservació de carn i derivats. Aquest procés permet obtenir un producte estable, que no afavoreix el creixement de microorganismes patògens i no necessita refrigeració.

Tanmateix, l'estabilitat a temperatura ambient no és una garantia de seguretat, ja que, aquesta s'ha d'assegurar en les etapes de producció, que ha de garantir la inactivació del patògen que pugui provenir de la matèria primera (carn contaminada). La seguretat microbiològica dels embotits fermentats, es relaciona directament amb la qualitat de les matèries primeres i les pràctiques de fabricació. Aquests dos aspectes determinaran els nivells inicials de microorganismes patògens presents, la formulació del producte i les condicions de fermentació en sec (Serra-Castelló, 2021). Els paràmetres de pH i A_w , són dos factors intrínsecs de gran importància que controlen el comportament dels patògens com una tecnologia d'obstacles (Serra-Castelló, 2021). Depenent del tipus de producte els factors més importants per garantir la seguretat alimentària seran diferents. En embotits poc àcids com el fuet és crucial assolir una A_w baixa mentre que en embotits àcids es pot tenir un producte final menys sec.

Salmonella és un dels patògens més rellevants en embotits fermentats, a causa de la seva capacitat per sobreviure en condicions de pH àcid i baixa A_w .

Del 2016 al 2020, es van registrar fins a vuit notificacions al portal del Sistema d'Alerta Ràpida per aliments i pinsos de la UE (RASFF), i concretament es van donar brots a França, Suècia i Dinamarca, relacionats amb la presència de *Salmonella* en productes DFS (dry fermented sausages) de França, Espanya, Itàlia i Polònia (Serra-Castelló, 2021). D'entre aquestes notificacions, destaca la capacitat de *Salmonella* per sobreviure durant el procés de producció i emmagatzematge, donada la seva resistència a pH i Aw baixos (Jofre et al., 2009, Mutz et al., 2020; Tiganitas et al., 2009), això suposa un problema per a la indústria alimentària a l'hora d'aplicar una política de tolerància zero per *Salmonella* en els seus processos (no detecció en 25 g de n = 5 mostres analitzades per lot verificat), exigida per la normativa europea vigent en matèria de seguretat alimentària (Jofre et al., 2009, Comissió UE, 2005).

A més a més, segons dades europees de la prevalença de *Salmonella* en embotits fermentats elaborats amb carn de porc, l'any 2020 va ser d'1,01% (n=690) (Rizzi, 2022). Específicament per Catalunya i segons dades de control oficial del programa de vigilància de perill biològic (Agència de Salut Pública de Catalunya) la prevalença de *Salmonella* entre els anys 2016 i 2019 va ser del 2,5% (n = 119) (Ferrer-Bustins, Núria Ferrer-Bustins, Cristina Serra-Castelló, Montserrat Cortada, Laura Cabedo, Sara Bover-Cid, Anna Jofré et al. *Salmonella* prevalence in dry fermented sausages from Catalan producers and meat suppliers, towards legislation compliance (2021 67th International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST, Cracòvia).

1.4 OBJECTIUS

En aquest treball els principals objectius han estat:

- Fer una cerca bibliogràfica extensiva per obtenir informació a través d'articles científics i informes sobre *Salmonella*, especialment el serotip Typhimurium variant monofàsica, des de la granja als productes carnis i brots de salmonel·losi en humans.
- Conèixer la prevalença i resistència antimicrobiana de *Salmonella* en les diferents parts de la cadena del porcí.
- Analitzar l'evolució de la prevalença dels serotips de *Salmonella* al llarg dels últims anys.

2. MATERIAL I MÈTODES

Una cerca bibliogràfica són una sèrie d'activitats destinades a localitzar i obtenir documents relacionats amb un tema específic. Perquè les cerques siguin efectives s'ha de conèixer bé el tema de recerca, paraules clau i sinònims d'aquestes paraules, per poder captar el màxim d'informació clau.

Per fer les cerques es poden utilitzar diferents bases de dades i fonts d'informació. En el cas d'aquest treball s'ha fet una cerca d'articles científics a la plataforma Web of Science, s'han cercat alertes i brots a la base de dades RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) i s'ha aconseguit informació també de cerques al Google i l'informe anual de zoonosi que emet anualment EFSA-ECDC (EFSA and ECDC, 2022). A continuació es descriuen amb detall cadascuna de les cerques.

2.1 CERCA D'ARTICLES CIENTÍFICS AL WEB OF SCIENCE

La cerca a la plataforma Web of Science (Clarivate Analytics) s'ha realitzat a la base de dades "Core Collection", que conté una gran col·lecció d'articles científics.

A l'inici d'una cerca s'ha de tenir en compte quin és el nostre objectiu de cerca i per què necessitem la informació. Després, cal formular la pregunta de cerca per identificar els conceptes i temes. És convenient utilitzar paraules clau i sinònims d'aquestes, abreviatures i termes relacionats, per acotar més la recerca.

Els passos següents són per decidir quin tipus d'estudis estem buscant i seleccionar la font d'informació que consultarem. Si consultem diverses fonts s'ha de vigilar amb la duplicació d'articles i resultats, i per tant haurem de filtrar els duplicats. Continuarem amb la cerca, i mirem si la quantitat d'articles que tenim és suficient per poder obtenir uns resultats representatius. Si això no és així, s'ha de modificar cerca tenint en compte la nova informació i repetir la pregunta inicial de nou.

La forma de cerca més intuïtiva és buscar en els camps (d'autor, títol, resum, etc.) d'una publicació. S'ha de ser imaginatiu per fer-lo servir, ja que, has de pensar totes les formes diferents en què el concepte que t'interessa trobar podria aparèixer a la bibliografia. Com més variants utilitzem més documents potencialment rellevants podem trobar i utilitzar.

Per aquest treball de final de graula cerca es va fer pel "títol" i "paraules clau" següents (Figura 12):

- *Salmonella* and Typhimurium and monophasic or 1,4,[5],12:i:-
- pork or pig or porcine or sausage or salam*

The screenshot shows the Web of Science search interface. At the top, there is a search bar with the text "Salmonella and typhimurium and monophasic or 1,4,[5],12:i:-". Below this, there is a second search bar with the text "pork or pig or porcine or sausage or salam*". The interface includes tabs for "DOCUMENTS", "CITED REFERENCES", and "STRUCTURE". There are also buttons for "+ Add row", "+ Add date range", "Advanced Search", "Clear", and "Search".

Figura 12: Pàgina d'una cerca a WoS per tema "*Salmonella* Typhimurium variant monofàsica" i paraules clau per tema "carn de porc, porc, porcí, salsitxes i salami (embotit fermentat)".

Per combinar els diferents termes/paraules de la nostra cerca hi ha diverses eines disponibles. Les paraules de connexió (operadors booleans) són: I, O, NO, quan es busca en una base de dades. Quan afegim AND s'obtenen documents on apareixen els termes que hem ficat a la nostra cerca, i aquí es poden combinar tants conceptes com es vulguin, però el resultat de la cerca cada vegada serà més restringit i acotat.

Amb el terme OR vinculem paraules clau i sinònims o conceptes similars, variants, abreviatures, etc. Finalment, el terme NO serveix per eliminar paraules o conceptes que no volem que continguin els documents que cerquem.

És important saber que aquests termes que fem servir per vincular o eliminar paraules han d'estar escrits en majúscules per diferenciar-les del text principal.

En la cerca del treball es va utilitzar els següents operadors booleans (taula 3):

- AND: en la cerca de "*Salmonella* Typhimurium AND monophasic or 1,4,[5],12:i:-". Perquè els articles que s'aconsegueixin de la cerca tractessin sobre *Salmonella* Typhimurium, de la variant monofàsica i vinculat amb el serotip específic.
- OR: es va afegir una altra línia de cerca per vincular paraules clau i sinònims com van ser "pork OR pig OR porcine OR sausage OR salam*".

En les cerques també es poden fer servir símbols, els més comuns són "*", "\$" i "?", però això depèn de la plataforma de cerca utilitzada. Els símbols són útils quan tenim múltiples termes que provenen de la mateixa arrel com les paraules clau o sinònimes, si hi ha variants per escriure-la o quan volem cercar totes les variants d'una paraula. En aquest cas es va aplicar l'asterisc a la paraula "salam*" per incloure en la cerca paraules com salami, salame salam*.

Taula 3: Exemple d'estratègia de cerca d'articles sobre *Salmonella* Typhimurium and monophasic or 1,4,[5],12:i:-pork or pig or porcine or sausage or salam*.

Cerca	Estratègia de cerca
1	<i>Salmonella</i> AND Typhimurium AND monophasic OR 1,4,[5],12:i:-
2	<i>Salmonella</i> AND Typhimurium AND monophasic OR 1,4,[5],12:i:- Pork OR pig OR porcine
3	<i>Salmonella</i> AND Typhimurium AND monophasic OR 1,4,[5],12:i:- Pork OR pig OR porcine OR sausage OR salam*

Un cop feta la cerca es van avaluar els resultats obtinguts (revisió dels documents que l'estratègia de cerca va trobar) d'acord amb la seva rellevància per l'objectiu de l'estudi (revisió de documents que seran útils comparat amb el nombre total de documents obtinguts). Es van obtenir 191 articles (Figura 13) dels quals només 67 es van considerar rellevants per fer una investigació exhaustiva.

Pot ocórrer que els resultats assolits en la cerca no siguin els esperats, això passa generalment perquè no hem seleccionat/escrit correctament els termes control o la combinació concreta entre les paraules clau.

No obstant això, certs tipus de cerques han de ser tan amples com sigui possible per garantir la inclusió del nombre més gran possible d'articles necessaris. Per augmentar el resultat es poden eliminar termes específics de l'apartat de cerca i intentar utilitzar mots alternatius per descriure els conceptes que estàs buscant.

191 resultados de la Todas las bases de datos para:

Q Salmonella and typhimurium and monophasic or 1,4,[5],12:i:- (Tema) and pork or pig or porcine or sausage or salam* (...)

Anализar resultados Informe de citas Crear alerta

Copiar enlace de consulta

Publications You may also like...

Refine results

Search within results...

Filter by Marked List

Quick Filters

- Review Article 4
- Open Access 102
- Enriched Cited References 27

Citation Topics Meso

- 1.42 Bacteriology 136
- 1.23 Antibiotics & Antimicrobials 7
- 3.91 Contamination & Phytoremediation 1

Citation Topics Micro

0/191 Add To Marked List Export

Sort by: Relevance < 1 of 4 >

1 The Epidemiology of Monophasic Salmonella Typhimurium

Sun, HH; Wan, YP; (-); Bai, L

Feb 1 2020 | Sep 2019 (Early Access) | **FOODBORNE PATHOGENS AND DISEASE** 17 (2), pp.87-97

Salmonella enterica remains an important foodborne pathogen in all regions of the world, with Typhimurium as one of the most frequent serotypes causing foodborne disease. However, the past two decades have seen a rapid worldwide emergence of a new Salmonella serotype, namely monophasic variant of S. Typhimurium, whose antigenic formula is 1,4,[5],12:i:- ... Show more

View full text

50 Citations

102 References

Related records ?

2 Inactivated Salmonella enterica serovar Typhimurium monophasic variant (S. Typhimurium 1,4,[5],12:i:-) in sows is effective to control infection in piglets under field condition

Ruggeri, J; Pesciaroli, M; (-); Alborali, GL

Oct 22 2015 | **VETERINARY MICROBIOLOGY** 180 (1-2), pp.82-89

The monophasic variant of Salmonella enterica serovar Typhimurium, namely Salmonella 1,4,[5],12:i:-, has been increasingly responsible for foodborne human cases of disease and is most frequently detected in pork, since the variant is widely spread in pig farms. ... Show more

Full Text at Publisher

10 Citations

26 References

Related records ?

Figura 13: Pàgina de resultats al WoS de la cerca d'articles, amb 161 documents trobats.

Per poder fer la selecció dels articles es va utilitzar l'opció que ofereix el WoS de descarregar tots els articles en format Excel. D'aquesta manera es van poder ordenar per any de publicació i a través de la lectura del títol i resum es van classificar en diferents categories i subcategories (Figura 14): seleccionats (i temàtica de l'article) o descartats (i motiu del rebuig).

	B	C	D	E	F	G	H
1	Authors	Researcher ORCIDiS	Article Title		Selecció	Motiu desc	Outbreak
2	Edwards, F		The occurrence and distribution of salmonella types in the United States		0	Anterior a	
3	EDWARDS, F		FURTHER STUDIES ON THE OCCURRENCE AND DISTRIBUTION OF SALMONELLA TYPES IN THE UNITED-STATES		0	Anterior a	
4	SEN, R; MI		Infection with Salmonella agama, a new serotype isolated in Ibadan, Nigeria.		0	Anterior a	
5	VERNON, J		FOOD POISONING AND SALMONELLA INFECTIONS IN ENGLAND AND WALES, 1968		0	Anterior a	
6	BOTH, G; I		INVESTIGATIONS ON THE OCCURRENCE OF SALMONELLA IN CLINICAL UNSUSPECTED PIG BREEDING FARMS		0	Anterior a	
7	LEMINOR, A		A PROPOSAL FOR SALMONELLA NOMENCLATURE		0	Anterior a	
8	CORT, N; I		ENDOTOXIN-INDUCED ABORTION IN EARLY PREGNANT GILTS AND ITS PREVENTION BY FLUNIXIN MEGLUMINE		0	Pel tema (endotoxines)	
9	Usara, MA	gonzalez, ri	Antibiotic resistance of Salmonella spp. from animal sources in Spain in 1996 and 2000		1		
10	de la Torre, Mateu, Enri	Mateu, Enri	Several Salmonella enterica subsp enterica serotype 4,5,12:i:- Phage types isolated from swine samples originate from serotype typhimurium DT U302		1		
11	del Cerro, I	Soto, Sara	Virulence and antimicrobial-resistance gene profiles determined by PCR-based procedures for Salmonella isolated from samples of animal origin		1		
12	Loyrachan, S		Acute infection of swine by various Salmonella serovars		1		
13	Larsen, ST		Effect of short-term lairage on the prevalence of Salmonella enterica in cull sows		0	per tema	
14	de la Torre, Mateu, Enri	Use of biochemical kinetic data to determine strain relatedness among Salmonella enterica subsp enterica isolates		0	per tema		
15	Astorga Me Valdezate, J	Valdezate, J	Surveillance and antimicrobial resistance of salmonella strains isolated from slaughtered pigs in Spain		1		
16	Singh, B. R		Prevalence of multi-drug-resistant Salmonella in equids maintained by low income individuals and on designated equine farms in India		0	pel tema (en caballs)	
17	Barone, L; I	PONTELLA	Antimicrobial resistance of Salmonella Typhimurium monophasic serovar: determinants of antimicrobial resistance in porcine and human strains		1		
18	García-Felí Carvajal, A	Carvajal, A	Antimicrobial resistance of Salmonella enterica isolates from apparently healthy and clinically ill finishing pigs in Spain		1		
19	Kurnkamp, S		Case-case study of a Salmonella outbreak: An epidemiologic method to analyse surveillance data		1	pork	
20	Hauser, Eli		Pork Contaminated with Salmonella enterica Serovar 4,[5],12:i:-, an Emerging Health Risk for Humans		1	pork	
21	Antunes, Pt	Antunes, Pt	Leakage of emerging clinically relevant multidrug-resistant Salmonella clones from pig farms		1		
22	Wasy, Dar	Wasy, Dar	Occurrence and Characterization of Monophasic Salmonella enterica Serovar Typhimurium ((1)under-bar,4,[5], 12:i:-) of Non-human Origin in Poland		1		
23	Bugarel, M	Graniér, Sc	Genetic diversity in monophasic 1,4,[5],12:i:- and 1,4,[5],12:i:-1,2) and in non-motile 1,4,[5],12:i:- variants of Salmonella enterica S. Typhimurium		1		
24	Gomes-Ne de Fátima, M	Fátima, M	Salmonella cross-contamination in swine abattoirs in Portugal: Carcasses, meal and meat handlers		1	pork	
25	Fernandes, Couto, Nati	Couto, Nati	Immediate after birth transmission of epidemic Salmonella enterica Typhimurium monophasic strains in pigs is a likely event		1	pork	
26	Rodriguez, Rodriguez, R	Rodriguez, R	Extended-spectrum beta-lactamases in German isolates belonging to the emerging monophasic Salmonella enterica subsp enterica serovar Typhimurium 4,[5],12:i:- European clone		0	Pel tema	
27	Achtman, I	Wain, John	Multicocus Sequence Typing as a Replacement for Serotyping in Salmonella enterica		0	Pel tema	
28	Correia-Gc Mendonça, Mendonça, A		Assessing risk profiles for Salmonella serotypes in breeding pig operations in Portugal using a Bayesian hierarchical model		1	pork	
29	Mandilara, Valtopoulos, A		Phenotypic and molecular characterisation of multiresistant monophasic Salmonella Typhimurium 1,4,[5],12:i:- in Greece, 2006 to 2011		0	Pel tema	
30	Mandilara, A		Phenotypic and molecular characterisation of multiresistant monophasic Salmonella Typhimurium 1,4,[5],12:i:- in Greece, 2006 to 2011.		0	Pel tema	
31	Parsons, B	Humphrey, J	Infection of chickens with antimicrobial-resistant Salmonella enterica Typhimurium DT193 and monophasic Salmonella Typhimurium-like variants: an emerging risk to the poultry industry?		0	pel tema	
32	Mueller-Dc Wales, Anc	Wales, Anc	A retrospective analysis of Salmonella serovars isolated from pigs in Great Britain between 1994 and 2010		1	pork	
33	Herrandez Luque, Inm	Luque, Inm	Salmonella prevalence and characterization in a free-range pig processing plant: Tracking in trucks, lairage, slaughter line and quartering		1	pork	
34	Prendergas, C		Fanning, S; A multiplex real-time PCR assay for the identification and differentiation of Salmonella enterica serovar Typhimurium and monophasic serovar 4,[5],12:i:-		1		
35	Galli, Chr	Nüesch-Inc Nüesch-Inc	Characterization of Salmonella enterica Subsp enterica Serovar 4,[5],12:i:- Clones Isolated from Human and Other Sources in Switzerland Between 2007 and 2011		0	Pel tema	
36	Correia-Gc Vieira-Pink, Vieira-Pink		Risk factors for Salmonella sp. in pig lymph nodes in Portuguese abattoirs		1	pork	
37	Gorski, Lis	Mandrell, F	Diversity of Pulsed-Field Gel Electrophoresis Pulsotypes, Serovars, and Antibiotic Resistance Among Salmonella Isolates from Wild Amphibians and Reptiles in the California Central Coast		0	Pel tema	
38	Hoszowski Wasy, Dar	Wasy, Dar	Characterization of monophasic isolates of Salmonella enterica serovar Typhimurium 1,4,[5],12:i:-		0	Pel tema	
39	Crayford, C		Coomes, S; Monophasic expression of FljC by Salmonella 4,[5], 12:i:-DT193 does not alter its pathogenicity during infection of porcine intestinal epithelial cells		1	pork	
40	Letini, A	Ricci, Anto	Characterization of an unusual Salmonella phage type DT7e and report of a foodborne outbreak of salmonellosis		1	pork (brot)	
41	D'Avino, N	Magistrali, Magistrali	Salmonella burden throughout the swine production chain in central Italy		1	pork	
42	Alpigiani, Ir		Salmonella Enterica Prevalence in Finishing Pigs at Slaughter Plants in Northern Italy		1	pork	
43	Ido, Noriko	Lee, Ken-ic	Lee, Ken-ic Characteristics of Salmonella enterica Serovar 4,[5], 12:i:- as a Monophasic Variant of Serovar Typhimurium		0	Pel tema	
44	Arguello, I	Arguello, H	Arguello, H Characterization of the Emerging Salmonella 4,[5],12:i:- in Danish Animal Production		1	pork	
45	Gomes-Ne Managerio, Managerio		Clinically relevant multidrug resistant Salmonella enterica in swine and meat handlers at the abattoir		1	antibiotics	

Figura 14: Pàgina Excel amb tots els articles trobats de la cerca al WoS.

2.2 CERCA D'ALERTES I BROTS AL RASFF

La Unió Europea té un dels models de seguretat alimentària més sofisticats del món, per tal de mantenir els aliments i pinsos animals segurs dins del territori europeu. Això és gràcies al conjunt de legislació que la UE té en vigor actualment.

Com a part de les eines de seguretat alimentària, es va crear "el Sistema d'Alerta Ràpida" per aliments i pinsos (RASFF), que garanteix l'intercanvi d'informació entre els diferents països membres de la Unió Europea, per donar suport a una ràpida reacció de les autoritats competents de seguretat alimentària en cas de risc de salut pública derivat de la cadena alimentària. Aquesta eina es basa en l'article 50 del Reglament (CE) núm. 178/2002 "Llei General d'Alimentació".

El RASFF es va crear per permetre a les autoritats de seguretat alimentària intercanviar ràpidament informació sobre els riscos per a la salut pública derivats dels aliments o pinsos animals, de manera que es poguessin prendre mesures immediates per evitar un risc. Aquesta eina proporciona un servei 24 hores per garantir que les notificacions urgents s'enviïn, rebin i es responguin de manera col·lectiva i eficient.

La informació vital que s'intercanvia a través del RASFF pot portar a la retirada de productes del mercat. Gràcies a aquest sistema s'eviten molts riscos per a la seguretat alimentària abans que puguin causar danys, seguint la traça de la granja a la taula. Tot i l'eficiència del RASFF el risc mai és zero. Pel que fa a la cerca d'informació, tot i que RASFF només concedeix accés a les autoritats dels països membres de la Comissió Europea, també existeix una part de la base de dades en línia interactiva i de cerca "RASFF Window", que ofereix accés públic a la informació resumida sobre les notificacions RASFF trameses més recentment i permet cercar informació sobre qualsevol notificació emesa en el passat també (limitada fins al 2019 i anys posteriors) (Figura 15).

La Comissió Europea va crear aquesta base de dades RASFF per posar la informació obtinguda a disposició dels consumidors, les empreses i autoritats de tot el món. Ara bé, les notificacions al RASFF Window no revelen detalls comercials de les empreses (marques, operadors, etc.). A més RASFF també és útil per altres països no membres de la UE perquè s'informin sobre les notificacions relatives als productes que s'han produït o enviat des d'allà o que s'han exportat per un país membre.

La pàgina d'inici de "RASFF Window" és una pàgina de cerca i proporciona diferents criteris de cerca per optimitzar amb més exactitud els termes de la nostra cerca.

The image shows a search interface for RASFF Window. It features several filter sections:

- Date:** Includes a "Pick a range" dropdown and two input boxes for "Start Date" and "End Date". A note below says "Click twice to input a date directly in text".
- Countries:** A dropdown menu currently set to "Any".
- Type:** A dropdown menu currently set to "food".
- Product:** A dropdown menu currently set to "meat and meat products (other than poultry)".
- Risk:** A dropdown menu currently set to "pathogenic micro-organisms".
- Reference:** An input box containing the number "1234.5678".
- Subject:** A dropdown menu currently set to "Salmonella".
- Per page:** A dropdown menu currently set to "25".
- Buttons:** A blue "Search" button and a "Reset" button.

Figura 15: cerca de casos de *Salmonella* en productes carnis, per microorganismes patògens.

Donat el gran volum d'informació amb la qual treballa el RASFF, s'ha hagut d'equipar amb un sistema de cerca avançada, capaç de buscar notificacions d'acord amb els diferents criteris de cerca que se li apliquen. Alguns criteris s'introdueixen com a text lliure, i altres es poden seleccionar mitjançant llistes desplegable.

Criteris de cerca:

- **DATA:** es poden cercar notificacions per la data o període de creació de l'avís. Seleccionar la “data d'inici” i “data de finalització”, s'obre un calendari desplegable i se selecciona el marc de temps d'interès.
- **PAÍS:** quan fem clic a l'apartat de “Països”, s'obre un menú desplegable que ens permet ordenar la cerca per:
 - Països que notifiquen: el país o organitzacions que expedeixen la notificació d'alerta.
 - Països d'origen: país d'on prové el producte en qüestió.
 - Països de distribució: el país on es va distribuir el producte.
- **TIPUS:** aquesta categoria et permet basar la teva cerca en criteris que s'utilitzen per classificar les notificacions/alertes:
 - Tipus de notificació: plantes, animals, pinsos, aliments, material en contacte amb aliments, material vegetal, altres.
 - Classificació de les notificacions: notificacions d'alertes, notificacions de rebuig d'un producte a la frontera, notificació d'informació per a l'atenció d'un producte, notificació d'informació per fer seguiment, notícies, notificació d'incompliment.
 - Base de notificacions: son notificacions segons el tipus de control que se li ha aplicat. Control fronterer-producte retingut o alliberat, reclamacions de consumidors, intoxicacions alimentaries, control oficial de països no membres, control del mercat, informació del denunciador.
- **PRODUCTE:** en aquesta categoria es pot acotar la cerca per:
 - Categoria de producte: una varietat de productes predefinida, per exemple: begudes alcohòliques, subproductes animals, mol·luscs/bivalves, cereals i productes de brioixeria, preparacions de cacau i cafè, ous i ovoproductes, greixos i olis, etc.
 - Mesures adoptades: mesures adoptades respecte a un determinat producte, per exemple: eliminar l'oferta del mercat, tractaments químics, destrucció de producte, informació del país expedidor, etc.
- **RISC:** també es pot cercar pel tipus de perill trobat, en particular seleccionat:
 - Categoria de perill: tipus de perill trobat. Per exemple: d'al·lèrgens, biotoxines, contaminació química, additius alimentaris i aromes, metalls pesants, micotoxines, microorganismes patògens, etc.
 - Decisió sobre el risc: avaluació del risc i es classifica com a: cap risc, no greu, risc potencial, potencialment greu, greu, indecís.
- **REFERÈNCIA:** si es té el número de referència de la notificació, podem trobar una notificació específica. Inserint directament el número de referència.

- ASSUMPTE: al camp de l'assumpte permet cercar notificacions utilitzant qualsevol paraula/paraula clau relacionada amb la notificació que estem buscant. L'objectiu de la notificació consisteix a cercar un perill, un nom de producte, país d'origen o distribuïdor, etc. En cas de que es vulgui fer una nova cerca s'han d'esborrar tots els criteris seleccionats.

En aquest cas, s'ha utilitzat un número de referència específic d'una notificació d'alerta alimentària per presència de *Salmonella* en carn crua de porc congelada provinent d'Espanya.

Classificació de la notificació:

- El tipus de notificació: aliments
- Base de la notificació: control de la pròpia empresa.
- Classificació: notificació d'informació de seguiment.
- Risk decision: no decidit.
- Data de la notificació: 26-04-2022 15:18:18
- País notificant: Finlàndia
- Producte: Carn de porc crua, part del coll desossat.
- Categoria de producte: carn i productes carnis (excepte aviram).

En la cerca que es mostra a la Figura 16 es van obtenir 148 resultats. Per poder gestionar un volum tan gran d'informació, la mateixa eina de cerca RASFF Window ofereix l'opció de descarregar totes les notificacions en format Excel (Figura 17).

148 NOTIFICATIONS



Ref. ↓	Category Type ↓	Subject ↓	Date ↓	Country ↓	Class. ↓	Decision ↓		
2023.2372	Meat and meat products (other...)	food	Presenza di salmonella spp. in insaccato crudo stagionato "Sopressa nostrana"//Presence of Salmonella spp. in cured raw sausage "Sopressa nostrana"	6 APR 2023	Italy	alert notification	serious	Details >>
2023.2018	Meat and meat products (other...)	food	Salmonella in Tartar raw beef sausage from Poland	24 MAR 2023	Poland	information notification for attention	serious	Details >>
2023.1938	Meat and meat products (other...)	food	Salmonella Kisarawe and Salmonella Anatum in beef from Namibia	22 MAR 2023	Norway	information notification for attention	potentially serious	Details >>
2023.1684	Meat and meat	food	Salmonella in frozen pig small intestine from Lithuania. via the Netherlands	10 MAR 2023	German	information notification for follow-	not serious	Details >>

Figura 16: Notificacions obtingudes de la cerca realitzada.

reference	category	type	subject	date	notifying_country	classification	risk_decision	distribution	fo
2023.2372	meat and meat products (oth food		Presenza di salmonella spp. in insaccato crudo stagionato "Sopressa nostrana"/Presence of	08-04-2023	Italy	alert notification	serious	France, Austria, Italy	
2023.2018	meat and meat products (oth food		Salmonella in Tartar raw beef sausage from Poland	24-03-2023	Poland	information notification for at serious	serious	Netherlands, Poland	
2023.1938	meat and meat products (oth food		Salmonella Kisarawe and Saltonella Anatum in beef from Namibia	22-03-2023	Norway	information notification for at potentially serio	serious	Norway	
2023.1684	meat and meat products (oth food		Salmonella in frozen pig small intestine from Lithuania, via the Netherlands	10-03-2023	Germany	information notification for fo not serious	serious	Cambodia, Italy, Ger	
2023.1614	meat and meat products (oth food		Salmonella Dublin in frozen beef patties from Italy	08-03-2023	Finland	alert notification	serious	Finland	
2023.1307	meat and meat products (oth food		Salmonella in veal from the Netherlands	23-02-2023	Netherlands	alert notification	serious	Finland	
2023.1191	meat and meat products (oth food		Salmonella in chilled pork salami (strolghino) from Italy	17-02-2023	Italy	alert notification	serious	Latvia, Estonia, Finla	
2023.0823	meat and meat products (oth food		Salmonella Dublin in Frozen Beef brisket from Poland	03-02-2023	Estonia	information notification for fo potentially serio	serious	Estonia, Finland	
2023.0301	meat and meat products (oth food		Salmonella and Listeria in mixed meat platter from Belgium	13-01-2023	Belgium	information notification for at serious	serious	Belgium, Luxembour	
2023.0272	meat and meat products (oth food		Salmonella Infantis (in 1 out of 5 units) in frozen dumplings from Estonia	12-01-2023	Latvia	alert notification	serious	Latvia	
2023.0084	meat and meat products (oth food		Detected Salmonella i salted pork from the Netherlands	05-01-2023	Sweden	alert notification	serious	Sweden	
2022.7557	meat and meat products (oth food		detection of Salmonella and Clostridium perfringens in dried natural casings from Portugal	23-12-2022	France	alert notification	serious	France	
2022.7027	meat and meat products (oth food		Salmonella in Pork sausage from the Netherlands	02-12-2022	Netherlands	information notification for at serious	serious	Netherlands, Belgiu	
2022.6804	meat and meat products (oth food		Presence of Salmonella Typhimurium in frozen pork meat from Spain	22-11-2022	Italy	information notification for fo undecided	serious	Italy	
2022.6704	meat and meat products (oth food		Salmonella in dry sausages from France	17-11-2022	France	alert notification	serious	Denmark, French Pt	
2022.6668	meat and meat products (oth food		Salmonella Typhimurium (in 1 out of 5 units) in pork ribs from Poland	15-11-2022	Latvia	information notification for at not serious	serious	Latvia	
2022.6660	meat and meat products (oth food		Salmonella typhimurium in raw beef patties	15-11-2022	Denmark	alert notification	serious	Denmark, Finland	
2022.6540	meat and meat products (oth food		Salmonella typhimurium in minced meat from Lithuania	08-11-2022	Estonia	information notification for at serious	serious	Estonia	
2022.6441	meat and meat products (oth food		Salmonella in chilled wild boar meat from Belgium	03-11-2022	Belgium	alert notification	serious	Belgium, Luxembour	
2022.6002	meat and meat products (oth food		salmonella in stuffing made from veal	14-10-2022	France	information notification for at serious	serious	France	
2022.5973	meat and meat products (oth food		Salmonella in chilled lamb and beef merguez sausages from France	13-10-2022	France	alert notification	serious	Belgium	
2022.5968	meat and meat products (oth food		Salmonella (presence /25g) in frozen turkey meat preparation from Poland	13-10-2022	Hungary	alert notification	serious	Hungary	
2022.5899	meat and meat products (oth food		Salmonella Bovismorbificans (in 1 out of 5 samples) in frozen minced beef meat from Lithuan	11-10-2022	Latvia	alert notification	serious	Latvia, Lithuania	
2022.5875	meat and meat products (oth food		Detection of salmonella in chorizo from Spain	10-10-2022	France	alert notification	serious	France	
2022.5777	meat and meat products (oth food		Salmonella C1 in sausage from Poland	05-10-2022	Poland	alert notification	serious	Netherlands, Poland	
2022.5465	meat and meat products (oth food		Salmonella in mechanically separated pigmeat from Spain	20-09-2022	Spain	alert notification	serious	Spain, Netherlands, '	
2022.5228	meat and meat products (oth food		salmonella in veal minced meat	08-09-2022	France	alert notification	serious	Belgium	
2022.5044	meat and meat products (oth food		Salmonella spp. in pork crackling meal from Italy	31-08-2022	Germany	alert notification	serious	Germany	
2022.5041	meat and meat products (oth food		Salmonella Infantis in sow meat from Germany via Estonia	31-08-2022	Finland	information notification for fo not serious	serious	Finland	
2022.4830	meat and meat products (oth food		Salmonella spp in Hamburger di Vitello/Salmonella spp in Veal Hamburger	19-08-2022	Italy	information notification for at serious	serious	France, Italy	

Figura 17: Resultat de les notificacions obtingudes en la cerca en format Excel.

Un cop accedim a una notificació específica, podem veure tots els detalls de la notificació (Figura 18):

- El número de referència de la notificació.
- L'assumpte de la notificació: patògen, tipus de producte i país d'origen.
- La data de presentació.
- El país que presenta la notificació amb el dia que es va actualitzar per última vegada.

NOTIFICATION 2022.2412

Salmonella in frozen pork meat from Spain

notified 26 APR 2022 by Finland | last update 2 SEP 2022 EC validated

Organisations

Finland (n)(d)(cp) Spain (o)(cp)

(n) Notifying | (o) Origin | (d) Distribution | (cp) Operator
(fup) Flagged for Follow-Up | (ffa) Flagged For Attention

Reference	2022.2412	
Subject	Salmonella in frozen pork meat from Spain	
Notification type	Food	
Notification basis	Company's own check	
Classification	Information notification for follow-up	
Risk decision	Undecided	

Date of notification	26-04-2022 15:18:18	
Notifying country	Finland	
Product	Raw pork meat, boneless collar	
Product category	Meat and meat products (other than poultry)	

Risk

Risk decision	Undecided	
Hazards observed	Salmonella typhimurium detected in frozen raw pork meat	
Nb. persons affected	---	
Symptoms / illness	Unknown	

Measures taken

Country	Action	Product name	Url
Finland	Return to consignor	Raw pork meat, boneless collar	None

Follow-ups

	Organisation	Type	Summary
fup1	26 APR 2022 European Commission --	Corrigendum	No summary
fup2	2 SEP 2022 Spain IM	Outcome of investigations and measures taken	No summary

Products

Category	Name	Distribution status	Hazard	Measures taken
---	Meat and meat products (other than poultry)	Raw pork meat, boneless collar	No distribution from notifying country	

Hazards

Sampling	Hazard	Category	Analytical results	Maximum
6 APR 2022	No definition-Salmonella	Pathogenic micro-organisms	Detected /25g	none /25g
6 APR 2022	No definition-Salmonella-typhimurium monophasic 4, 5:i	Pathogenic micro-organisms	Detected /25g	none /25g

Figura 18: Notificació específica sobre *Salmonella* en carn crua de porc congelada d'origen espanyol. En diferents categories trobarem elements interactius i icones que es poden obrir hi trobar més informació.

Aquesta pàgina està dividida en diferents seccions (taula 4):

Taula 4: Exemple dels diferents apartats d'una pàgina d'una notificació específica.

1. Detalls notificació	Informació sobre la següent:
	Organitzacions: Països que notifiquen, països d'origen.
	Referència: Número de referència de la notificació.
	Assumpte: Aspectes sobre la notificació i país d'origen.
	Tipus de notificació: Tipus de notificació en funció dels diferents aspectes que conté l'avís.
	Base de la notificació: Origen de la notificació.
	Classificació: Classificació de la notificació.
	Decisió del risc: Classificació del risc.
	Data de notificació: Data i hora de creació de la notificació.
	País que notifica: País notificant.
Producte: Tipus de producte.	
2. Risc	Describeix el grau de gravetat del risc:
	Decisió del risc
	Perills observats
	Nº de pers. afectades
	Síntomes/Malaltia
3. Mesures	Describeix les mesures obligatòries o voluntàries adoptades per les autoritats competents o empresa:
	País
	Accions
	Nom del producte
	URL
4. Seguiment	Notificacions de seguiment:
	Organització
	Tipus
	Resum
5. Producte	Mostra quin producte es tracta la notificació:
	Categoria
	Nom
	Estat de distribució
	Perills
	Mesures adoptades
6. Perills	Mostra la llista de perills identificats i detalls dels resultats:
	Mostreig
	Perills
	Categoria
	Resultats
	Màx.

3. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Amb una metodologia sistemàtica de cerca i revisió, en aquest treball s'han pogut identificar els factors i característiques crítiques que contribueixen a la contaminació de l'animal viu, carn fresca, canals de porc, vísceres, producte acabat i incidents en humans de brots de malalties transmeses per aliments. La majoria dels aspectes rellevants per aquesta revisió han estat identificats en articles científics, revistes tècniques i llocs web d'agències oficials com podem veure en la Figura 19.

3.1 PREVALENÇA DE *Salmonella* EN PORCÍ I CASOS DE SALMONEL·LOSI EN HUMANS

L'extracció de dades es va fer en tots els articles seleccionats que complien els criteris d'inclusió i exclusió predefinitos inicialment com es veu a la Figura 19. Es pot veure com inicialment es van identificar 339 documents, dels quals 190 es van descartar en bases al títol i resum. Els 149 documents restants es van revisar amb més detall el resum i resultats que aportaven i se'n van descartar 40 per data (eren anteriors al 2016). Finalment, es va obtenir el text complet de 109 seleccionats en aquesta fase i es va llegir el text complet de 95 d'ells per extreure la informació necessària per fer aquest treball de final de grau. Els articles obtinguts i tota la informació que inclouen es van introduir en una fulla de càlcul Microsoft Excel, per ordenar i revisar la informació extreta. Els camps d'interès extrets de la primera selecció van ser a través del títol, tema i articles relacionats amb brots alimentaris. La segona classificació va ser per any de publicació de l'article (inclosos a partir del 2017), contingut de dades antimicrobianes, prevalença de *Salmonella*, prevalença de serotips i origen de les soques aïllades. En la tercera extracció de dades es va realitzar una classificació per: països implicats en l'estudi; any en què es fa realitzar el mostreig; serotip del patogen causant; categoria de les mostres analitzades (animal viu; carn fresca; canals; vísceres; producte acabat; mostres humanes).

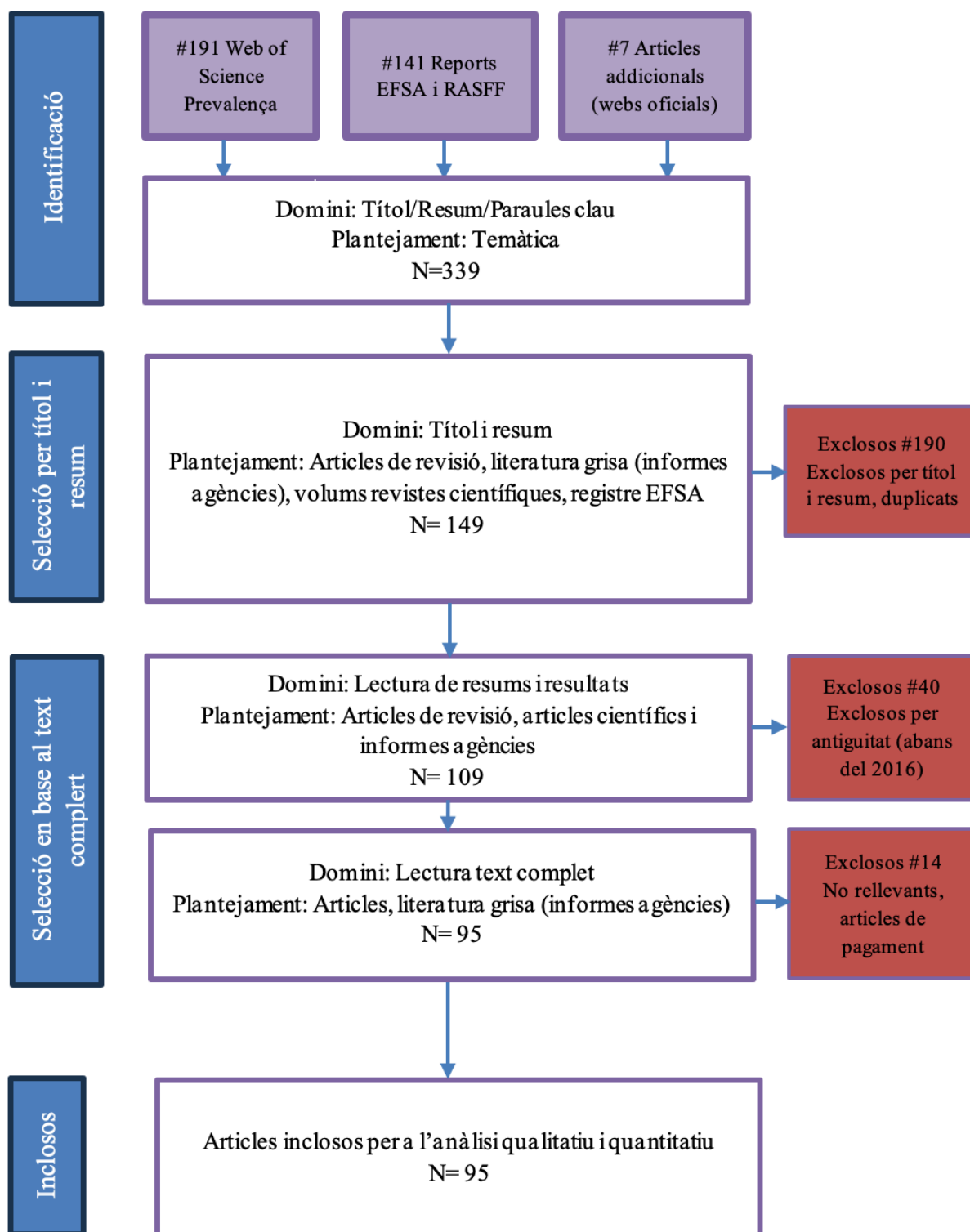


Figura 19: Diagrama de procés, que detalla la selecció d'articles a través del procés sistemàtic de cerca i revisió. Amb 95 articles seleccionats i 244 articles exclosos.

3.1.1 Canals de porc

L'anàlisi de la informació extreta dels articles seleccionats en relació a la prevalença de *Salmonella* en canal de porc (anys 2014-2020) ha permès obtenir 20 valors de prevalença, que resulta en una prevalença mitjana de 8,0% (desviació estàndard (DE) 12,2). S'han obtingut unes DE molt altes a causa de la gran prevalença de *Salmonella* reportada en alguns dels estudis. A nivell nacional la mitjana de prevalença ha estat del 10,5%. Només s'ha pogut obtenir informació de prevalença de *Salmonella* específica pels serotips Typhimurium i Typhimurium monofàsica, que han estat de 16,5% (DE=21,8) i 8,3% (DE=5,9), respectivament.

Amb les dades obtingudes a partir de cerques en el web de l'EFSA (EFSA *dashboard*) sobre *Salmonella* amb dades de control oficial i dades recopilades per operadors alimentaris, s'ha pogut cercar i consultar la quantitat de dades recollides de cada any dels estats membres de la UE i altres països que informen, i obtenir la prevalença de *Salmonella* durant els últims cinc anys.

La prevalença (proporció de mostres positives) global de *Salmonella* basada en controls oficials va ser de l'1,7% (N=24.802 mostres confirmades) i va ser més alta que les mostres positives basades en controls fets per les mateixes empreses que van ser de l'1,4% (N=103.270 mostres confirmades).

En aquestes dades recollides per EFSA destaca que Espanya és l'estat membre de la Unió Europea amb una prevalença de *Salmonella* més alta segons dades de control oficial (11,6%). Segons les dades preses pels mateixos operadors alimentaris a Espanya, la prevalença és de 3,9%, inferior a la de Malta (10,8%) i França (4,6%).

En la Figura 20 es mostra l'evolució de la prevalença de *Salmonella* a Europa en canals en els últims cinc anys. Es pot veure com hi ha un augment de la prevalença segons les dades de control oficial (del 2 al 3,5%), mentre que segons les dades dels propis operadors alimentaris la prevalença és menor i es manté durant els cinc anys analitzats entre 1,5 i 2 %. La disminució durant l'any 2021 segons les dades de control oficial pot ser degut a què els països que van aportar dades van ser diferents als dels anys anteriors, ja que cada any s'inclouen països diferents.

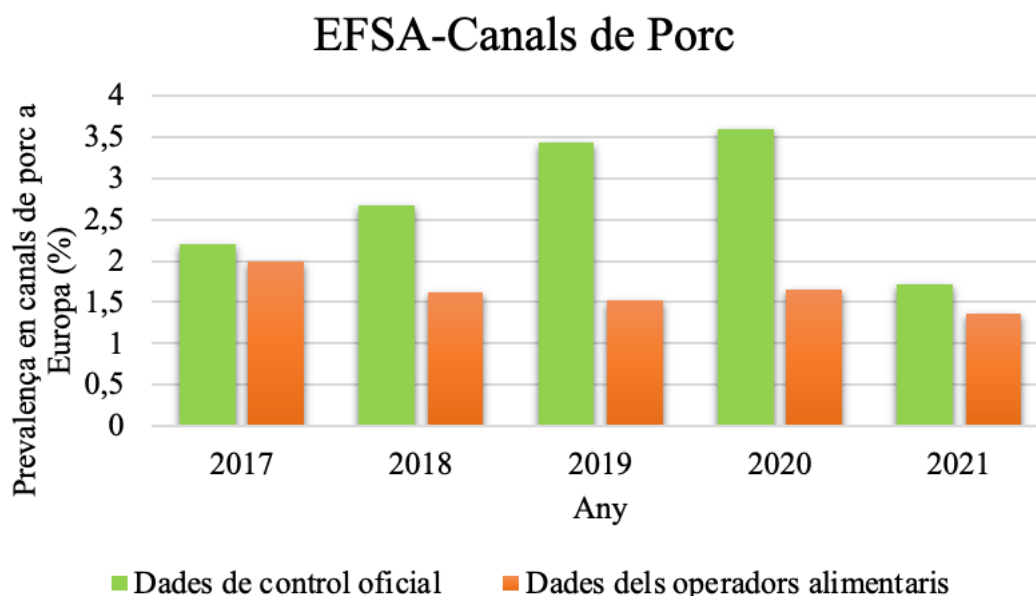


Figura 20: Prevalença de *Salmonella* a UE en canals de porc.

A la Figura 21 es mostra l'evolució de la prevalença de *Salmonella* específicament per Espanya en canals de porc en els últims cinc anys. Segons les dades oficials hi ha una disminució els dos primers anys del 12 al 8% i a partir del 2019 un augment de fins al 18%. Les dades de prevalença dels operadors alimentaris són menors i es mantenen durant els cinc anys entre el 4 i el 6 %, excepte l'any 2019 que disminueix considerablement un 2 %. La disminució durant l'any 2018 amb les dades de control oficial, pot ser degut a una disminució de mostrejos en més escorxadors.

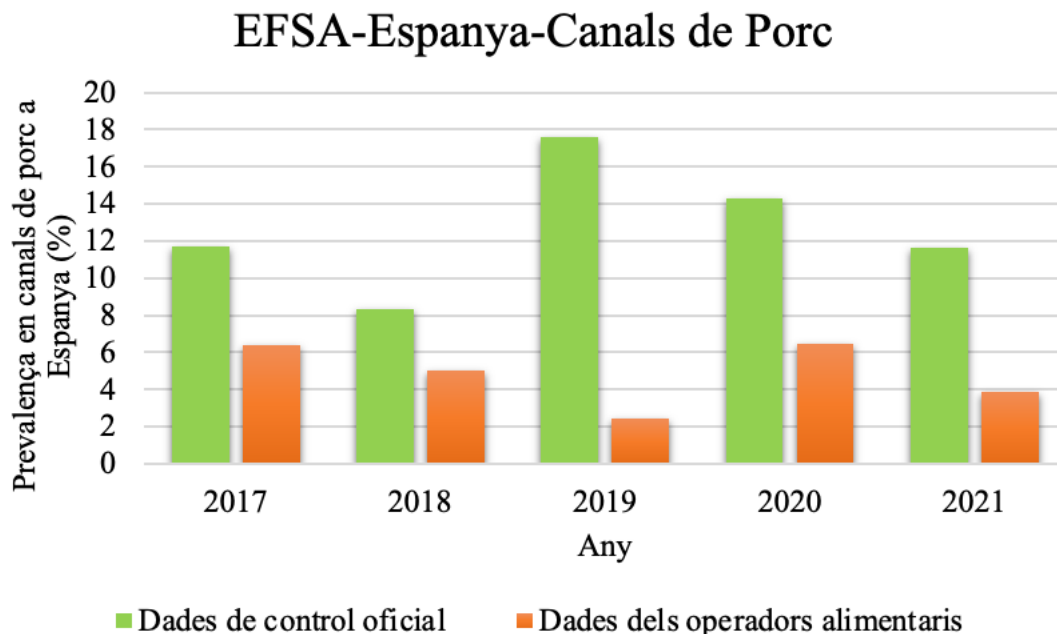


Figura 21: Prevalença de *Salmonella* a Espanya en canals de porc.

3.1.2 Carn fresca

En l'anàlisi de la informació extreta dels articles analitzats en relació amb la prevalença de *Salmonella* en carn fresca (anys 2014-2021) ha permès obtenir 8 valors de prevalença, que resulta en una prevalença mitjana de 20,8% (desviació estàndard (DE)=19,1). S'ha aconseguit una DE molt alta a causa de la gran prevalença de *Salmonella* reportada en alguns dels estudis analitzats. En l'àmbit nacional la mitjana de prevalença ha estat del 2,8%.

S'ha pogut obtenir informació de prevalença de *Salmonella* específica pels serotips Typhimurium i Typhimurium variant monofàsica, que han estat de 21,6% (DE=8,5) i 17,0% (DE=8,5), respectivament.

Amb les dades assolides a partir de la web d'EFSA sobre *Salmonella* en carn de porcí, amb dades de mostreig durant la fabricació i dades de mostreig durant la distribució, s'ha pogut obtenir la prevalença de *Salmonella* durant els últims cinc anys dels estats membres de la UE i altres països que informen. La prevalença (proporció de mostres positives) global de *Salmonella* basada en mostreig durant la fabricació va ser del 2,81% (N=32.212 mostres confirmades) i va ser significativament més alta que les mostres positives basades en mostrejos durant la distribució, que va ser del 2,53% (N=22.614 mostres confirmades).

L'evolució de la prevalença de *Salmonella* a Europa en carn de porc en els darrers cinc anys, només es té informació de l'any 2018, amb un 5,56% de prevalença de mostres positives en el mostreig durant la fabricació. Segons les dades aportades per l'informe de zoonosi anual de l'EFSA es pot veure com hi ha hagut una disminució de la prevalença l'any 2021.

3.1.3 Productes carnis

L'anàlisi de la informació extreta en relació amb la prevalença de *Salmonella* en productes carnis (anys 2013-2021) ha permès obtenir 7 valors de prevalença, que resulta en una prevalença mitjana d'11,4% (desviació estàndard (DE=3,7)).

Per la mitjana de prevalença a Espanya no s'han obtingut valors amb les dades analitzades.

S'ha pogut obtenir informació de prevalença de *Salmonella* específica pels serotips Typhimurium, Typhimurium monofàsica, Derby i London, que han estat de 17,6% (DE=12,6), 17,2% (DE=16,4), 56% (DE=56) i 13% (DE=13) respectivament.

EFSA proporciona valors de prevalença de *Salmonella* en productes carnis durant els últims cinc anys. La prevalença (proporció de mostres positives) global de *Salmonella* basada en mostreig durant la fabricació va ser del 0,27% (N=113 mostres confirmades) i va ser significativament més alta que les mostres positives basades en mostrejos durant la distribució, que va ser del 0,41% (N=968 mostres confirmades).

A la Figura 22 es mostra l'evolució de la prevalença de *Salmonella* a Europa en productes carnis en els últims cinc anys. Es pot veure com hi ha un augment durant els anys 2018 i 2020 de les dades de mostreig en fabricació (del 0,8 al 1,3 %), mentre que les dades de prevalença en mostreig durant la distribució són menors i es mantenen durant els dos anys entorn al 0,6 %. La disminució durant l'any 2021 amb les dades de fabricació, pot ser degut a una obtenció de dades per països diferents dels anys anteriors.

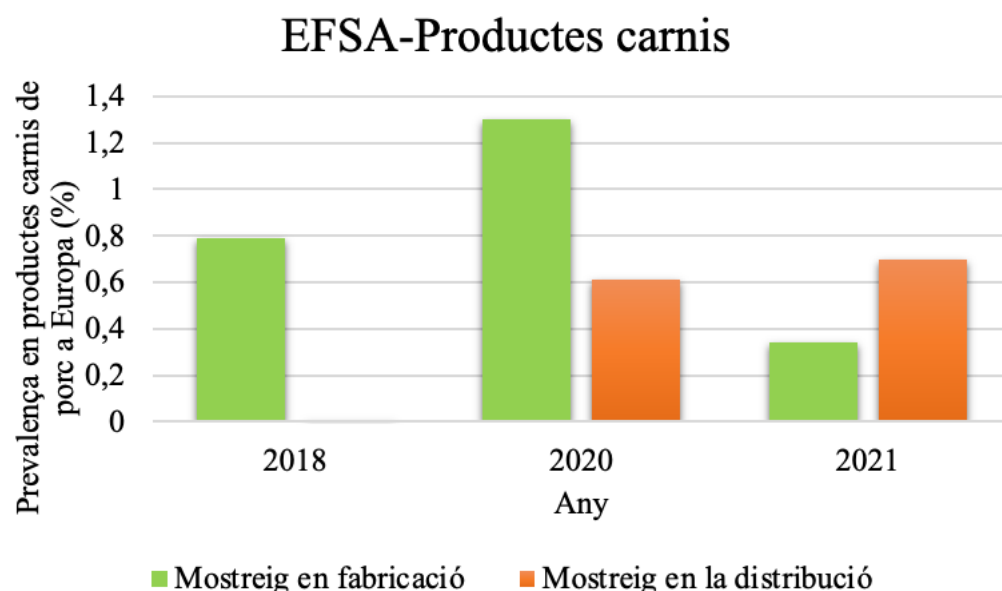


Figura 22: Prevalença de *Salmonella* en productes carnis (anys 2018-2021) a la UE.

3.1.4 *Salmonella* en Humans

L'anàlisi de la informació extreta dels articles seleccionats en relació amb la prevalença de *Salmonella* en mostres humanes (anys 2007-2020) ha permès obtenir 6 valors de prevalença, que resulta en una prevalença mitjana de 26,9% (desviació estàndard (DE)=17,4). La mitjana de prevalença a Espanya ha estat de 29,1%.

Només s'ha pogut obtenir informació de prevalença de *Salmonella* específica pels serotips Typhimurium i Typhimurium monofàsica, que han estat de 15,9% (DE=8,3) i 8% (DE=5,4), respectivament.

A partir del nombre total de mostres confirmades de casos de salmonel·losi en humans reportades per l'EFSA va ser de N=60.050 casos l'any 2021 (dades més recents disponibles), i va ser significativament més alta que les mostres positives de l'any anterior amb N=52.690 casos confirmats.

A la Figura 23 es mostren els casos de salmonel·losi en humans a diferents països d'Europa l'any 2021. Es pot veure com Txèquia encapçala la llista, seguit de França i Alemanya, i, en sisè lloc, trobem Espanya amb 3.913 casos confirmats, superant així la mitjana Europea amb 2.224 casos positius.

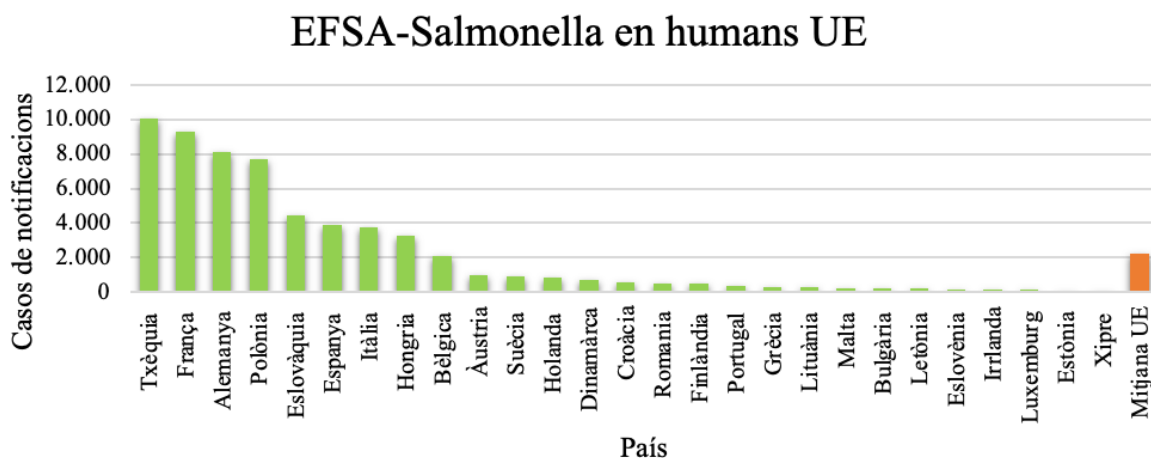


Figura 23: Casos de *Salmonella* en humans a la UE l'any 2021.

3.2 RESISTÈNCIES ANTIMICROBIANES D'AÏLLATS DE *Salmonella* PROVINENTS DE LA CADENA DE PRODUCCIÓ DEL PORCÍ

A partir dels articles seleccionats en la cerca s'ha pogut obtenir dades sobre els nivells de resistència a antibiòtics dels aïllats de *Salmonella* descrits en els articles. La resistència dels aïllats es veu considerablement influenciada pel serotip al qual pertanyen, alguns amb més resistències antimicrobianes que d'altres. És per això que els resultats obtinguts es representen per separat segons el serotip. La resistència antimicrobiana dels serotips Typhimurium i Typhimurium variant monofàsica, en aïllats provinents de granges o animals, carn de canals de porc, producte carni i mostres humanes durant els anys 2007-2021.

En la Figura 24, es poden observar les resistències antimicrobianes descrites pels aïllats de *Salmonella* serotip Typhimurium i Typhimurium variant monofàsica.

Les resistències a ampil·lina (AMP), tetraciclina (TET) i sulfametoxazole (SMX) són les resistències a antibiòtics més freqüents als dos serotips, essent Typhimurium variant monofàsica significativament més elevada. Pel que fa a resistències específiques de serotip, Typhimurium té un nombre elevat d'aïllats resistents a ciprofloxacina (CIP) i àcid nalidíxic (NAL), mentre que la variant monofàsica en cloramfenicol (CHL), estreptomicina (STR), sulfonamides (S3) i trimetoprim (TMP).

Els aïllats no són resistents a un sol antibiòtic, sinó que són multiresistents a una mitjana de 4,7 antibiòtics (mínim a 1 i màxim a 9). L'aïllat amb més resistències antimicrobianes (AMP-AMC-TZP-CXM-CTX-GEN-TIG-NAL-SXT) és el serotip Typhimurium variant monofàsica i va ser un aïllat en porc.

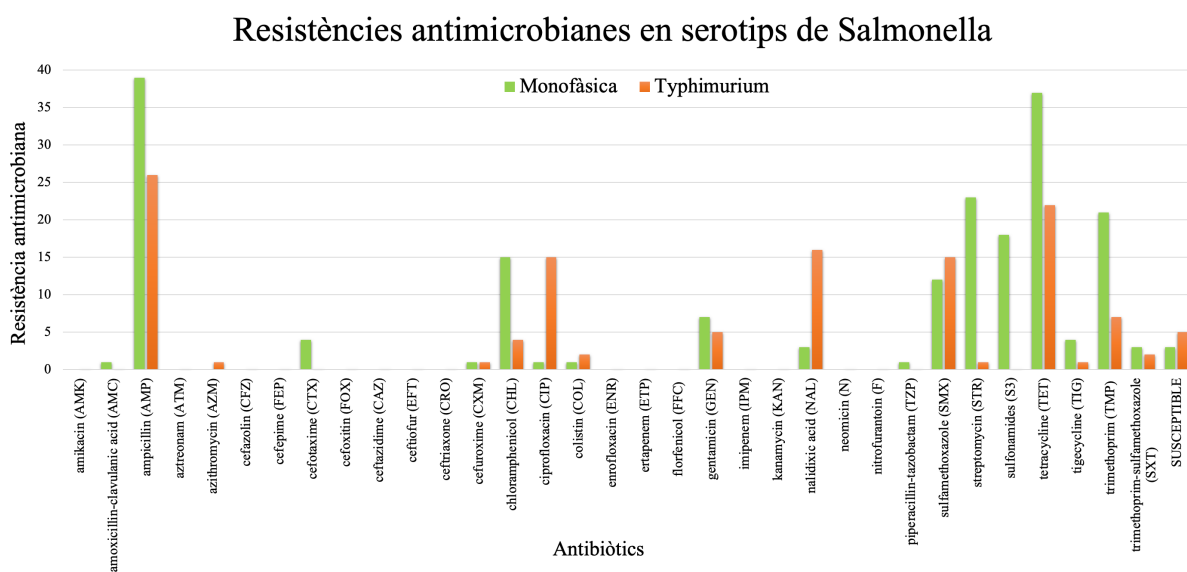


Figura 24: Resistència antimicrobiana pels aïllats de *Salmonella*, en serotips Typhimurium i Typhimurium variant monofàsica.

En la Figura 25, es poden observar les resistències antimicrobianes classificades segons l'origen dels aïllats (provinents de granges o animals, carn de canal, producte carni i humans).

L'ampicil·lina, el cloramfenicol, estreptomicina, tetraciclina i trimetoprim han sigut les resistències més freqüents en els tres orígens, essent les mostres d'humans les més resistents.

Pel que fa a resistència específica, del porc té un nombre elevat d'aïllats resistents a AMP, CMX, CHL, GEN, NAL, TET, TIG, TMP, SXT. Les resistències en aïllats de carn, canal i producte va ser similars amb resistència a AMP, CHL, GEN, NAL, STR, S3, TET i susceptible en mostra de carn amb un aïllat de Typhimurium variant monofàsica, en mostres de producte carni es van trobar quatre aïllats de Typhimurium i sis de variant monofàsica.

Es pot observar en la Figura 25, el mateix cas de multiresistència antimicrobiana com en la Figura anterior (Figura 24). Les mostres en humans han representat la major resistència antimicrobiana (AMP, CTX, CHL, CIP, NAL, SMX, STR, S3, TET, TMP).

Resistències antimicrobianes en aïllats segons l'origen

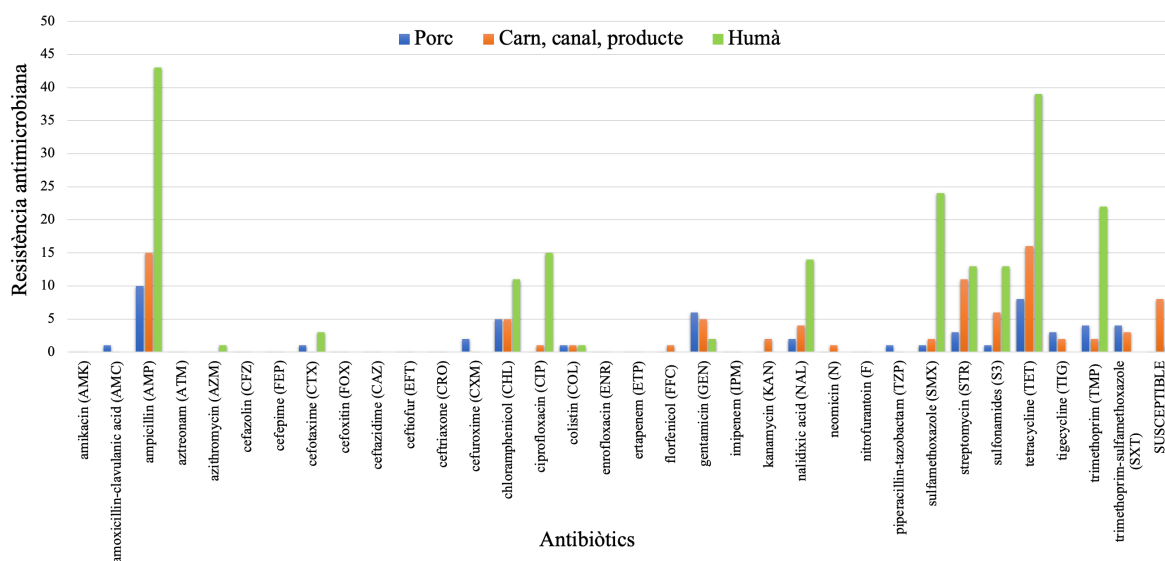


Figura 25: Resistències antimicrobianes descrites per als aïllats provinents de granja o animals, carn de canal, producte carni i humans.

3.3 ANÀLISI DE LES NOTIFICACIONS PER *Salmonella* EN CARN I PRODCUTES CARNIS DEL SISTEMA D'ALERTES RÀPIDES DE LA UNIÓ EUROPEA (RASFF)

L'anàlisi realitzada a partir de la informació extreta del Sistema Ràpid d'Alertes d'Aliments i Pinsos (RASFF) en relació a les notificacions registrades pel RASFF en la categoria de microorganismes patògens trobats en productes carnis (anys 2019-2023) a la UE, ha permès obtenir 141 registres dels quals 56 han sigut per presència de *Salmonella* en productes carnis de porc, que ha resultat una prevalença mitjana de 39,7%. En productes de vedella s'ha obtingut una mitjana de 21,3%, en pollastre 2,8%, gall d'indi 1,4%, en productes carnis amb barreja de porc i vedella un valor de mitjà de 9,2% i en altres productes carnis ja processats un 24,8%, molts d'aquests productes contenen porc o vedella com a ingredient principal. A la Figura 26 es pot veure la prevalença de *Salmonella* en productes carnis. La carn de porc encapçala la llista amb un 42% i la segueix la carn de vedella amb un 21% i altres productes carnis amb un 23%, és un valor elevat donat que aquests productes contenen les varietats de carn amb més casos de *Salmonella*.

De les notificacions registrades pel RASFF (anys 2019-2023), *Salmonella* ha estat el patògen més notificat, i un 1,4% han sigut productes carnis d'origen espanyol, concretament carn de porc fresca i producte acabat (fuet).

RASFF - Salmonella en carn animal

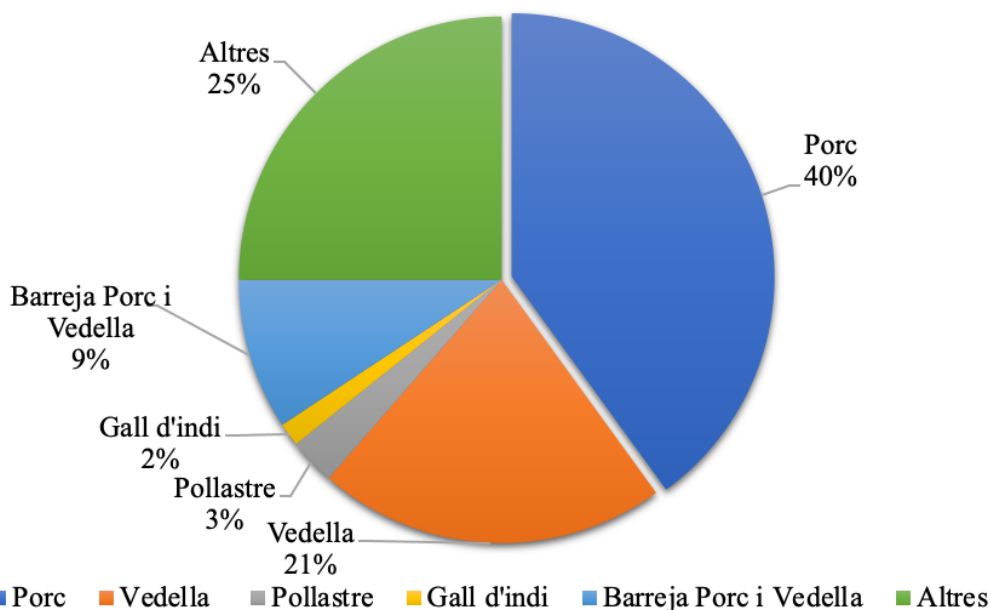


Figura 26: Detecció de *Salmonella* en carn i productes carnis segons notificacions per alerta alimentària registrada pel RASFF.

En la Figura 27 es pot observar la prevalença de notificacions per *Salmonella* en carn i productes carnis als països d'origen de la UE. Alemanya, Polònia i Espanya encapçalen la llista amb el nombre més elevat de notificacions de producte (any 2019-2023) en aquest cas patògens (riscos microbiològics) en productes nacionals (en carn i productes carnis) distribuïts a altres països. En el cas d'Espanya es troba en la tercera posició amb un nombre elevat de casos notificats. Principalment en productes carnis elaborats (fermentats, com és el fuet).

Notificacions producte amb país d'origen

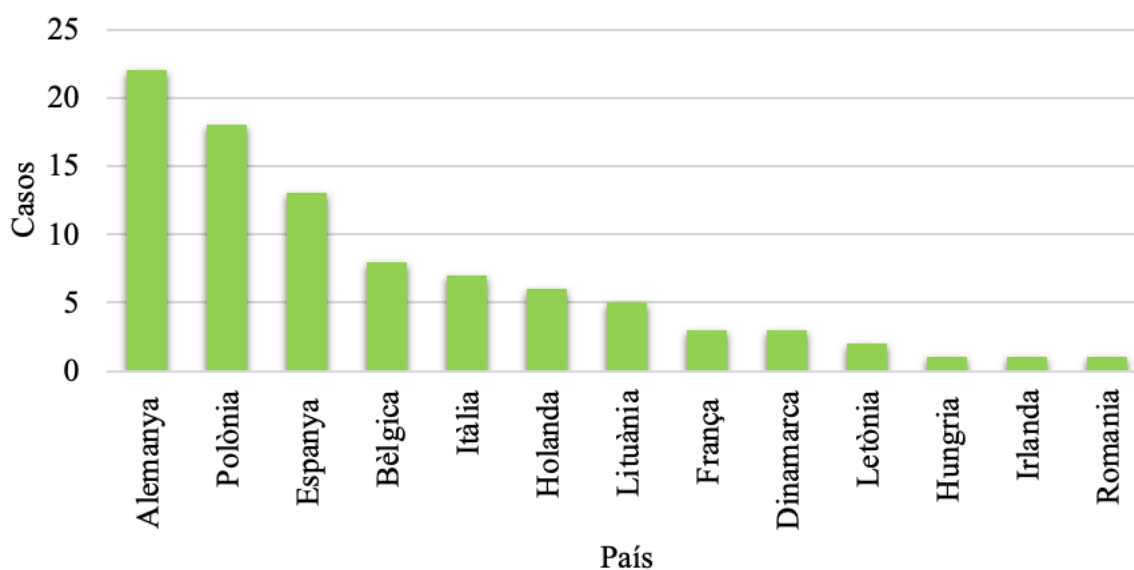


Figura 27: Notificacions del RASFF per contaminació de *Salmonella* en carn i productes carnis.

En la Figura 28 es pot observar el nombre de notificacions per productes retirats i brots alimentaris notificats. La diferència és significativa, ja que la majoria de les notificacions, són per productes que han retirat amb un (95%) tot i que hi ha un 5% que a més de ser retirats han estat involucrats en brots de salmonel·losi.

Aquestes notificacions són emeses per la detecció de perills, en aquest cas patògens microbiològics en productes nacionals distribuïts a altres països. També s'emeten avisos per perills detectats en productes distribuïts al nostre país i originaris d'altres estats membres de la UE.

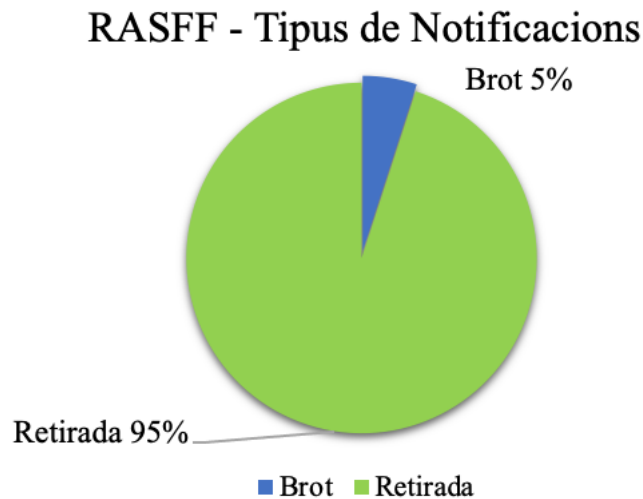


Figura 28: Percentatge de productes retirats o considerats brots alimentaris en notificacions registrades al RASFF.

En la Figura 29 podem observar els serotips de les notificacions per *Salmonella* rebudes pel RASFF (any 2019-2023) en productes carnis. Els serotips amb una prevalença més elevada són *Salmonella* Typhimurium variant monofàsica, seguida de *Salmonella* Typhimurium i *Salmonella* Derby amb un 22% cadascuna.

Destaca el fet que el serotip Typhimurium i variant monofàsica és el principal responsable de les notificacions tipus brot.

RASFF - Prevalença de serotips en notificacions

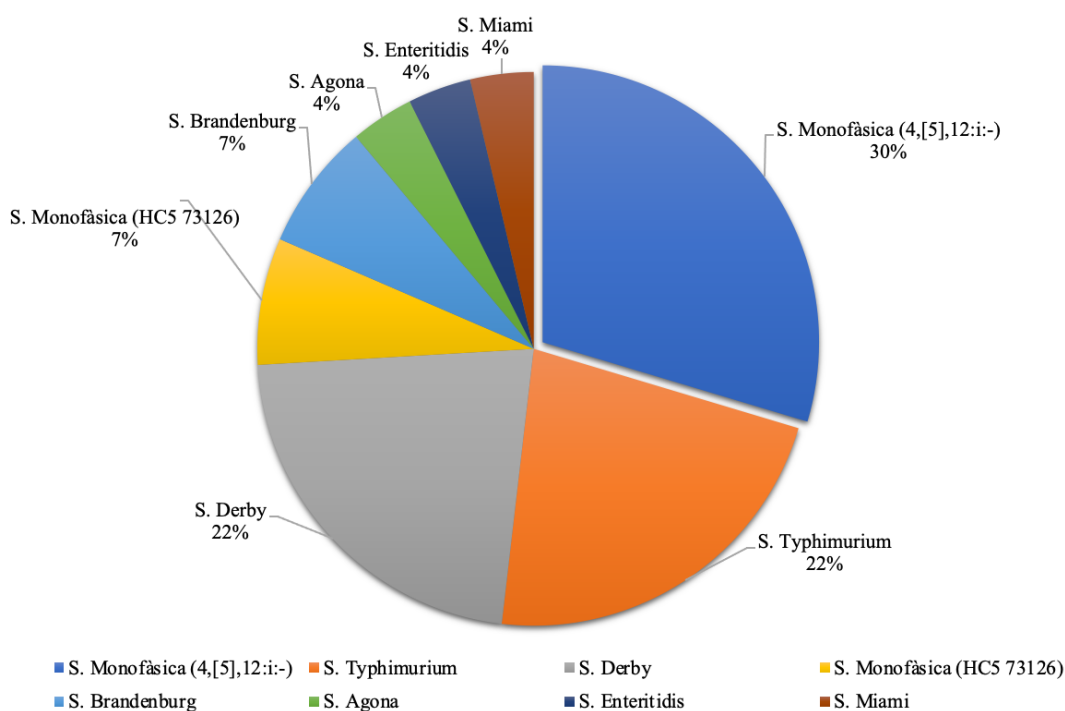


Figura 29: Serotip dels aïllats de *Salmonella* en notificacions rebudes al RASFF.

3.5 EVOLUCIÓ DE *Salmonella* VARIANT MONOFÀSICA EN PORCÍ

Actualment, a Espanya i a la resta d'Europa el serotip *Salmonella* Typhimurium és el serotip aïllat amb major freqüència en granges de porcs, essent també el principal serotip responsable de toxiinfeccions alimentàries en humans per consum de productes carnis porcins (Figura 30).

Altres serotips aïllats freqüents a Espanya en granges de porcs son S. Rissen, S. Derby i incrementant en els últims anys *Salmonella* Typhimurium variant monofàsica (Interpoc, 2018, Teng et al 2020).

Tal com es pot veure a la Figura 30, la proporció d'aïllats de *Salmonella* Typhimurium variant monofàsica (4,[5],12:i:-) ha anat incrementant des de l'any 2002 i a l'any 2019 era el serotip amb una proporció més alta (gairebé del 50%). Per contra, el serotip Typhimurium ha tingut el comportament oposat i ha anat disminuint, des de valors propers a una proporció del 50% els anys 2004 i 2005 fins a nivells inferiors al 10% l'any 2019.

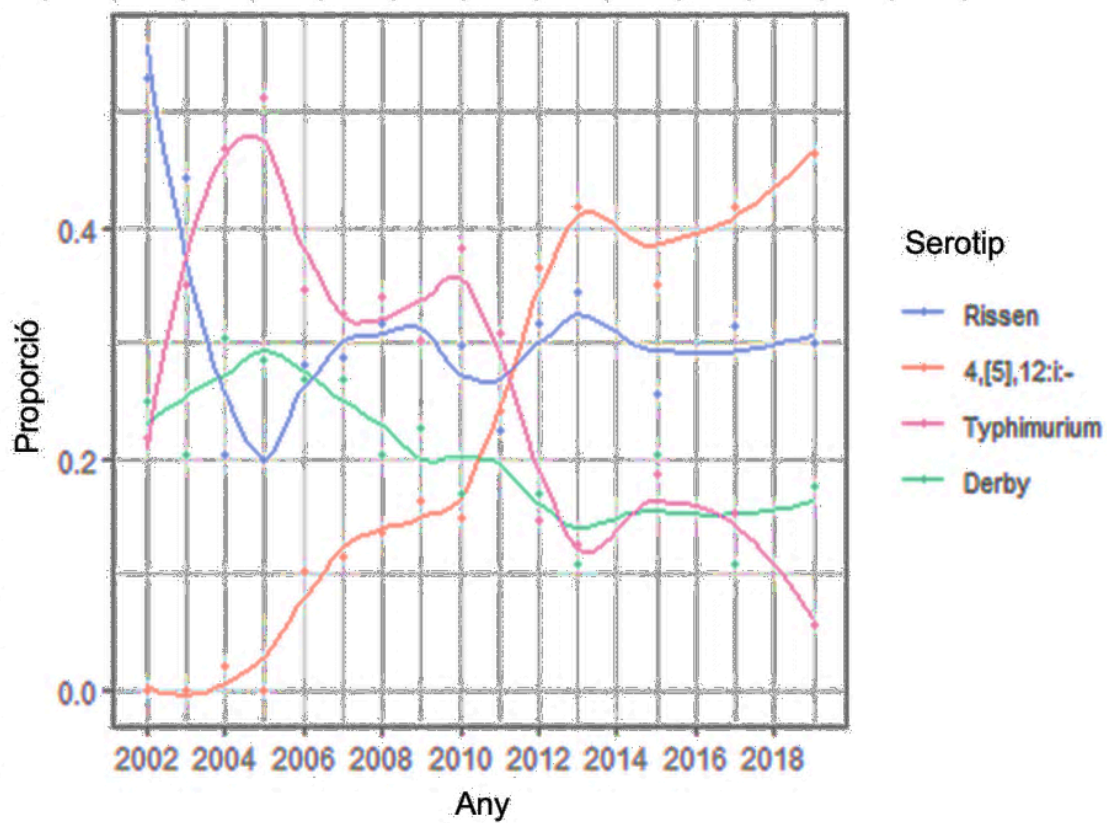


Figura 30: Proporció dels quatre serovars més comuns de *Salmonella* en porcs a Espanya recuperats a través del programa de la Xarxa de Vigilància Veterinària de Resistència Antimicrobiana, de l'any 2002 al 2019 (modificat de Teng, 2020).

4. CONCLUSIONS

- La revisió bibliogràfica extensiva realitzada ha permès seleccionar 339 documents i seleccionar 95 articles científics per extreure informació en relació a la prevalença i resistències antimicrobianes de *Salmonella* i els serotips dels aïllats en granja, canals de porc, carn i productes carnis i humans.
- La prevalença de *Salmonella* en canals de porc és considerable (del 1,4% al 8% segons la font i el país) i no ha mostrat diferències considerables en els últims anys. Espanya està entre els països que tenen elevada prevalença de *Salmonella* en canals de porc.
- La prevalença de *Salmonella* en carn i productes carnis és inferior a la detectada en canals.
- Els serotips Typhimurium i Typhimurium variant monofàsica són els principals en la cadena de producció del porcí. En els últims vint anys Typhimurium ha disminuït i la variant monofàsica ha incrementat.
- La salmonel·losi va ser la segona malaltia més transmesa a través dels aliments i més comuna en humans a la UE durant el 2021 i la carn i productes carnis.
- *Salmonella* no sol ser resistent a un sol antibiòtic, sinó que els aïllats són multiresistents a una mitjana de 4,6 antibiòtics. L'aïllat amb més resistències antimicrobianes (AMP-AMC-TZP-CXM-CTX-GEN-TIG-NAL-SXT) pertany al serotip Typhimurium variant monofàsica i va ser un aïllat en porc.
- Espanya, juntament amb Alemanya i els Països Baixos, es troba entre els tres països amb més notificacions al RASFF en carn i productes carnis contaminats amb *Salmonella* i Typhimurium variant monofàsica és el principal serotip responsable de brots de salmonel·losi pel consum d'aquest tipus de productes.

5. BIBLIOGRAFIA

Adriana, M. V., Pilar, D., Darío, J., Y María, M. G., Rincón, A., & Los, E. (s/f). LA SALMONELOSIS PORCINA Y SU IMPORTANCIA EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN. Com.ar. Recuperat el 31 de mayo de 2023, de https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/Infecciosas/porcinas/57-Salmonelosis.pdf

Aesan - Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (s/f-a). Gob.es. Recuperat el 30 de mayo de 2023, de https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizacio

Aesan - Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (s/f-b). Gob.es. Recuperat el 30 de mayo de 2023, de https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizacio

Aesan - Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (s/f-c). Gob.es. Recuperat el 31 de mayo de 2023, de https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria

Argüello, H., Estellé, J., Zaldívar-López, S., Jiménez-Marín, Á., Carvajal, A., López-Bascón, M. A., Crispie, F., O'Sullivan, O., Cotter, P. D., Priego-Capote, F., Morera, L., & Garrido, J. J. (2018). Early Salmonella Typhimurium infection in pigs disrupts Microbiome composition and functionality principally at the ileum mucosa. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26083-3>

Barilli, E., Bacci, C., StellaVilla, Z., Meriardi, G., D'Incau, M., Brindani, F., & Vismarra, A. (2018). Antimicrobial resistance, biofilm synthesis and virulence genes in Salmonella isolated from pigs bred on intensive farms. *Italian Journal of Food Safety*, 7(2), 7223. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2018.7223>

Bonardi, S. (2017). Salmonella in the pork production chain and its impact on human health in the European Union. *Epidemiology and Infection*, 145(8), 1513–1526. <https://doi.org/10.1017/S095026881700036X>

C. Marín, M. Carmen Chinillac, M. Cerdà-Cuéllar, L. Montoro-Dasi, S. Sevilla-Navarro, T. Ayats, F. Marco-Jimenez, S. Vega, Contamination of pig carcass with Salmonella enterica serovar Typhimurium monophasic variant 1,4 [5], 12: i:- originates mainly in live animals, *Science of the Total Environment* (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134609>

Campos-Asensio, C. (2018). How to develop a bibliographic search strategy. *Enfermería Intensiva* (English Ed), 29(4), 182–186. <https://doi.org/10.1016/j.enfie.2018.09.001>

CDC. (2022a, mayo 27). La Salmonella y los alimentos. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/communication/salmonella-and-food-sp.html>

CDC. (2022b, agosto 10). How food gets contaminated. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/foodsafety/production-chain.html?CDC_AA_ref_Val=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Ffoodsafety%2Foutbreaks%2Finvestigating-outbreaks%2Fproduction-chain.html

CDC. (2023, abril 14). Cuatro pasos para la seguridad de los alimentos: limpiar, separar, cocinar y enfriar. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/keep-food-safe-es.html>

Crum-Cianflone, N. F. (2008a). Bacterial, fungal, parasitic, and viral myositis. *Clinical Microbiology Reviews*, 21(3), 473–494. <https://doi.org/10.1128/cmr.00001-08>

Crum-Cianflone, N. F. (2008b). Salmonellosis and the gastrointestinal tract: more than just peanut butter. *Current Gastroenterology Reports*, 10(4), 424–431. <https://doi.org/10.1007/s11894-008-0079-7>

D’Incau, M., Salogni, C., Giovannini, S., Ruggeri, J., Scali, F., Tonni, M., Formenti, N., Guarneri, F., Pasquali, P., & Alborali, G. L. (2021). Occurrence of *Salmonella* Typhimurium and its monophasic variant (4, [5],12:i:-) in healthy and clinically ill pigs in northern Italy. *Porcine Health Management*, 7(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s40813-021-00214-1>

De Lucia A, Rabie A, Smith RP, Davies R, Ostanello F, Ajayi D, Petrovska L, Martelli F, Role of wild birds and environmental contamination in the epidemiology of *Salmonella* infection in an outdoor pig farm, *Veterinary Microbiology* (2018).

Enumeration, Antimicrobial Resistance and Typing of *Salmonella enterica*: Profile of Strains Carried in the Intestinal Contents of Pigs at Slaughter in Southern Brazil Daniel Santos Paim¹, Caroline Pissetti¹, Tatiana Regina Vieira¹, Gabriela Orosco Werlang¹, Eduardo de Freitas Costa¹. (2019). En Jalusa Deon Kich² & Marisa Cardoso¹.

Estudi pilot implantació Programa voluntari control salmonel·losi porcina a Catalunya” INNOVACC, clúster carni porcí català. (s/f). (s/f).

European Food Safety Authority, & European Centre for Disease Prevention and Control. (2021). The European union one health 2020 zoonoses report. *EFSA Journal*, 19(12), e06971. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6971>

European Food Safety Authority, & European Centre for Disease Prevention and Control. (2022). The European union one health 2021 zoonoses report. *EFSA Journal*, 20(12), e07666. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7666>

European Food Safety Authority, & European Centre for Disease Prevention and Control. (2020). The European Union Summary Report on Antimicrobial Resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2017/2018. *EFSA Journal*, 18(3), e06007. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6007>

Factors Potentially Contributing to the Contamination of Packaged Leafy Greens Implicated in the Outbreak of *Salmonella* Typhimurium During the Summer of 2021. (s/f). U.S. Food and Drug Administration; FDA. Recuperat el 31 de mayo de 2023, de <https://www.fda.gov/food/outbreaks-foodborne-illness/factors-potentially-contributing-contamination-packaged-leafy-greens-implicated-outbreak-salmonella>

Fondazione Irccs Policlinico San, M. (2016). Strada Campeggi 59/61, 27100 Pavia, Italy; 2Dipartimento di Scienze del Farmaco & Drug and Food Biotechnology Center (DFB), Università degli Studi del

Piemonte Orientale “Amedeo Avogadro. En B. istituto Zooprofilattico Sperimentale Della Lombardia E Dell Emilia Romagna (Ed.), *Foodborne Salmonellosis in Italy: Characterization of Salmonella enterica Serovar Typhimurium and Monophasic Variant* (Vol. 4, pp. 16–331).

Francesca Martelli, Victor M. Andres, Rob Davies, Richard P. Smith, Observations on the introduction and dissemination of Salmonella in three previously low prevalence status pig farms in the United Kingdom, *Food Microbiology* (2017), doi: 10.1016/j.fm.2017.05.004

Gale, C., & Velazquez, E. (2020). Salmonella spp. in pigs: an update on diagnostics and control. *Livestock*, 25(1), 38–43. <https://doi.org/10.12968/live.2020.25.1.38>

Gale, C., & Velazquez, E. (2020). Salmonella spp. in pigs: an update on diagnostics and control. *Livestock*, 25(1), 38–43. <https://doi.org/10.12968/live.2020.25.1.38>

Garrido,V.;Migura-García, L.; Gaitán, I.; Arrieta-Gisasola, A.; Martínez-Ballesteros, I.; Fraile, L.; Grilló, M.J. Prevalence of Salmonella in Free-Range Pigs: Risk Factors and Intestinal Microbiota Composition. *Foods*2021,10,1410. <https://doi.org/10.3390/foods10061410>

Gosling RJ, Mueller-Doblies D, Martelli F, Nunez-Garcia J, Kell N, Rabie A, Wales AD, Davies RH, Observations on the distribution and persistence of monophasic Salmonella Typhimurium on infected pig and cattle farms, *Veterinary Microbiology* (2018), <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.10.032>

Gosling, R. J., Fordon, S., Crocker, G., & Davies, R. H. (Eds.). (s/f). National Wildlife Management Centre, Animal and Plant Health Agency. En *Salmonella contaminated pig holdings in the United Kingdom* Francesca Martelli¹*, Mark Lambert², Paul Butt³, Tanya Cheney⁴.

Government of Canada, & Canadian Food Inspection Agency. (2015, marzo 1). Canadian food inspection agency. Canada.Ca. <https://inspection.canada.ca/eng/1297964599443/1297965645317>

Helmuth IG, Espenhain L, Ethelberg S, Jensen T, Kjeldgaard J, Litrup E, Schjørring S, Müller L (2019). An outbreak of monophasic Salmonella Typhimurium associated with raw pork sausage and other pork products, Denmark 2018–19. *Epidemiology and Infection* 147, e315, 1–7. <https://doi.org/10.1017/S0950268819002073>

Informe epidemiológico sobre la situación de la Salmonelosis en España. (2019). Años.

Italian Salami, M. S., Bonardia, Bruinia, I., Bolzonib, L., Cozzolinoc, P., Pierantonic, M., Brindania, F., Bellottib, P., & Renzid, M. (s/f). Sezione di Parma, Strada dei Mercati 13/A, 43126 Parma, Italy c National Veterinary Service, Local Unit of Parma, Via Vasari 13/A, 43126 Parma. Via del Taglio, 10. Kuus,K.;Kramarenko,T.; Sögel, J.; Mäesaar, M.; Fredriksson-Ahomaa, M.; Roasto, M. Prevalence and Serotype Diversity of Salmonella enterica in the Estonian Meat Production Chain in 2016–2020. *Pathogens*2021,10,1622. <https://doi.org/10.3390/pathogens10121622>

Lawlor, P. G., & Leonard, F. C. (Eds.). (s/f). Evaluation of an Alternative Experimental Infection Method, Which Closely Mimics the Natural Route of Transmission of Monophasic Salmonella Typhimurium in Pigs Helen Lynch,¹ Hector Argu ello,¹ Kavita Walia. 1.

Library. (s/f). Literature searching explained. University of Leeds. Recuperat el 31 de mayo de 2023, de https://library.leeds.ac.uk/info/1404/literature_searching/14/literature_searching_explained/2

Loqman, B. (s/f). Antibiotics list and abbreviations. Microbiologie-clinique.com. Recuperat el 30 de mayo de 2023, de <https://microbiologie-clinique.com/antibiotic-family-abbreviation.html>

Mandilara, G.; Sideroglou, T.; Chrysostomou, A.; Rentifis, I.; Papadopoulos, T.; Polemis, M.; Tzani, M.; Tryfinopoulou, K.; Mellou, K. The Rising Burden of Salmonellosis Caused by Monophasic Salmonella Typhimurium (1,4,[5],12:i:-) in Greece and New Food Vehicles. *Antibiotics* 2021, 10, 185. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10020185>

Martelli F, Oastler C, Barker A, Jackson G, Smith RP, Davies R (2021). Abattoir- based study of Salmonella prevalence in pigs at slaughter in Great Britain. *Epidemiology and Infection* 149, e218, 1–4. <https://doi.org/10.1017/S0950268821001631>

Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX*, 7(100777), 100777. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.100777>

Ministerio de Agricultura, A. y. M. A. (2018). GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL CONTROL Y REDUCCIÓN DE SALMONELOSIS EN GRANJAS DE GANADO PORCINO. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/bp_control_salmonella_porcino_tcm30-111530.pdf

Monophasic Salmonella Typhimurium outbreak due to the consumption of roast pork meat March 2018. *Revista española de quimioterapia: publicacion oficial de la Sociedad Española de Quimioterapia* 31(2). (s/f). Sociedad Española de Quimioterapia, 31(2). https://www.sociedaddequimioterapia.es/revista/2022/2021_zoonosisi.htm

Nguyen Thi, H., Pham, T.-T.-T., Turchi, B., Fratini, F., Ebani, V. V., Cerri, D., & Bertelloni, F. (2020). Characterization of Salmonella spp. Isolates from Swine: Virulence and Antimicrobial Resistance. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 10(12), 2418. <https://doi.org/10.3390/ani10122418>

Non-typhoidal Salmonella in the Pig Production Chain: A Comprehensive Analysis of Its Impact on Human Health. Joana Campos (Vol. 228). (2018). Roberto Frias.

Piras, F., Spanu, C., Mocci, A. M., Demontis, M., Santis, E. P. L. D., & Scarano, C. (2019). Occurrence and traceability of Salmonella spp. in five Sardinian fermented sausage facilities. *Italian Journal of Food Safety*, 8(1), 8011. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2019.8011>

Podolak, R., Enache, E., Stone, W., Black, D. G., & Elliott, P. H. (2010). Sources and risk factors for contamination, survival, persistence, and heat resistance of Salmonella in low-moisture foods. *Journal of Food Protection*, 73(10), 1919–1936. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-73.10.1919>

Prevalence and Characteristics of Salmonella in Retail Poultry and Pork Meat in the Czech Republic in 2013-2014. Petra Myšková and Renáta KaRPíšková* Department of Bacteriology, veterinary Research Institute. (s/f).

Qin, X., Yang, M., Cai, H., Liu, Y., Gorris, L., Aslam, M. Z., Jia, K., Sun, T., Wang, X., & Dong, Q. (2022). Antibiotic resistance of *Salmonella typhimurium* monophasic variant 1,4,[5],12:I:-in China: A systematic review and meta-analysis. *Antibiotics* (Basel, Switzerland), 11(4), 532. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11040532>

RASFF WINDOW. (s/f). Europa.eu. Recuperat el 31 de mayo de 2023, de <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/search>

RASFF. (s/f). Food Safety. Recuperat el 31 de mayo de 2023, de https://food.ec.europa.eu/safety/rasff_en

Salmonella in the pork production chain and its impact on human health in the European Union S. BONARDI* Department of Veterinary Science, Unit of Food Inspection. (2016). Via del Taglio, 10.

Salmonella Test Kit using Latex Agglutination. (s/f). Thermofisher.com. Recuperat el 31 de mayo de 2023, de <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/DR1108A>

Saxton, C. (1983). Welcome. *American Heart Journal*, 106(5), 1189. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(83\)90172-2](https://doi.org/10.1016/0002-8703(83)90172-2)

Search results. (s/f). Food Standards Agency. Recuperat el 31 de mayo de 2023, de <https://www.food.gov.uk/search?keywords=Salmonella>

Serotipo. (2023, mayo 26). Unilabs.es; Unilabs. <https://www.unilabs.es/glosario/serotipo>

Siddi, G., Piras, F., Spanu, V., Demontis, M., Meloni, M. P., Sanna, R., Cibir, V., De Santis, E. P. L., & Scarano, C. (2021). Trend of *Salmonella enterica* occurrence and serotypes in Sardinian pig slaughterhouses. *Italian Journal of Food Safety*, 10(2), 9362. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2021.9362>

Smith RP, Andres V, Cheney TE, Martelli F, Gosling R, Marier E, Rabie A, Gilson D, Davies RH (2018). How do pig farms maintain low *Salmonella* prevalence: a case- control study. *Epidemiology and Infection* 146, 1909–1915. <https://doi.org/10.1017/S0950268818002248>

Spanu, C., Mocci, A. M., Demontis, M., & Scarano, C. (Eds.). (s/f). Occurrence and traceability of *Salmonella* spp. in five Sardinian fermented sausage facilities Francesca Piras.

The European Union One Health 2021 Zoonoses Report European Food Safety Authority European Centre for Disease Prevention and Control. (s/f).

Warmate, D., & Onarinde, B. A. (2023). Food safety incidents in the red meat industry: A review of foodborne disease outbreaks linked to the consumption of red meat and its products, 1991 to 2021. *International Journal of Food Microbiology*, 398(110240), 110240. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110240>

Weavera, T., Valcanisb, M., Mercouliab, K., Saitb, M., Tukey, J., Kiermeierd, A., Hogga, G., Pointond, A., Hamiltond, D., & Billman-Jacobea, H. (s/f). Microbiological Diagnostic Unit Public Health Laboratory, Department of Microbiology and Immunology, at the Doherty Institute for Infection and Immunity. En 12:i:- shedding in five Australian pig herds (Vol. 1). Australia.

Wiedmann, M. (Ed.). (s/f). Review Emergence, Distribution, and Molecular and Phenotypic Characteristics of Salmonella enterica Serotype 4,5,12:i:- Andrea I. Moreno Switt,¹ Yesim Soyer,¹ Lorin D. Review Emergence, Distribution, and Molecular and Phenotypic Characteristics of Salmonella enterica Serotype, 4.

Yang X, Wu Q, Zhang J, Huang J, Chen L, Wu S, Zeng H, Wang J, Chen M, Wu H, Gu Q and Wei X (2019) Prevalence, Bacterial Load, and Antimicrobial Resistance of Salmonella Serovars Isolated From Retail Meat and Meat Products in China. *Front. Microbiol.* 10:2121. doi: 10.3389/fmicb.2019.02121

6. ANNEX I

6.1 DADES RESISTÈNCIA ANTIMICROBIANA

Taula A.I : Resistència antimicrobiana per cerca d'articles científics, origen mostra, serotip, antibiòtics, número d'antibiòtics resistents.

	A	B	C	AL	AM
1	Myšková (39)	CARN	Typhimurium	STR-S3-TET-TMP	4
2	Myšková (39)	CARN	Typhimurium	AMP-STR-KAN-N-S3-TET	6
3	Myšková (39)	CARN	Typhimurium	Susceptible	
4	Yang (59)	CARN	Typhimurium	AMP-KAN-TET-NAL-SXT-CHL-FFT	7
5	Broadway (71)	CARN	Typhimurium	AMP-CHL-GEN-STR-TET	5
6	Myšková (39)	CARN	Mono	AMP-STR-S3-TET	4
7	Myšková (39)	CARN	Mono	AMP-STR-S3-TET	4
8	Yang (59)	CARN	Mono	AMP-STR-TET-NAL-SXT-CHL	6
9	Broadway (71)	CARN	Mono	AMP-STR-TET	3
10	Barilli (46)	CANAL	Typhimurium	AMP-SMX-TET-NAL-CHL-GEN-TMP	7
11	Deane (79)	CANAL	Typhimurium	AMP-CHL-GEN-TET-TMP	5
12	Barilli (46)	CANAL	Mono	AMP-SMX-CIP-TET-NAL-TGC-COL-GEN	8
13	Deane (79)	CANAL	Mono	AMP-CHL-GEN-TET-TMP-TIG	6
14	Barilli (46)	FEMTA	Typhimurium	AMP-SMX-TET-COL-GEN	5
15	Deane (79)	FEMTA	Typhimurium	AMP-CHL-GEN-TET-TMP	5
16	Deane (79)	FEMTA	Mono	AMP-CHL-GEN-TET-TMP-TIG	6
17	Andreoli (40)	PRODUCTE	Typhimurium	Susceptible	
18	Andreoli (40)	PRODUCTE	Typhimurium	Susceptible	
19	Andreoli (40)	PRODUCTE	Typhimurium	Susceptible	
20	Andreoli (40)	PRODUCTE	Typhimurium	Susceptible	
21	Andreoli (40)	PRODUCTE	Mono	Susceptible	
22	Andreoli (40)	PRODUCTE	Mono	Susceptible	
23	Andreoli (40)	PRODUCTE	Mono	Susceptible	
24	Andreoli (40)	PRODUCTE	Mono	AMP-STR-S3-TET	4
25	Andreoli (40)	PRODUCTE	Mono	AMP-STR-S3-TET	4
26	Andreoli (40)	PRODUCTE	Mono	AMP-STR-S3-TET	4
27	Andreoli (40)	PRODUCTE	Mono	AMP-STR-S3-TET	4
28	Andreoli (40)	HUMANS	Typhimurium	Susceptible	
29	Andreoli (40)	HUMANS	Monophasic	AMP-STR-S3-TET	4
30	EFSA Journal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-SMX-TMP	5
31	EFSA Journal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-SMX-TET	5
32	EFSA Journal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-SMX-TMP-TET	6
33	EFSA Journal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-SMX-TET	3
34	EFSA Journal (57)	HUMANS	Typhimurium	NAL-CIP	2
35	EFSA Journal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-TET	3
36	EFSA Journal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-SMX-TET	5
37	EFSA Journal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-TET	3
38	EFSA Journal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-TET	2
39	EFSA Journal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-AZM-SMX-TET	6
40	EFSA Journal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-SMX-TMP-TET	6

40	EFSAJournal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-SMX-TMP-TET	6
41	EFSAJournal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP	1
42	EFSAJournal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-TET	4
43	EFSAJournal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-COL-SMX-TET	6
44	EFSAJournal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-CIP-SMX-TET	4
45	EFSAJournal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-SMX-TMP-TET	6
46	EFSAJournal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-SMX-TET	5
47	EFSAJournal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-CIP	2
48	EFSAJournal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-CIP-SMX-TET	4
49	EFSAJournal (57)	HUMANS	Typhimurium	AMP-NAL-CIP-SMX-TET	5
50	EFSAJournal (57)	HUMANS	Monophasic	AMP-CHL-SMX-TMP-TET	5
51	EFSAJournal (57)	HUMANS	Monophasic	AMP-CHL-CTX-SMX-TMP-TET	6
52	EFSAJournal (57)	HUMANS	Monophasic	AMP-CHL-CTX-SMX-TMP-TET	6
53	EFSAJournal (57)	HUMANS	Monophasic	AMP-GEN-CHL-SMX-TET	5
54	EFSAJournal (57)	HUMANS	Monophasic	AMP-CTX-CHL-SMX-TMP-TET	6
55	EFSAJournal (57)	HUMANS	Monophasic	AMP-SMX-TMP-TET	4
56	EFSAJournal (57)	HUMANS	Monophasic	AMP-GEN-SMX-TMP-TET	5
57	EFSAJournal (57)	HUMANS	Monophasic	AMP-CHL-SMX-TMP-TET	5
58	EFSAJournal (57)	HUMANS	Monophasic	AMP-SMX-TET	3
59	EFSAJournal (57)	HUMANS	Monophasic	AMP-SMX-TMP-TET	4
60	EFSAJournal (57)	HUMANS	Monophasic	AMP-CHL-SMX	3
61	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-STR-S3-TET-TMP	5
62	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-STR-S3-TET-TMP	5
63	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-STR-S3-TET-TMP	5
64	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-STR-S3-TET-TMP	5
65	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-CHL-STR-S3-TET-TMP	6
66	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-CHL-STR-S3-TET-TMP	6
67	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-STR-S3-TET-TMP	5
68	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-CHL-STR-S3-TET-TMP	6
69	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-STR-S3-TET	4
70	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-CHL-STR-S3-TET-TMP	6
71	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-STR-S3-TET-TMP	5
72	Mandilara (65)	HUMANS	Monophasic	AMP-STR-S3-TET	4
73	Nguyen (64)	INTESTINS	Typhimurium	AMP-NAL-STR-TET-TIG	5
74	Nguyen (64)	INTESTINS	Mono	AMP-STR-TET	3
75	Garrido (70)	INTESTINS	Mono	AMP-CHL-STR-S3-TET-TMP	6
76	Roche (78)	ANIMAL	Typhimurium	AMP-CXM-TIG-SXT	4
77	Roche (78)	ANIMAL	Mono	AMP-AMC-TZP-CXM-CTX-GEN-TIG-NAL-SXT	9
78	Deane (79)	GANGLIS	Typhimurium	AMP-CHL-GEN-TET-TMP	5
79	Deane (79)	GANGLIS	Mono	AMP-CHL-GEN-TET-TMP-TIG	6
Mitjana					4,8

Abreviations: amikacin (AMK), amoxicillin-clavulanic acid (AMC), ampicillin (AMP), aztreonam (ATM), cefazolin (CFZ), cefepime (FEP), cefotaxime (CTX), cefoxitin (FOX), ceftazidime (CAZ), ceftiofur (EFT), ceftriaxone (CRO), cefuroxime (CXM), chloramphenicol (CHL), ciprofloxacin (CIP), colistin (CST), enrofloxacin (ENR), ertapenem (ETP), florfenicol (FFC), gentamicin (GEN), imipenem (IPM), kanamycin (KAN), nalidixic acid (NAL), nitrofurantoin (F), piperacillin-tazobactam (TZP), streptomycin (STR), tetracycline (TET), tigecycline (TGC), trimethoprim-sulfamethoxazole (SXT).

