

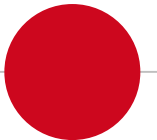
Salmonellosi nel suino: tra sanità animale e sanità pubblica

Lisa Barco

*Centro di Referenza Nazionale per le Salmonellosi, Istituto Zooprofilattico
Sperimentale delle Venezie*

SIPAS

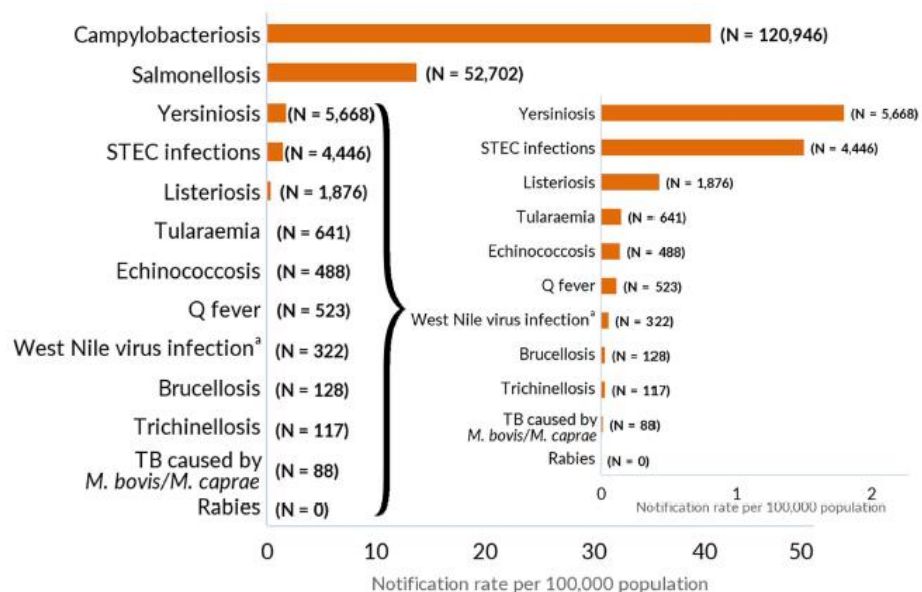
Parma, 14 ottobre, 2022 'Salmonellosi un problema da affrontare'



● Salmonella – introduzione

- I sierotipi di Salmonella non tifoidei hanno carattere zoonotico
- Trovano negli animali il loro principale serbatoio (trasmissione animale-uomo)
- La trasmissione all'uomo avviene prevalentemente attraverso il consumo di alimenti (trasmissione indiretta), per lo più di origine animale
- Oltre al consumo di alimenti, anche il contatto con animali infetti può rappresentare una via efficace di trasmissione all'uomo (trasmissione diretta)

Salmonella



Note: The total number of confirmed cases is indicated in parentheses at the end of each bar.
 (a): Regarding West Nile virus infection, the total number of cases was used (includes probable and confirmed cases).

Figure 1: Reported numbers of cases and notification rates of confirmed human zoonoses in the EU, 2020

EFSA, 2021

Table 2: Reported hospitalisations and case fatalities due to zoonoses in confirmed human cases in the EU, 2020

Disease	Number of confirmed human cases	Hospitalisation					Deaths				
		Status available (N)	Status available (%)	Number of reporting MS ^(b)	Reported hospitalised cases	Proportion hospitalised (%)	Outcome available (N)	Outcome available (%)	Number of reporting MS ^(b)	Reported deaths	Case fatality (%)
Campylobacteriosis	120,946	41,037	33.9	14	8,605	21.0	83,744	69.2	15	45	0.05
Salmonellosis	52,702	20,562	39.0	13	6,149	29.9	30,355	57.6	15	57	0.19
Yersiniosis	5,668	1,214	21.4	12	353	29.1	3,072	54.2	13	2	0.07
STEC infections	4,446	1,593	35.8	16	652	40.9	3,094	69.6	19	13	0.42
Listeriosis	1,876	803	42.8	18	780	97.1	1,283	68.4	18	167	13.0
Tularaemia	641	123	19.2	9	64	52.0	200	31.2	10	0	0
Echinococcosis	488	73	15.0	12	44	60.3	204	41.8	14	0	0
Q fever	523	NA	NA	NA	NA	NA	235	44.9	14	5	2.1
West Nile virus infection^(a)	322	239	74.2	8	219	91.6	322	100	8	39	12.1
Brucellosis	128	56	43.8	8	36	64.3	55	43.0	9	2	3.6
Trichinellosis	117	22	18.8	5	16	72.7	24	20.5	6	0	0
Rabies	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

MS: Member State(s); NA: Not applicable, as information is not collected for this disease.

(a): Locally acquired infections – for West Nile virus infection, the total number of cases was used (includes probable and confirmed cases).

(b): Not all countries observed cases for all diseases.

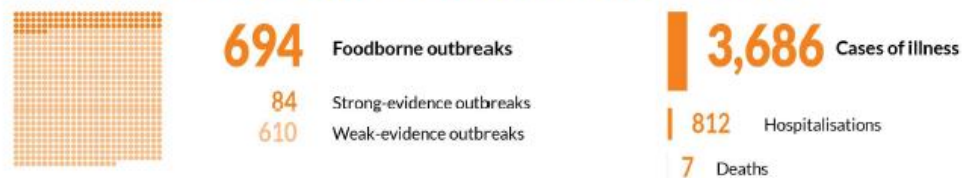
Salmonella

Human cases

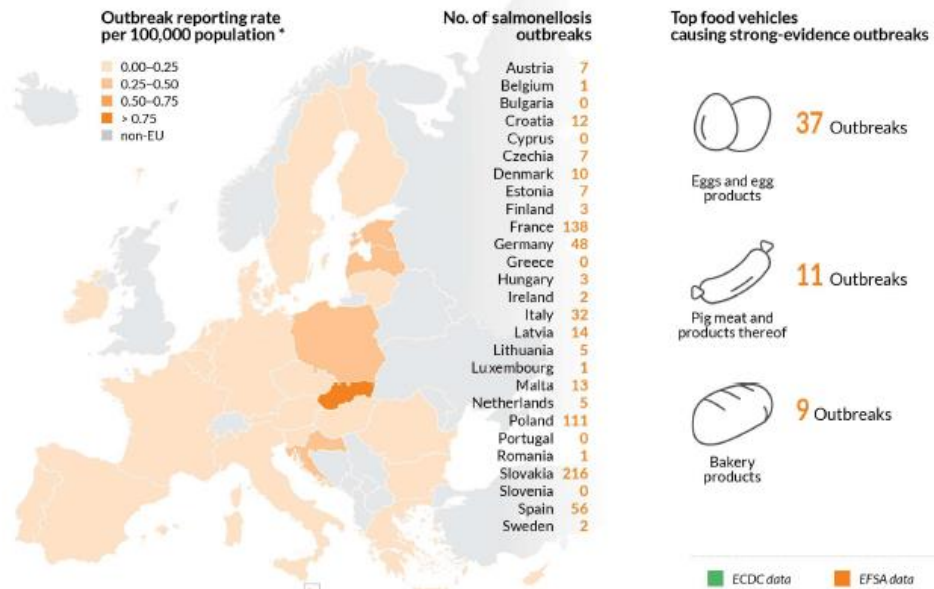
Notification rate (per 100,000 population) **13.71** Trend (2016–2020) — Increasing
Decreasing
Stable



Human cases in foodborne outbreaks



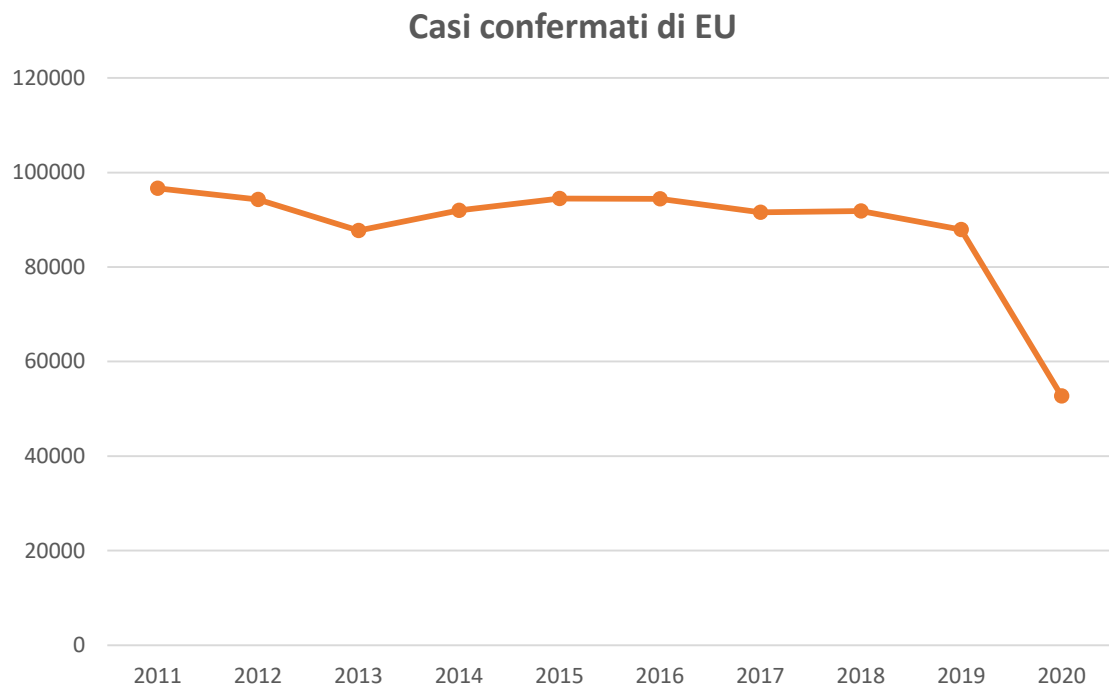
Foodborne outbreaks in the EU



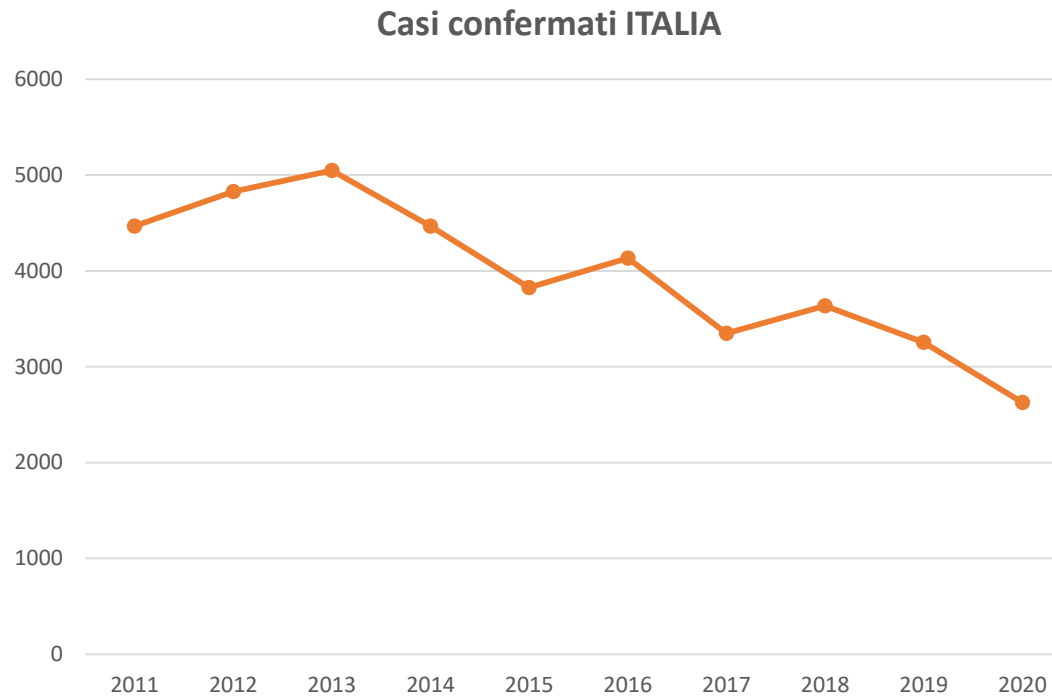
EFSA, 2021

* Differences among countries shall be interpreted with caution as this indicator depends on several factors including the type of outbreaks under surveillance and does not necessarily reflect the level of food safety in each country.

Salmonella – andamento casi umani



EFSA, 2021



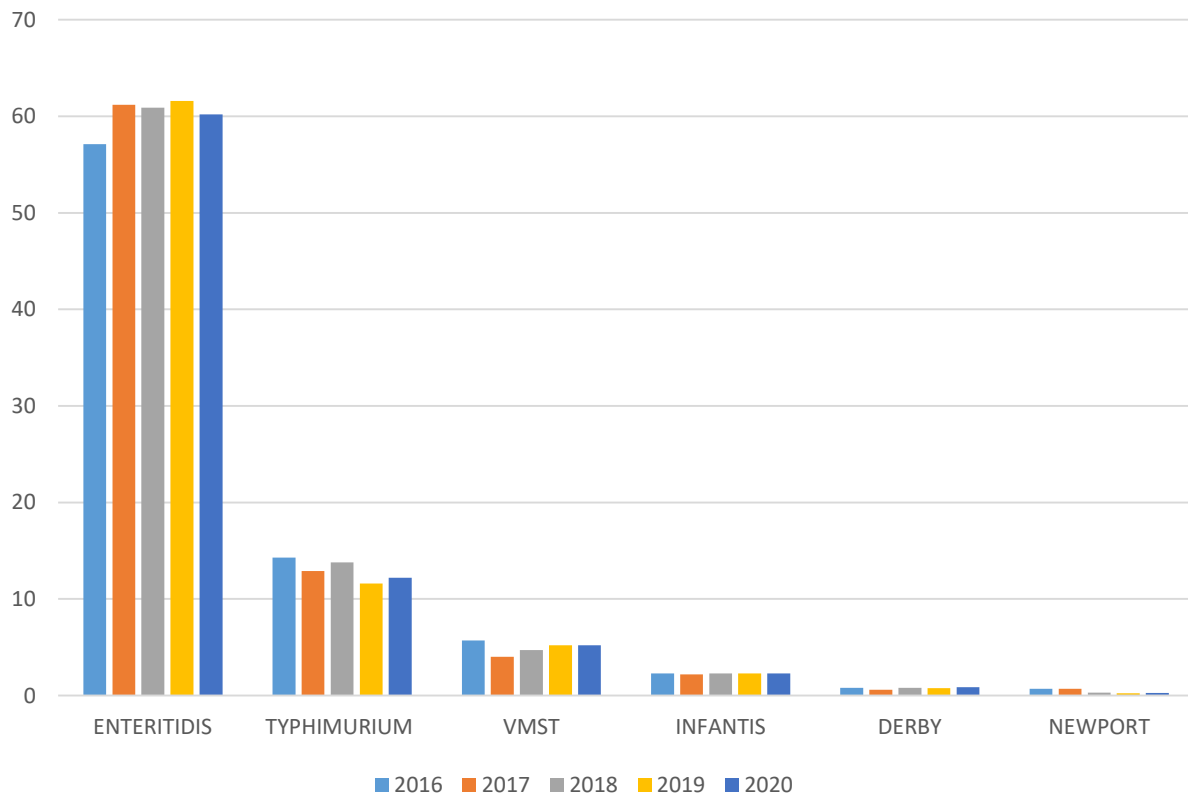
ISS, 2022



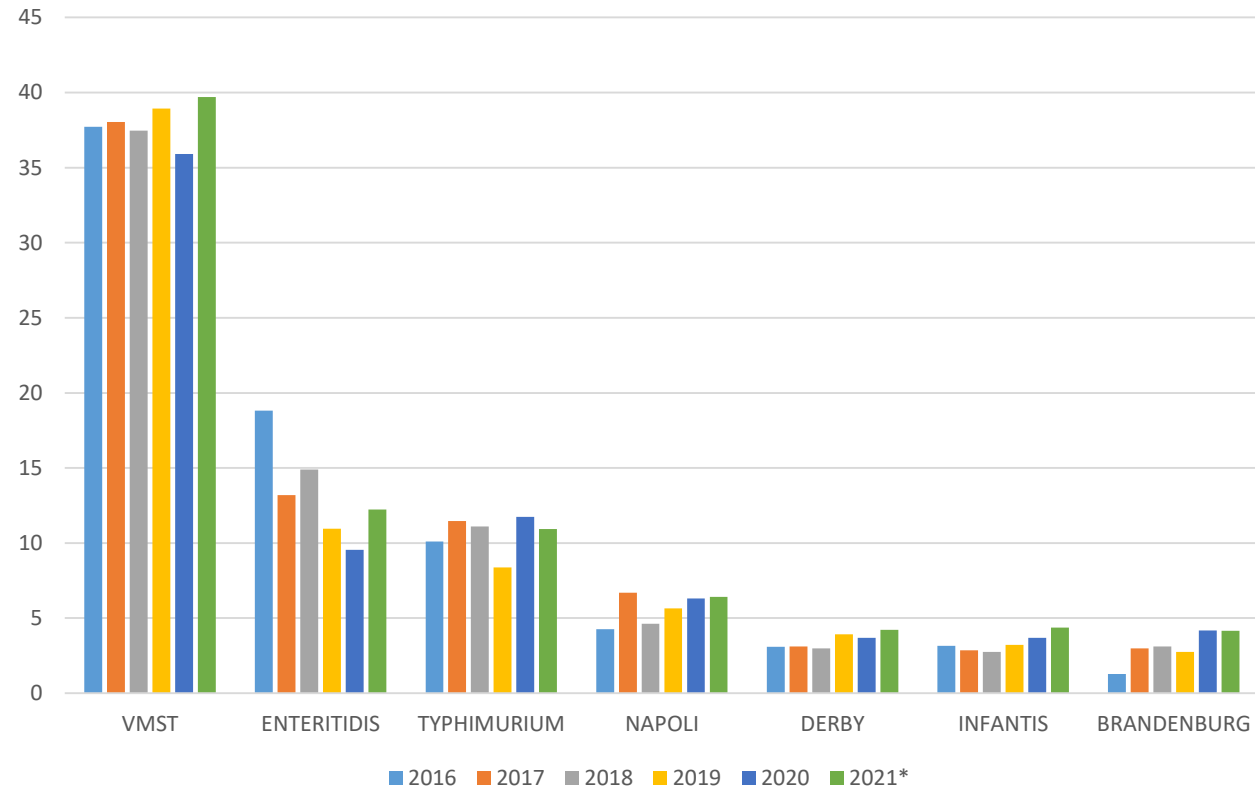
- La riduzione del numero dei casi umani è stato associato agli effetti positivi delle misure di controllo messe in campo a livello di produzione primaria nell'ambito dei piani di controllo Salmonella nelle popolazioni avicole a partire dal 2004 (Messen et al., 2011; EFSA 2019).
- La riduzione registrata è associata soprattutto al calo dei casi umani da S. Enteritidis

Salmonella – andamento casi umani

Distribuzione % dei sierotipi top 5 (EU)



Distribuzione % dei sierotipi top 5 (IT)

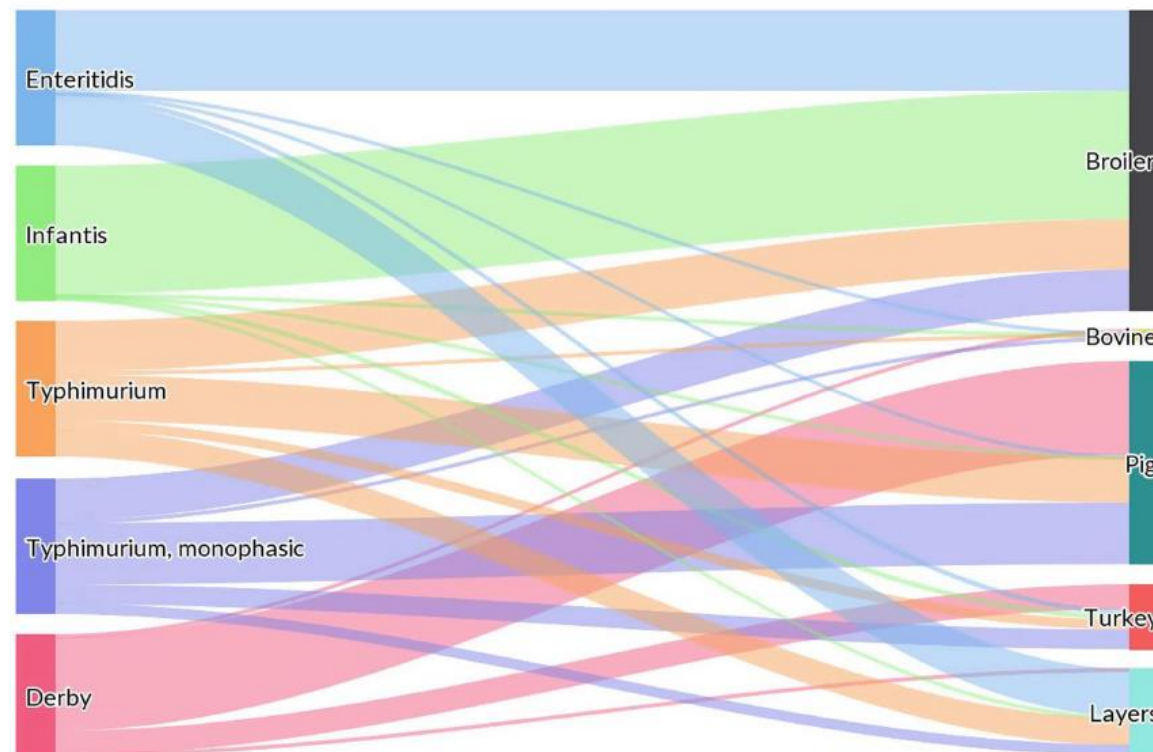


EFSA, 2021



ISS, 2022

● Salmonella – andamento casi umani



The left side of the diagram shows the five most commonly reported *Salmonella* serovars involved in human salmonellosis cases acquired in the EU: *S. Enteritidis* (blue), *S. Infantis* (green), *S. Typhimurium* (orange), monophasic *S. Typhimurium* (1,4,[5],12:i:-) (violet) and *S. Derby* (magenta). Animal and food data from the same source were merged: 'broiler' includes isolates from broiler flocks and broiler meat, 'bovine' includes isolates from bovines for meat production and bovine meat, 'pig' includes isolates from fattening pigs and pig meat, 'turkey' includes isolates from fattening turkey flocks and turkey meat, and 'layers' includes isolates from laying hen flocks and eggs. The right side shows the five sources considered (broiler, bovine, pig, turkey and layers). The width of the coloured bands linking sources and serovars is proportional to the percentage of isolates of each serovar from each source.

EFSA, 2021

Figure 16: Sankey diagram of the distribution of the top five EU *Salmonella* serovars involved in human salmonellosis cases acquired in the EU, reported from specified food-animal categories, by food-animal source, EU, 2020

● Obiettivo del lavoro

Indagare il contributo delle principali fonti alimentari di origine animale (*source*) responsabili dei casi di salmonellosi nell'uomo, ai fini di indirizzare future misure di controllo.



Utilizzo un modello Bayesiano di *source attribution* (EFSA) basato sui dati di Sierotipizzazione degli isolati di *Salmonella*.

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2012.EN-259>

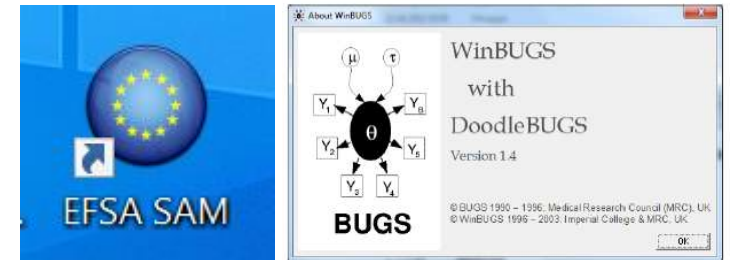
Opinion EFSA 2019, Hald et al., 2012a; Hald and Lund 2012

● Modello di *source attribution* di EFSA

- EFSA Source Attribution Model (EFSA SAM): interfaccia che permette di fare un:

- *Salmonella* source attribution at EU level (SAM-EU)

- *Salmonella* source attribution at MS level (SAM-MS)



- SAM importa i dati di interesse, genera un codice che viene eseguito in WinBUGS e i risultati ottenuti vengono importati da WinBUGS nel software di interfaccia SAM per la tabulazione e la visualizzazione grafica.
- Questo approccio garantisce la coerenza sia nel modello che nella configurazione dei dati, eliminando la necessità di conoscere la sintassi di WinBUGS da parte dell'utente.

● Informazioni necessarie per modello a livello di MS

- «**Human**»:

- Il numero di casi umani ripartiti per sierotipo e per anno specificando:
 - ✓ Casi acquisiti nel contesto di viaggi in altro paese / casi domestici / non noto
 - ✓ Numero di outbreak

- «**Sources**»

- Il numero di unità testate e il numero di unità positive per sierotipo e per anno, per ogni «source» considerata
- L'ammontare disponibile al consumo degli alimenti relativi alle specifiche «source»

● Dimensioni minime per modello a livello di MS

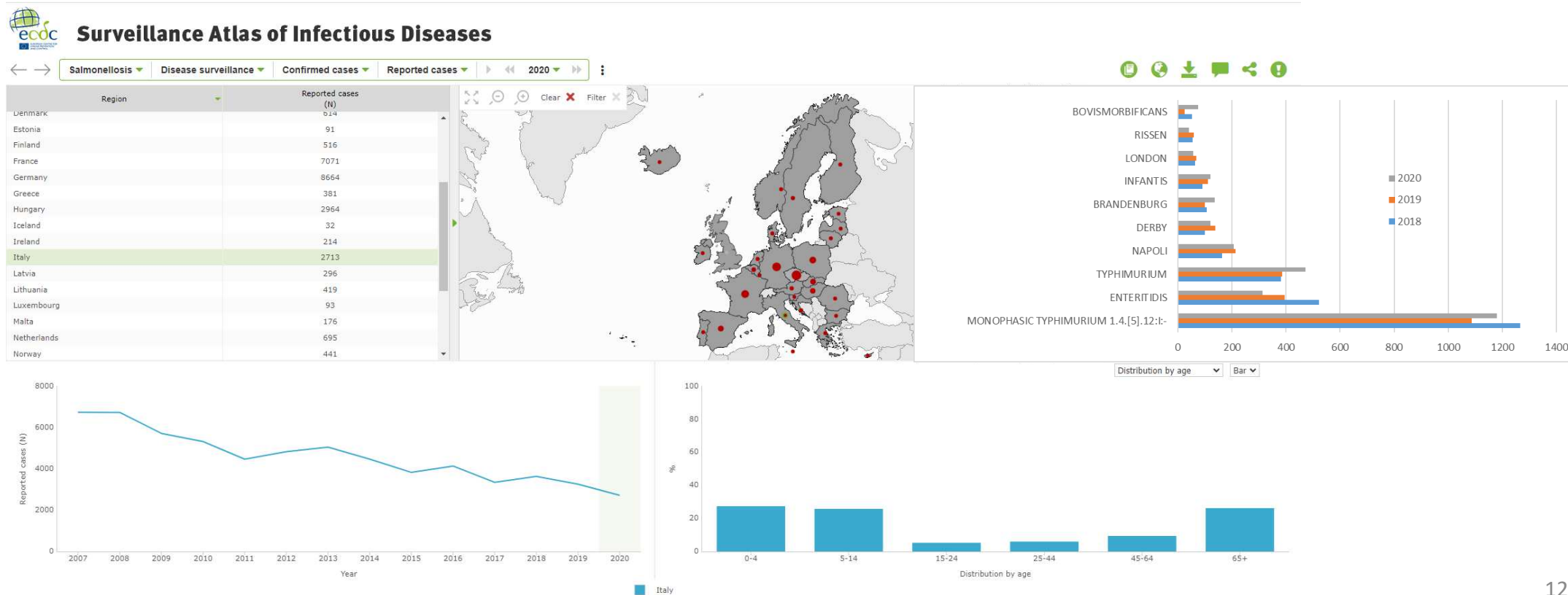
- 2 anni di osservazione
- 3 «source»
- 10 sierotipi
- 2018, 2019, 2020
- Galline ovaiole, broiler, tacchini da ingrasso e suini
- Sierotipi maggiormente isolati nell'uomo (isolati >50 nei 3 anni)

VM di S. Typhimurium, S. Enteritidis, S. Typhimurium, S. Napoli, S. Derby, S. Brandenburg, S. Infantis, S. London, S. Rissen, S. Bovismorbificans, S. Goldcoast, S. Panama, S. Give, S. Strathcona, S. Bredeney, S. Coeln, S. Thompson, S. Stanley, A. Anatum, Others).

Informazioni necessarie per modello

- Distribuzione dei Sierotipi dei casi confermati nell'uomo

I dati relativi ai sierotipi umani provengono dai casi confermati di *Salmonella* trasmessi a livello nazionale al sistema di sorveglianza TESSy di ECDC. (<https://atlas.ecdc.europa.eu/public/index.aspx?Dataset=27&HealthTopic=46>)



● Informazioni necessarie per modello

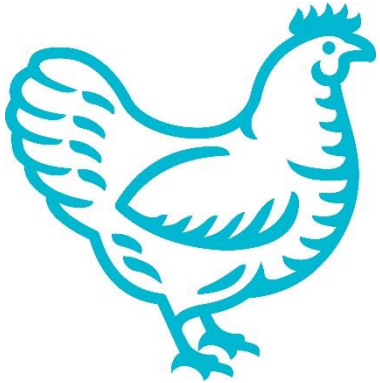
- Origine dei casi confermati per sierotipo

Suddivisione in casi domestici, casi dovuti a viaggi, casi di origine non nota:
Istituto Superiore di Sanità

- N° di outbreaks per sierotipo: Istituto Superiore di Sanità

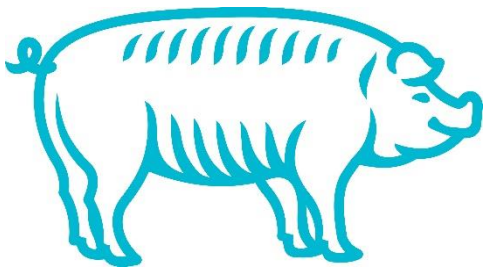
● Informazioni necessarie per modello

- Distribuzione dei Sierotipi nelle «source»



Per le specie avicole, sono stati utilizzati i dati relativi ai sierotipi di *Salmonella* ottenuti dai campionamenti previsti dal **Piano Nazionale di Controllo delle Salmonellosi (PNCS) – Produzione primaria.**

Regulation (EC) No 2160/2003 of the European Parliament and of the Council of 17 November 2003 on the control of salmonella and other specified food-borne zoonotic agents.



Per la specie suina si sono considerati i dati relativi ai sierotipi di *Salmonella* raccolti nel contesto del controllo delle carcasse al macello per la verifica **dell'applicazione dei criteri di igiene di processo (PHC).**

Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs

● Piani Nazionali di Controllo negli avicoli

Population	Maximum annual percentage (%) of flocks remaining positive	Target serovars	Legislation	Trade restrictions
Adult breeding hens (<i>Gallus gallus</i>)	1	S. Enteritidis S. Typhimurium (including monophasic variants) S. Infantis S. Virchow S. Hadar	Regulation (EC) No 200/2010	Destruction or safe disposal of (hatching) eggs and birds (Annex II C of Regulation (EC) No 2160/2003)
Adult laying hens (<i>Gallus gallus</i>)	2	S. Enteritidis, S. Typhimurium (including monophasic variant)	Regulation (EC) No 517/2011	Destruction or safe disposal of hens, marketing of eggs as class B (only for heat treated egg products) (Annex II D of Regulation (EC) No 2160/2003)
Broilers (<i>Gallus gallus</i>)	1		Regulation (EC) No 200/2012	Absence in 25 g of fresh meat (point 1.28 of Annex I to Regulation (EC) No 2073/2005)
Adult breeding turkeys (<i>Meleagris gallopavo</i>)	1		Regulation (EC) No 1190/2012	Destruction or safe disposal of (hatching) eggs and birds (Annex II C of Regulation (EC) No 2160/2003)
Fattening turkeys (<i>Meleagris gallopavo</i>)	1		Regulation (EC) No 1190/2012	Absence in 25 g of fresh meat (point 1.28 of annex I to Regulation (EC) No 2073/2005)

● Informazioni necessarie per modello

● Consumi degli alimenti di origine animale

Per i dati relativi al consumo degli alimenti derivati dalle fonti indagate si sono considerati sia i dati relativi alla produzione delle diverse tipologie alimentari nel periodo 2018–2020, sia i dati relativi all'esportazione degli stessi. **L'ammontare disponibile per il consumo è stato calcolato come differenza tra produzione ed esportazioni** (modello un singolo MS).

● Uova (quantità per tonnellata): report Agriculture and rural development

- [https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/6237_info%202021-24%20eu%20martkinformatie%20augustus%202021%20\(2\).pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/6237_info%202021-24%20eu%20martkinformatie%20augustus%202021%20(2).pdf)
- https://uovoitaliano.it/wp-content/uploads/2019/09/Dati-19.09.2019-eggs_Final.pdf



● Polli e tacchini (quantità per 1000 tonnellate di peso di carcasse): AVEC

- <https://avec-poultry.eu/resources/annual-reports/>



● Suini (quantità per 1000 tonnellate di peso di carcasse): database of the Statistical Office of the EU (EUROSTAT)

- <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>

Year	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Italy	1,420.72	1,625.48	1,327.82	1,485.83	1,544.13	1,466.95	1,470.67	1,447.63	1,270.87	1,335.44

Modello di *source attribution*: dall'input all'output



Distribuzione dei sierotipi
Isolati nell'uomo (ECDC)

Sierotipo
VMT 1.4.[5].12:l:-
ENTERITIDIS
TYPHIMURIUM
NAPOLI
DERBY
BRANDENBURG
INFANTIS
LONDON
RISSEN
BOVISMORBIFICANS
.....

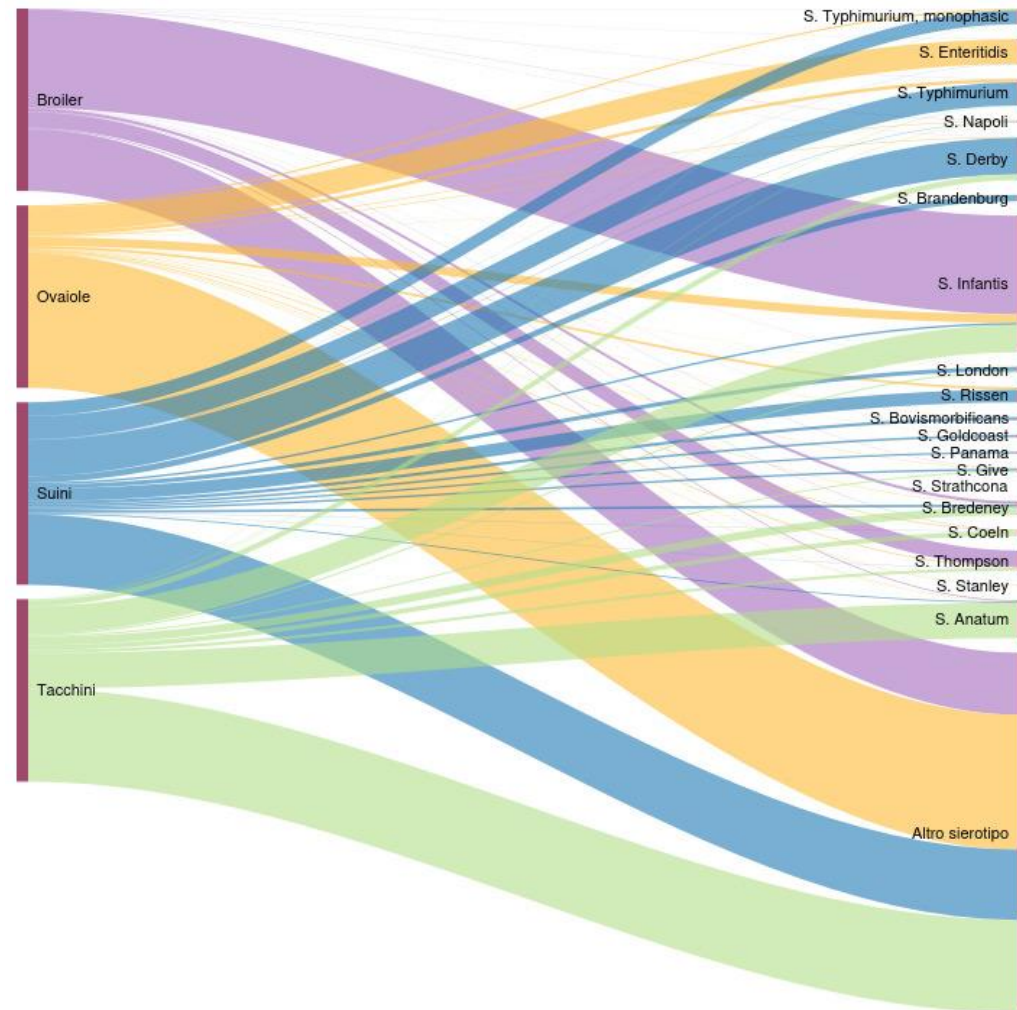
Distribuzione dei sierotipi nelle
fonti indagate (PNCS + PHC)



Quantitativo disponibile di alimenti
derivanti dalla fonti indagate



Distribuzione per source /sierotipo del dataset impiegato per lo studio



Data: data_all • Chart ID: SankeyID36304ca4c0c • googleVis-0.6.11
R version 4.0.5 (2021-03-31) • [Google Terms of Use](#) • [Documentation and Data Policy](#)

Risultati

ANNO	Uomo	Broiler	Gallina ovaiola	Suino	Tacchino
	Casi domestici attribuiti	N casi medio %	N casi medio %	N casi medio %	N casi medio %
2018	1846	587.2	363.1	764.8	130.5
		17.33	10.72	22.57	3.85
2019	1857	630.8	208.8	846.9	170
		19.14	6.33	25.69	5.16
2020	1830	452.6	205.9	1116	55.62
		13.9	6.32	34.27	1.71

Il modello SAM ha evidenziato come alla «source» “suino” siano attribuite le percentuali più elevate di casi umani per tutti e tre gli anni esaminati; a seguire, “broiler”, “gallina ovaiola (uova)” e “tacchino”

● Stima del rischio relativo (RR)

Il rischio relativo (RR) è la probabilità che ha un singolo individuo di contrarre un'infezione da *Salmonella* consumando una determinata quantità di una «source» rispetto al consumo della stessa quantità di un'altra «source».

● Stima del rischio relativo (RR)

$$\frac{205.9}{764869} = 0.000269$$

2020	Broiler	Gallina ovaiola	Suino	Tacchino
Numero di casi domestici stimati	452.6	205.9	1116	55.62
Quantità disponibile per il consumo (tonnellate)	928055	764869	1179715	325000
Casi stimati per tonnellata	0.0004877	0.000269	0.000946	0.000171
RR vs ovaiole				
RR vs broiler				

$$\frac{0.000946}{0.000269} = 3.51$$

- Il rischio relativo per il consumatore di acquisire *Salmonella* consumando carne di suino è 3.5 volte maggiore rispetto al consumo della stessa quantità di uova.
- Il rischio relativo per il consumatore di acquisire *Salmonella* consumando carne di suino è quasi il doppio rispetto al consumo della stessa quantità di carne di pollo.

● Possibili bias

- **All'origine dei dati sugli alimenti di origine animale**, si sono utilizzati i dati raccolti in produzione primaria per le «sources» avicole, e i dati raccolti al macello per la «source» suina.
- Vi è una **grossa discrepanza numerica dei dati disponibili tra avicoli e suini**; i dati avicoli sono notevolmente più numerosi, poiché sono raccolti secondo i campionamenti stabiliti nel contesto del Piano Nazionale di Controllo delle Salmonellosi. Per il settore suinicolo invece i dati raccolti sono di molto inferiori, a causa della mancanza di un approccio sistematico di monitoraggio di *Salmonella* in questa specie.

Altri modelli

Altri due modelli di source attribution (the Dutch and modified Hald models) sono stati impiegati sui dati italiani considerando i top 30 sierotipi responsabili di infezioni nell'uomo tra il 2002 e il 2010 e 4 potenziali fonti (*Gallus gallus*, tacchini, suini, ruminanti). Tutti i modelli hanno identificato il suino come la principale fonte di salmonellosi in Italia, che conta per 43–60% delle infezioni, seguito da *G. gallus* (18–34%).

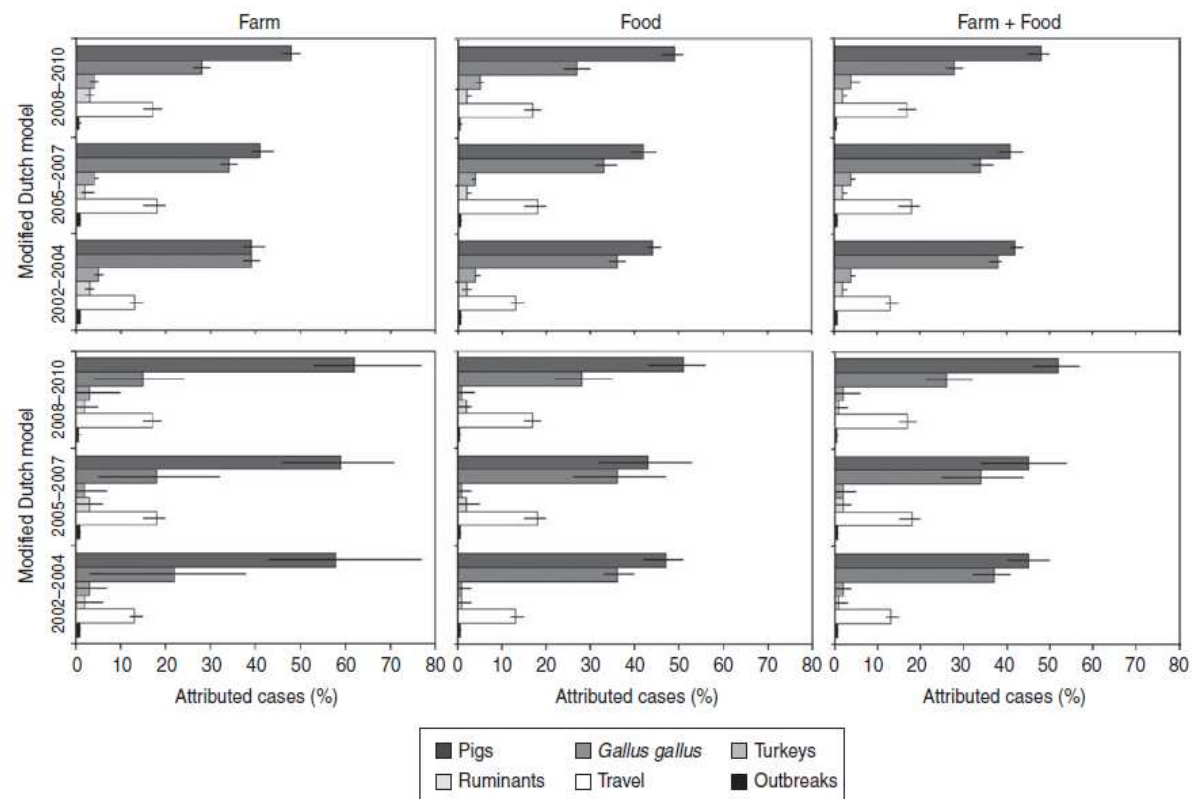


Fig. 1. Percentages of human *Salmonella* infections attributed to each putative animal (farm) and/or food source, to travelling abroad and to outbreaks, estimated by the modified Dutch and Hald models.

Mughini-Gras et al., 2014

Altri modelli

Salmonella variante monofasica di *S. Typhimurium* e *S. Typhimruium*.

Modelli diversi di source attribution impiegati per analizzare dati di subtipizzazione (MLVA)

Per i primi due sierotipi responsabili di infezione da *Salmonella* nell'uomo a livello nazionale (ST e VMST) il 'suino' rappresentava con una proporzione di casi tra il 67.0 e l'87.7%.

Al 'bovino' è stata attribuita una proporzione di casi tra l'8.4% e il 20.6%

Per le fonti correlate alla 'filiera avicola' l'attribuzione dei casi riconduci a questi due sierotipi è risultata compresa tra il 3.9% e il 12.4%.

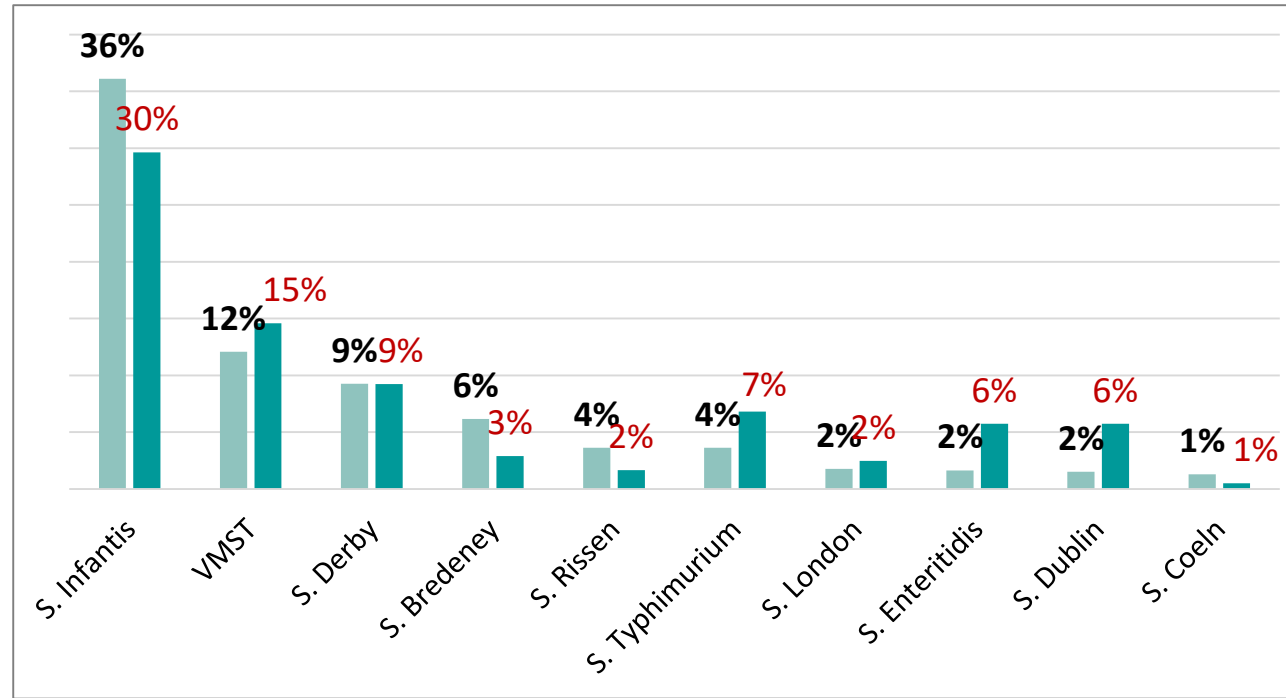
TABLE 4 | Attribution estimates obtained by the Asymmetric Island model provided with the complete datasets for *S. Typhimurium* and *S. 4,[5],12:i:-*, the merged dataset including all isolates available for both serovars and the bootstrap dataset.

	S. Typhimurium	S. 4,[5],12:i:-	S. Typhimurium + S. 4,[5],12:i:-	
			Merged dataset	Bootstrap dataset
Pig	64.4 (27.7–89.3)	58.4 (1.8–96.2)	67.0 (11.8–97.6)	87.7 (69.1–98.4)
Cattle	21.5 (0.5–63.8)	11.7 (0.3–40.8)	20.6 (0.3–80.7)	8.4 (0.3–25.4)
Poultry	14.1 (0.3–45.6)	29.9 (0.5–91.8)	12.4 (0.2–49.1)	3.9 (0.1–14.3)

Barco et al., 2015



Distribuzione sierotipi per tipologia alimento – FONTE DATI ENTERVET



■ 2019
■ 2020

Sierotipo	POLLO	SUINO	BOVINO	MOLLUSCO	TACCHINO	ITTICA	OVINO	GALLINA
S. Infantis	563	12	3	2	17	3	0	0
VMST	7	170	13	6	2	1	0	0
S. Derby	4	131	9	4	7	1	1	0
S. Bredeney	75	9	4	5	5	0	0	0
S. Rissen	1	54	3	1	0	2	0	0
S. Typhimurium	1	11	22	15	4	1	1	0
S. Brandenburg	0	32	1	1	0	1	0	0
S. Enteritidis	18	4	4	0	0	0	0	1
S. Dublin	0	1	25	0	0	0	0	0

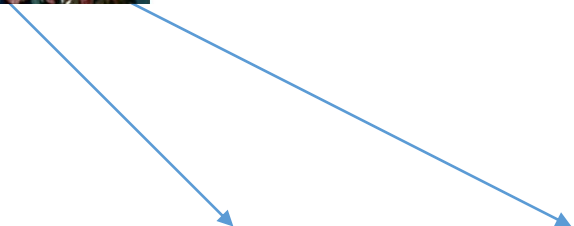
Sierotipo	POLLO	SUINO	BOVINO	MOLLUSCO	TACCHINO	ITTICA	OVINO	GALLINA
S. Infantis	339	12	4	4	7	1	1	0
VMST	3	139	24	2	1	1	1	0
S. Derby	5	98	7	0	2	1	0	0
S. Typhimurium	1	12	58	10	2	2	1	2
S. Dublin	0	19	55	2	0	0	0	0
S. Enteritidis	32	1	0	3	0	0	35	0
S. London	0	24	5	1	1	0	0	0
S. Brandenburg	0	20	6	2	0	2	0	0
S. Bredeney	25	3	1	0	1	0	0	0

Salmonella

PHC: 5/50 tamponi di carcasse
(verifica da parte dell'AC)



Programma di controllo
produzione primaria
(volontari)



FSC: **Assenza di Salmonella** spp. in
5 x 10 g se è da consumare cotto –
assenza in 5 x 25 g se RTE

Regolamento 2160/2003
Regolamento 2073/2005



Salmonella – allevamento – EFSA baseline 2006-7/2008

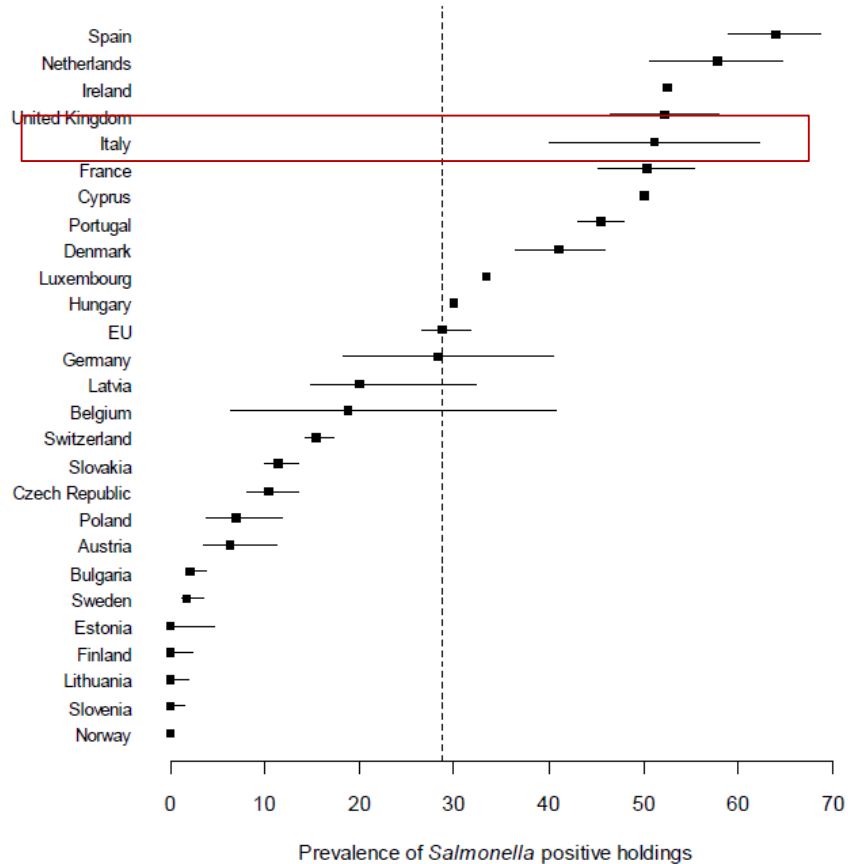


Figure 1. Observed prevalence of slaughter pigs infected with *Salmonella* spp. in lymph nodes, with 95% confidence intervals, in the EU and Norway, 2006-2007

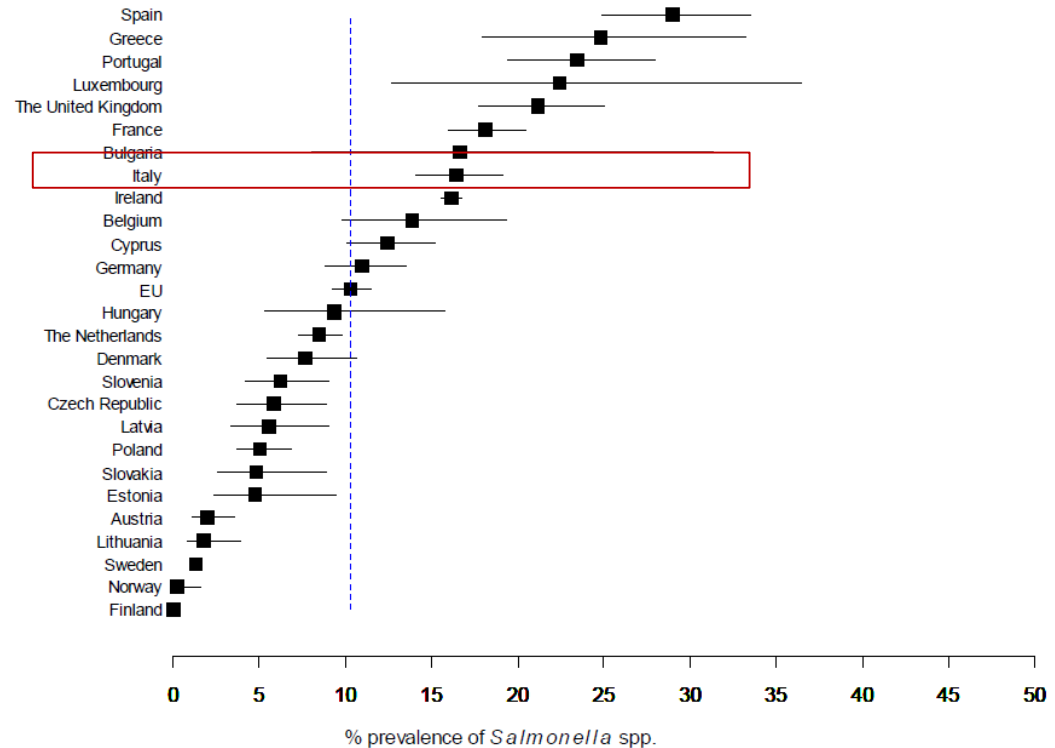


Figure 2 Prevalence^(a) of *Salmonella*-positive breeding holdings, with 95% CIs^(b), *Salmonella* EU baseline survey, 2008^(c)



Controlli al macello

		Controlli ufficiali				Autocontrollo				
		N° campioni	N° positivi	% positivi	CI95	N° campioni	N° positivi	% positivi	CI95	
2020	Italia	6.149	241	3,9	[3,5-4,4]	13.344	188	1,4	[1,2-1,6]	<0,001
	EU	12.319	442	3,6	[3,3-3,9]	98.537	1.632	1,7	[1,6-1,7]	< 0,001
2019	Italia	6.186	235	3,8	[3,3-4,3]	15.786	231	1,5	[1,3-1,7]	<0,001
	EU	22.271	701	3,1	[2,9 -3,4]	111.939	1.692	1,5	[1,4-1,6]	< 0,001
2018	Italia	6.386	386	5,8	[5,2- 5,4]	14.672	194	1,3	[1,1-1,5]	<0,001
	EU	28	761	2,7	[2,5 -2,9]	93.633	1.473	1,6	[1,5-1,6]	< 0,001

- Controlli in accordo al Regolamento (EU) No 2019/627, verifica da parte dell'AC della corretta applicazione dei PHC sulle carcasse (punti 2.1.3, 2.1.4 e 2.1.5 del capitol 2 Annex I del Regolamento (EC) No 2073/2005)

● Salmonella – esperienze EU di piani di controllo in produzione primaria

Obbiettivo

Eradicazione

Riduzione prevalenze

Metodo analitico

Batteriologicalo

Sierologico (kit diversi / differenti cut-off)

Matrice

Feci, sovrascarpe,
sangue, meat juice,
linfonodi

Punto di campionamento

Allevamento

Macello

Frequenza di campionamento

● Salmonella – piani volti all'eradicazione

- Sono piani storici e consolidati
- Si parte da una situazione di prevalenza molto bassa (all'inizio del programma)
- Sono condotti/gestiti dall'industria
- Interessano l'intera filiera (allevamento - sia riproduttori +++ che ingrasso /mangimificio/macello)
- Hanno elementi obbligatori ed elementi volontari
- Sono basati su esami batteriologici
- Target: assenza di salmonella
- Controlli stretti e misure molto restrittive sui mangimi /allevamento / macello in caso di isolamento di Salmonella
- Costi molto alti e quindi applicabili sono in situazioni di prevalenza molto bassa
- Hanno permesso a Norvegia / Svezia e Finlandia di richiedere garanzie speciali per l'importazione di carni fresche da EU

● Salmonella – piani volti alla riduzione della prevalenza

- Sono basati per lo più su esami sierologici (con supporto eventuale della batteriologia)
- Piani attivati in Danimarca, Olanda, Belgio, Germania, Estonia, Irlanda, UK
- Gli allevamenti sono categorizzati in classi di rischio sulla base del profilo sierologico
- Misure applicate sugli allevamenti ad alta sieroprevalenza
- Danimarca inizialmente il controllo sierologico era in allevamento (controllo mensile sui riproduttori e nel caso di superamento della soglia controllo batteriologico sulle feci)
- Risultato più cost-effective spostare la sorveglianza al macello
- Controlli sierologici su meat juice con categorizzazione degli allevamenti in tre livelli
- Per gli allevamenti di livelli inferiori sono stabilite delle penalità commerciali
- Categorizzazione degli allevamenti permette di attuare misure di riduzione delle prevalenze in allevamento /gestire le macellazioni degli animali provenienti dai gruppi a livello inferiore

● Salmonella – piani volti alla riduzione della prevalenza

- Categorizzazione degli allevamenti permette di attuare misure di riduzione delle prevalenze in allevamento /gestire le macellazioni degli animali provenienti dai gruppi a livello inferiore
- Vi sono esperienze di successo limitato nell'applicazione di questa tipologia di piani (UK ha sospeso il proprio programma / il Belgio lo ha trasformato da obbligatorio a volontario)
- Altri paesi (Danimarca e Germania) hanno ridotto le loro prevalenze nelle carcasse lavorando sull'igiene della macellazioni
- La ragione dei risultati limitati di questo approccio per alcuni paesi è stato associato al test sierologico (allevamento con bassa sieroprevalenza non sono Salmonella-free) – il test è poco accurato – la falsa credenza che allevamenti a bassa sieroprevalenza siano Salmonella free
- L'implementazione di questi programmi con l'impiego della batteriologia, per far acquisire agli allevatori coscienza rispetto al sierotipo presente, e l'adozione di misure di incentivazione sono visti come strumenti per incrementarne il successo

● Ringraziamenti



Grazie
per l'attenzione