

Salmonella spp.

- Expertos Europeos han indicado que *Salmonella* es:
“...el mayor peligro de contaminación microbiana en alimentos animales.”
- *Salmonella* se adapta facilmente a condiciones ambientales.
- El habitat nativo de *Salmonella* es el tracto intestinal, pero se distribuye de forma ubicua en la naturaleza.
- Un investigador notó:
“Dada su amplia distribución, es poco probable erradicar por complete *Salmonella* de la cadena alimenticia.”
(Humphrey, 2004).
- *Salmonella* sobrevive al estrés (particularmente deshidratación) mucho mayor que otros miembros de su familia (*Enterobacteriaceae*).
- Se considera la presencia de polvov moscas como indicadores sensibles para la presencia de *Salmonella* en alimentos para animales.
- *Salmonella* es capaz de sobrevivir por periodos extensos de tiempo una gran variedad de ambientes y numerosos materiales.
- 100 000+ muertes y millones de infecciones (WHO, 2013)

Salmonella spp.

- Alimento: vehículo para introducción de patógenos
- Han sido implicados en la dispersión de *Salmonella enterica* serovar Typhimurium DT104 a escala global (DiMarzio et al., 2013)
- Modelo “de granja a mesa” los alimentos animales se encuentran de primero



Resistencia a tetraciclina

- Resistencia a tetraciclinas:
- Promoción de crecimiento/profilaxis /metafilaxis → En el país ya se ha demostrado alta resistencia de bacterias comensales en alimentos (Granados-Chinchilla et al., 2013)



(Rodríguez et al., 2006)

- Elementos de resistencia se transmiten entre bacterias del medio agropecuario a humanos.
- Resistencia TCs es un problema serio de salud a nivel mundial (Hanning et al., 2009)

How antibiotic resistance spreads

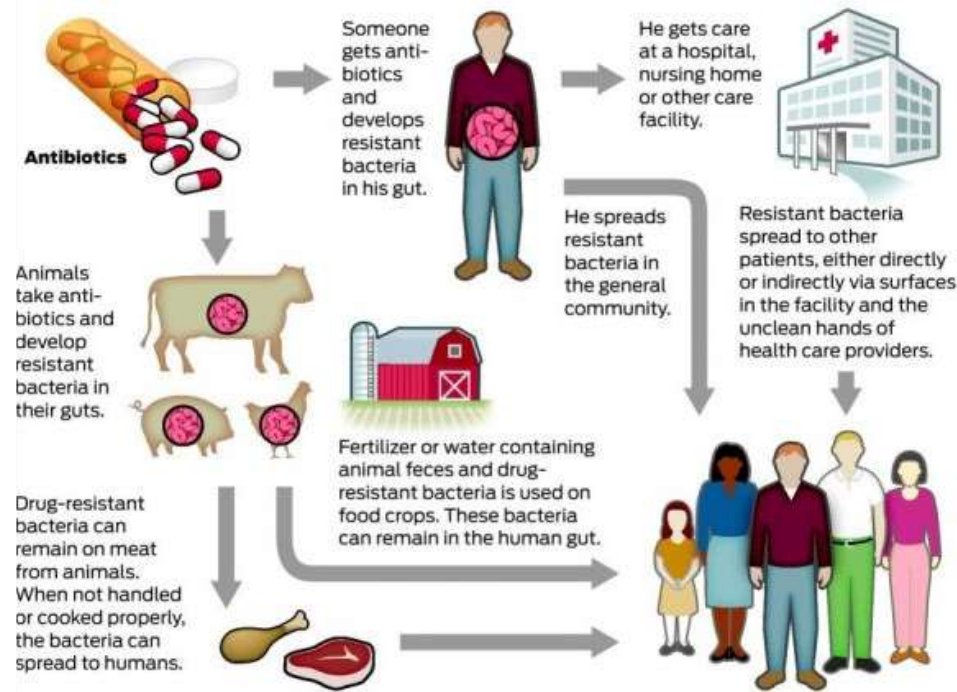


Table 1. Some published data linking feed and pet food contamination with salmonellosis in humans and animals

Year	Species affected	Serotype	Countries affected ¹	Reference
1949	Laboratory animals	Newport	USA	Griffin [87]
1958	Humans	Hadar	ISR	Hirsch and Sapiro-Hirsch [88]
1962	Turkeys	Thomasville	USA	Boyer et al. [89]
1963	Humans	Heidelberg	ENG	Knox et al. [90]
1966	Turkeys	California	ENG	Hugh-Jones et al. [91]
1968	Humans	Virchow	ENG	Pennington et al. [92]
1969–70	Humans	Agona	USA, ENG, NET, ISR	Clark et al. [93]
1973	Cattle	Newport	ENG	Richardson [94]
1981	Cattle	Mbandaka	ENG	Jones et al. [95]
1991	Horses	Ohio	USA	Walker et al. [96]
1995	Cattle	Infantis	FIN	Lindqvist et al. [97]
1997	Cattle	Menhaden	USA	Anderson et al. [98]
2000	Mink	Dublin	DEN	Dietz et al. [99]
2003	Swine	Cubana	SWE	Osterberg et al. [100]
2003	Dogs	Montevideo	GER	Schotte et al. [101]
2006–07	Humans	Schwarzengrund	USA	Ferraro et al. [102]
2009	Pigs	Tennessee	FIN	Haggblom [103]

¹ISR = Israel; ENG = England; NET = the Netherlands; FIN = Finland; DEN = Denmark; SWE = Sweden; GER = Germany.

¹Information adapted from the reference listed.

Reglamentación

Contains Nonbinding Recommendations

Guidance for FDA Staff

Compliance Policy Guide

Sec. 690.800 *Salmonella* in Food for Animals

Additional copies are available from:
Food and Feed Policy Staff
Office of Policy and Risk Management
Office of Regulatory Affairs
Food and Drug Administration
12420 Parklawn Drive
Rockville, MD 20857

http://www.fda.gov/ora/compliance_ref/cpg/default.htm

Submit comments on this guidance at any time. Submit written comments to the Division of Dockets Management (HFA-305), Food and Drug Administration, 5630 Fishers Lane, Room 1061, Rockville, MD 20852. Submit electronic comments to <http://www.regulations.gov>. All comments should be identified with the docket number listed in the notice of availability that publishes in the *Federal Register*.

U.S. Department of Health and Human Services
Food and Drug Administration
Center for Veterinary Medicine
Office of Regulatory Affairs

July 2013

- Se remueve la premisa que todas las Salmonellas “son malas”
- Se categoriza por especie y alimento
- Aislamientos en alimento → adulteración
- Pollos: Gallinarum, Enteritidis
- Cerdos: Choleraesuis
- Ovinos: Abortusovis
- Equinos: Abortusequi
- Bovinos (leche/carne): Newport o Dublin

Situación prevalencia en otros países

- Sudáfrica

Table 1. Frequencies of Major *Salmonella* Serovars Isolated From Food-Producing Animals, Meat, Animal Feed, the Environment, and Other Nonhuman Sources in South Africa, 2012–2014

<i>Salmonella</i> Serovar	Farm Animals	Meat	Animal Feed	Environment	Other Sources	Total
Enteritidis	615	832	3	461	33	1944
Havana	10	51	55	551	10	677
Idikan	9	112	79	295	12	507
Salford	3	0	458	22	0	483
Brancaaster	7	47	93	297	1	445
Typhimurium	108	25	26	194	8	361
Senftenberg	78	15	33	208	17	351
Montevideo	6	93	37	131	41	308
Muenchen	24	106	11	126	13	280
Ohio	2	63	19	145	53	282
Anatum	10	91	27	113	25	266
Schwarzengrund	13	13	220	26	3	275
Mbandaka	6	26	73	101	6	212
Hadar	13	30	10	145	5	203
Infantis	6	22	71	28	56	183
Orion	4	3	78	65	10	160
Other (162 serovars)	166	251	514	961	202	2094
Total	1080	1780	1807	3869	495	9031

Situación prevalencia en otros países (cont...)

- Reino Unido

TABLE 1: *Salmonella* serovars (number of isolates) reported from animal feed ingredients in 1987 to 2006 (the top five serovars are presented for each feedingstuff)

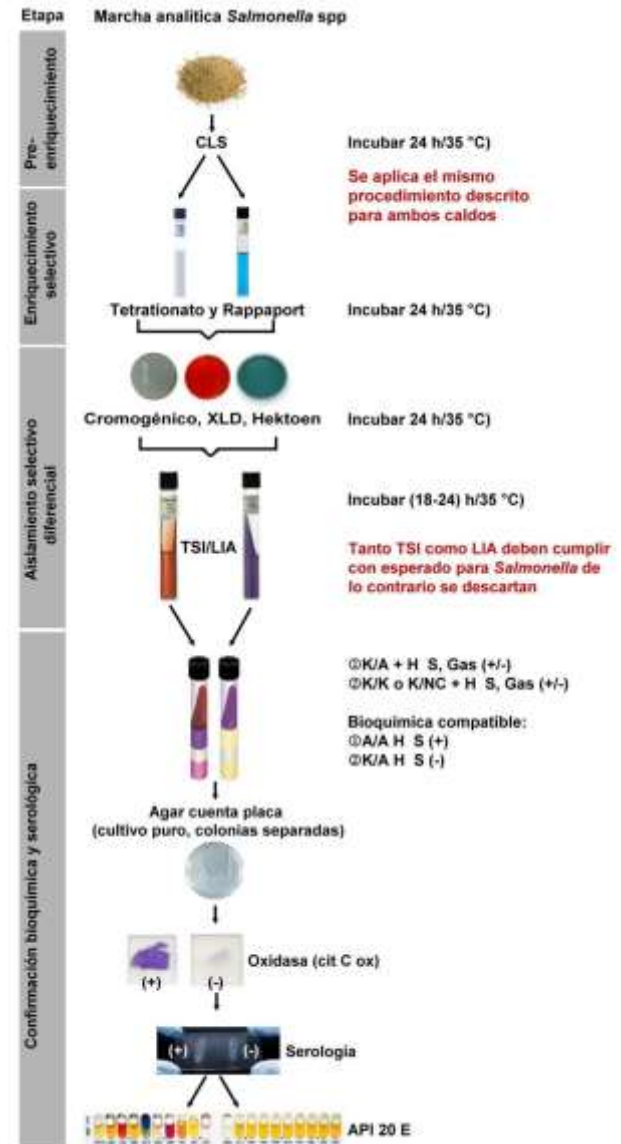
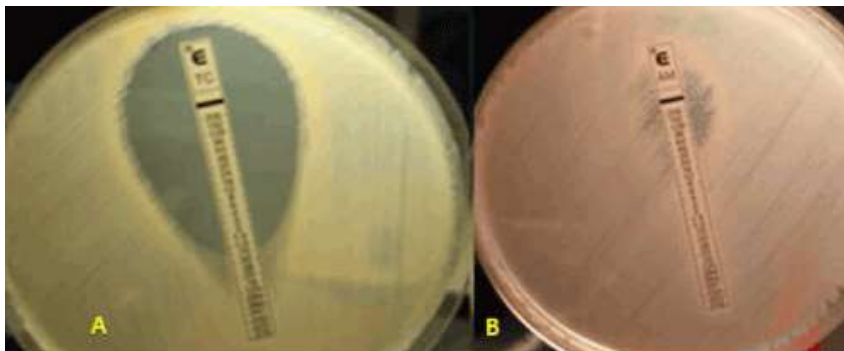
Feedingstuff	Serovar	Feedingstuff	Serovar	Feedingstuff	Serovar
Barley (n=42)	<i>S</i> Typhimurium (9)	Protein concentrate (n=53)	<i>S</i> Mbandaka (6)	Cocoa (n=103)	<i>S</i> Tennessee (11)
	<i>S</i> Mbandaka (4)		<i>S</i> Senftenberg (5)		<i>S</i> Ibadan (8)
	<i>S</i> Derby (3)		<i>S</i> Kentucky (4)		<i>S</i> Malstatt (4)
	<i>S</i> Enteritidis (3)		<i>S</i> Anatum (3)		<i>S</i> Morningside (4)
	<i>S</i> Rissen (3)		<i>S</i> Livingstone (3)		<i>S</i> Stockholm (3)
Soya (n=2935)	<i>S</i> Mbandaka (626)	Palm kernel (n=665)	<i>S</i> Senftenberg (114)	Cotton (n=432)	<i>S</i> Senftenberg (73)
	<i>S</i> Senftenberg (243)		<i>S</i> Ruiru (45)		<i>S</i> Tennessee (49)
	<i>S</i> Agona (196)		<i>S</i> Tennessee (43)		<i>S</i> Agona (44)
	<i>S</i> 4:12:d:- (165)		<i>S</i> Kentucky (42)		<i>S</i> Havana (42)
	<i>S</i> Binza (162)		<i>S</i> Mbandaka (36)		<i>S</i> Mbandaka (34)
Rapemeal (n=2433)	<i>S</i> Tennessee (771)	Sunflower (n=406)	<i>S</i> Mbandaka (47)	Rice bran (n=242)	<i>S</i> Senftenberg (32)
	<i>S</i> Mbandaka (399)		<i>S</i> Senftenberg (42)		<i>S</i> Cubana (24)
	<i>S</i> Agona (291)		<i>S</i> Tennessee (35)		<i>S</i> Tennessee (17)
	<i>S</i> Ealing (170)		<i>S</i> Agona (28)		<i>S</i> Agona (16)
	<i>S</i> Ruiru (85)		<i>S</i> Cubana (19)		<i>S</i> Kentucky (16)
Meal and bone meal (n=593)	<i>S</i> Montevideo (74)	Maize (n=228)	<i>S</i> Schwarzengrund (54)	Unspecified vegetable (n=37)	<i>S</i> Montevideo (13)
	<i>S</i> Senftenberg (61)		<i>S</i> Agona (35)		<i>S</i> Ohio (11)
	<i>S</i> Tennessee (47)		<i>S</i> Kedougou (20)		<i>S</i> Typhimurium (3)
	<i>S</i> Binza (47)		<i>S</i> Tennessee (16)		<i>S</i> Senftenberg (1)
	<i>S</i> Mbandaka (43)		<i>S</i> Havana (12)		<i>S</i> Give (1)
Fishmeal (n=1012)	<i>S</i> Tennessee (92)	Linseed (n=385)	<i>S</i> Mbandaka (202)	Wheat (n=280)	<i>S</i> Typhimurium (43)
	<i>S</i> Senftenberg (90)		<i>S</i> Tennessee (61)		<i>S</i> Agona (16)
	<i>S</i> Anatum (82)		<i>S</i> 4:b:- (22)		<i>S</i> Newport (15)
	<i>S</i> Havana (63)		<i>S</i> Montevideo (12)		<i>S</i> 4, 12:d:- (14)
	<i>S</i> Lille (58)		<i>S</i> Braenderup (11)		<i>S</i> Agama (14)

Hallazgos de otros estudios...

- Alimento para pollo (7,32%)/Harina de pescado (17,54%)/Harina de carne y hueso (19,35%), Pakistán ([Sajid et al., 2015](#))
- 275 alimentos para cerdo (3,6%), Ohio, EUA ([Molla et al., 2010](#))
- 2/338 ingredientes (trigo y harina de soya) (0,6%). 3/317 (0,95%) alimentos balanceados incluyendo peletizados, Irlanda ([Burns et al., 2015](#)).
- Estudio longitudinal: 5/179 muestras excremento ganado vacuno (2,79%)+ *E. coli* O157:H7 y 2 (1,12%)+ *Salmonella*, Ohio, EUA ([Medhanie et al., 2014](#)).
- 81 aislamientos (25,93%) en carne bovina positivos para *Salmonella*, Namibia ([Shilangale et al., 2016](#))
- 5/22 muestras positivas *Salmonella*, hisopados 17 camiones ([Fedorka-Cray, 1997](#))
- Alimento 3,33-26,19%/harina de carne 85,71-100%/harina de pescado 0,00-50,00%/Maíz 0,00-12,50 ([Jones, 2011](#))

¿Qué y cómo se hizo?

- Aislamiento selectivo
 - Identificación bacteriana
 - Serotipificación
 - Concentraciones inhibitorias mínima para tetraciclina
-
- 1724 muestras 2009 hasta el 2014
 - 1420 alimentos pollo (82,4%), HCH (5,0%), alimento para mascotas (5.2%), otros alimentos (7,5%).



Prevalencia histórica en Costa Rica

TABLE 1. ANNUAL PREVALENCE OF *SALMONELLA* IN COMPOUND FEEDS AND FEED INGREDIENTS

Year	Poultry feed	MBM	Pet food	Other feeds ^a	Total	Prevalence (%) ^b
<i>Tested samples, counts or n</i>						
2009	167 (8)	29 (8)	2 (0)	36 (2)	234 (18)	7.69 ^y
2010	195 (6)	22 (4)	43 (0)	36 (0)	296 (10)	3.38 ^x
2011	224 (8)	14 (7)	8 (0)	18 (1)	264 (16)	6.06 ^y
2012	282 (29)	12 (3)	17 (1)	12 (2)	323 (35)	10.8 ^z
2013	312 (19)	3 (0)	2 (2)	15 (2)	332 (23)	7.14 ^y
2014	240 (6)	6 (1)	17 (0)	12 (1)	275 (8)	2.89 ^x
Overall	1420 (76)	86 (23)	89 (3)	129 (8)	1724 (110)	6.32
Prevalence (%) ^c	5.35 ^u	26.74 ^v	3.37 ^w	6.20 ^u	6.32	

Numbers in parentheses represent the number of positive samples for *Salmonella* for that specific feed type.

^aOther feeds comprise swine feed ($n=28$ [1]), fish meal ($n=16$ [3]), cattle feed ($n=16$ [1]), rabbit feed ($n=3$), horse feed ($n=1$) and feed ingredients such as poultry byproduct meal ($n=11$ [3]), cornmeal ($n=7$), soybean meal ($n=6$), vegetable/fish oil ($n=6$), Dried Distillers Grains with Solubles ($n=4$), oatmeal ($n=3$), nutsedge meal ($n=2$), wheat middlings ($n=2$) or swine/poultry manure ($n=2$).

^{b,c}Rows/columns with the same superscript do not differ significantly, $p < 0.05$.

Prevalencia histórica en Costa Rica (cont...)

- 2015: 6/230 (3,04%)
- 2016: 9/129 (6,98%)
- Harina de carne y hueso (2), alimento para pollo (3), harina de subproductos animales (1)
- Harina de carne y hueso (4), sustituto de cloruro de colina (2), alimento para pollo (2), harina de subproductos animales (1)



Resumen de resultados

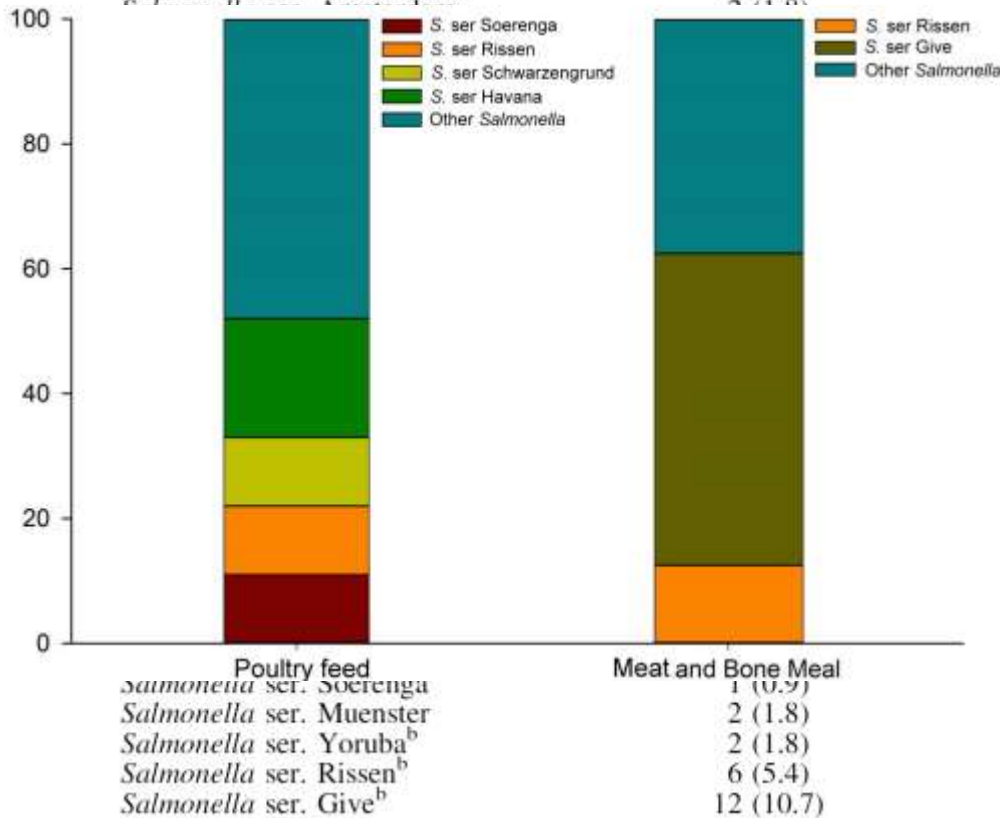
- 110 cepas de *Salmonella* spp.
- Pollo (76), HCH (23), 3 Mascotas (3) y Otros (8)
- Prevalencia en pollo (76/110; 69,1%); HCH (23/110; 21,1%)
- Harina de plumas (3/110; 2,3%), mascotas (3/110; 2,3%), harina de pescado (3/110; 2,3%), alimento para cerdos (1/110; 0,9%).
- 21 distintos serotipos aislados
- HCH → Give (18; 13,8%) & Rissen (6; 4,6%)
- Pollos → Havana (14; 10,8%), Rissen (8; 6,2%), Soerenga (8; 6,2%) & Schwarzengrund (8; 6,2%)
- MIC₅₀ = 4 µg/mL
- MIC₉₀ = 8 µg/mL
- Cepas:
Alimento terminado: 86,8% sensibles
HCH: 88,9% sensibles

Serotipificación

TABLE 2. SALMONELLA SEROTYPES FOUND IN FEED COMMODITIES FROM 2009 AND 2014

Strains recovered/ commodity	Frequency (%) ^a
---------------------------------	-------------------------------

Poultry compound feed (Simpson's Index, D=0.07)



Fish meal (n=3)

Salmonella ser. Montevideo^b 2 (1.8)

Salmonella ser. Newport 1 (0.9)

Feather meal (n=3)

Salmonella ser. Schwarzengrund^b 2 (1.8)

Pet food (dog canned meat (n=1) and compound feed (n=2))

Salmonella ser. Heidelberg 3 (2.7)

Swine compound feed

Salmonella ser. Molade 1 (0.9)

Fish compound feed

Salmonella ser. Soerenga^b 1 (0.9)

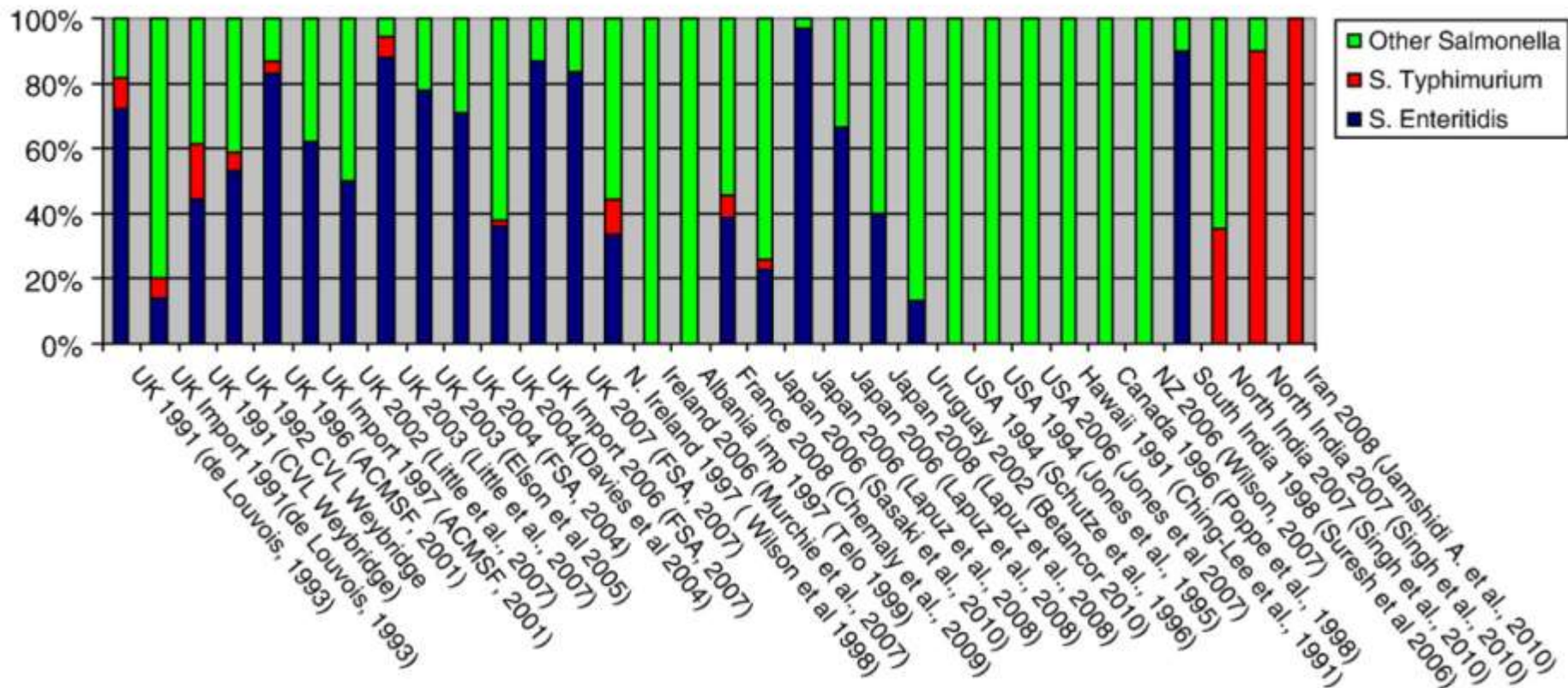
^aFrequency calculated from the total of isolates identified as *Salmonella*.

^bSerovars repeated among different feed samples. MBM, meat and bone meal.



Serotipificación en huevo...

F. Martelli, R.H. Davies / Food Research International 45 (2012) 745–754



Comparación de serotipos aislados de humanos vs alimentos animales

Rank	Animal feeds (2002–2009)		Human (2009) ^a	
	Serotype	%	Serotype	(%)
1	Senftenberg	8.9	Enteritidis	17.5
2	Montevideo ^{a,b}	8.9	Typhimurium	15.0
3	Mbandaka	8.6	Newport	9.3
4	Tennessee	6.2	Javiana	4.9
5	Typhimurium*	5.4	Heidelberg	3.5
6	1 4, [5], 1 2:i:*	5.0	Montevideo	3.1
7	Schwarzengrund*	4.7	1 4, [5], 1 2:i:-	2.4
8	Anatum	4.3	Oranienburg	2.2
9	Agona*	3.5	Saintpaul	2.1
10	Johannesburg	3.5	Muenchen	2.0
11	Enteritidis*	3.1	Braenderup	1.8
12	Havana	3.1	Infantis	1.6
13	Cerro	2.7	Thompson	1.2
14	Oranienburg*	2.7	Mississippi	1.1
15	Arkansas	1.6	Paratyphi B var	1.1
16	Bredeney	1.6	Typhi	1.1
17	Cubana	1.6	Agona	1.0
18	Derby	1.6	Schwarzengrund	0.9
19	Alachua	1.2	Bareilly	0.7
20	Hadar*	0.8	Hadar	0.7
21	Weltevreden	0.8	Subtotal	72.8
22	Amager	0.8	All other serotypes	27.2
23	Muenchen*	0.8	Total	100
24	Kentucky	0.8		
25	Lille	0.4		
	Subtotal	82.5		
	All other serotypes	17.5		
	Total	100		

^aSalmonella 2009 Annual Summaries, Table 1, Top 20 Reported Serotypes from Human by CDC (available at www.cdc.gov/nceid/dfwed/PDFs/SalmonellaAnnualSummaryTables2009.pdf).

^bSalmonella serotypes with * in the animal feed column are the ones also present in the human column.

Resultados similares en Costa Rica

- 39 muestras de pollo *Salmonella*⁺

Paratyphi B var tartrate+(Java)

Kentucky,

Oranienburg

Agona

- Menos frecuentes

Anatum

Heidelberg

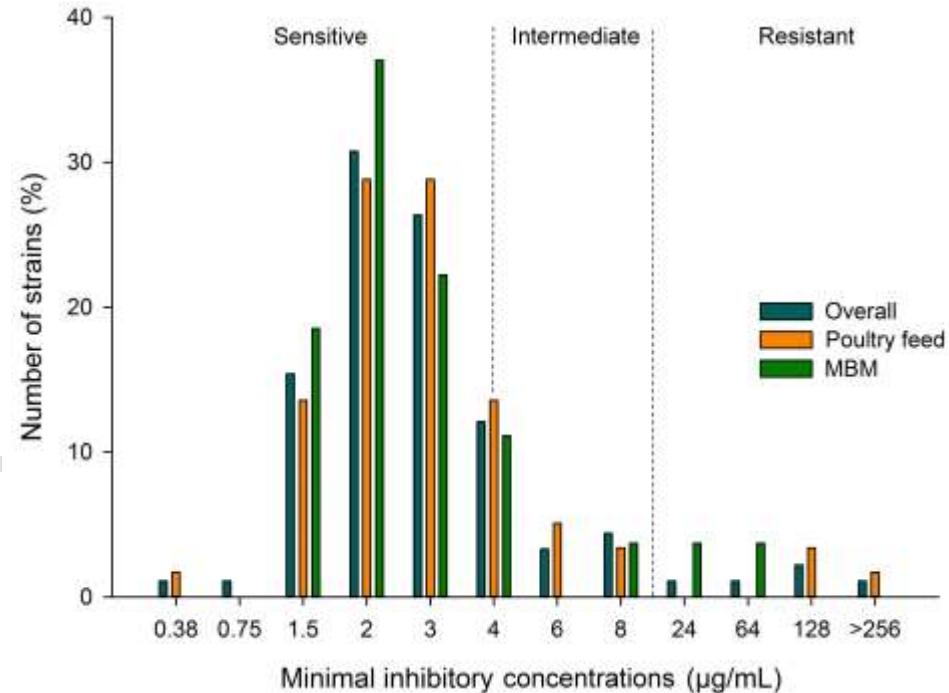
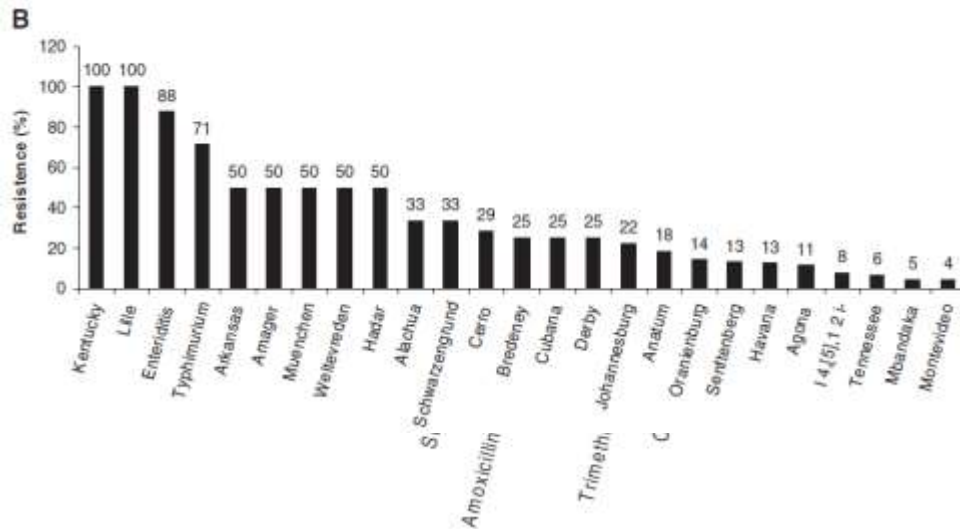
Enterica serovar II 1,4,[5],12(27):b:(e,n,x)

Pomona

(MAG, 2011)

Resistencia a antibióticos

- Tetraciclinas: uno de los antibióticos más utilizados y de mayor coeficiente de riesgo en Costa Rica (de la Cruz et al., 2014)
- Otros estudios similares US FDA (Li et al., 2012)



- HCH: 3,7% intermedio; 7,4% resistente (64 µg/mL)
- Alimento: 7,7% intermedio; 5,5% resistente (>256 µg/mL)
- Anatum (>256 µg/mL) & Havana (128 µg/mL) resistencias ↑

¿En que se está trabajando ahora?

- Proyecto de investigación vigente B6074
- “Evaluación de la calidad microbiológica de alimentos balanceados para aves y harinas de origen animal utilizadas en la alimentación de animales en costa rica. posibles fuentes de contaminación y opciones de manejo.”
- Cooperación CINA/DAA
- Práctica dirigida estudiante de zootecnia
- Manuscrito en preparación (Review)
- Parámetros de control de calidad microbiológicos en alimentos para mascotas
- Análisis *E. coli*.O157:H7, coliformes totales, *Salmonella* spp., *Clostridium* spp., *Listeria* spp., *Staphylococcus aureus*, Citrinina, recuento hongos y levaduras, mesófilos aerobios, hongos aflatoxigénicos





“An Ounce of Prevention Is Worth a Pound of Cure”
-Benjamin Franklin

