

# Evaluación cuantitativa de nuevos riesgos microbiológicos: El impacto de microorganismos resistentes en alimentos

Prof. Fernando Pérez-Rodríguez  
Universidad de Córdoba, España

# Micro**hibro** Research



Micro**hibro**

<https://www.uco.es/hibro/es/>

**ENZ@EM**





# El Grupo

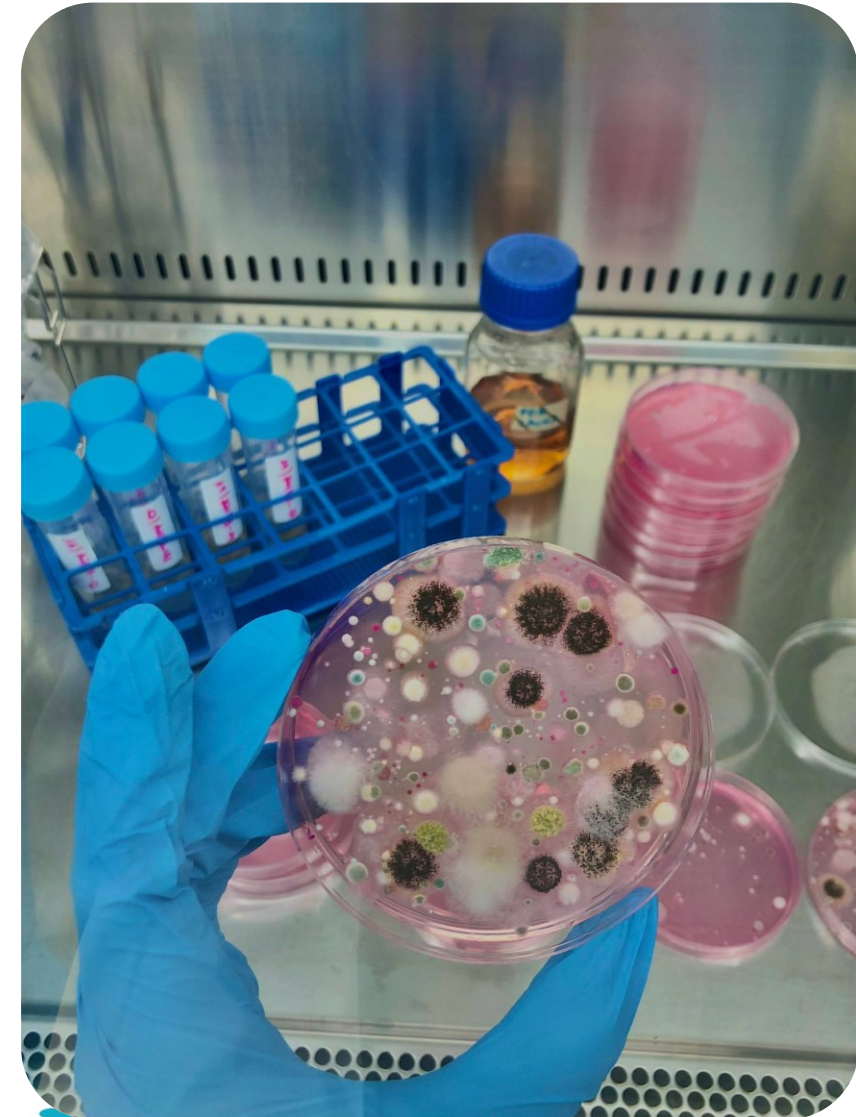


Profesores	Posdoctorales	Predoctorales	Personal técnico
<p><b>Gonzalo Zurea Cosano</b>                      Francisco Rincón Leon                      Rosa María García Gimeno                      Fernando Pérez Rodríguez                      Antonio Valero Diaz                      Elena Carrasco Jiménez                      GD. Posada Izquierdo                      Araceli Bolívar Carrillo</p>	<p>Aricia Mara Melo Possas                      Jean Carlos Correia Peres Costa                      Veronica Romero Gil                      Francisco Jiménez Jiménez                      Mónica Sánchez Gutiérrez</p>	<p>Isabel Bascón Villegas                      Cristina Diaz Martínez                      Javier Sánchez Martín                      Salud María Serrano Heredia                      Olga María Bonilla Luque                      Laura Rabasco Vílchez</p>	<p>Manuel Cejudo                      Gómez</p>

# Líneas de trabajo

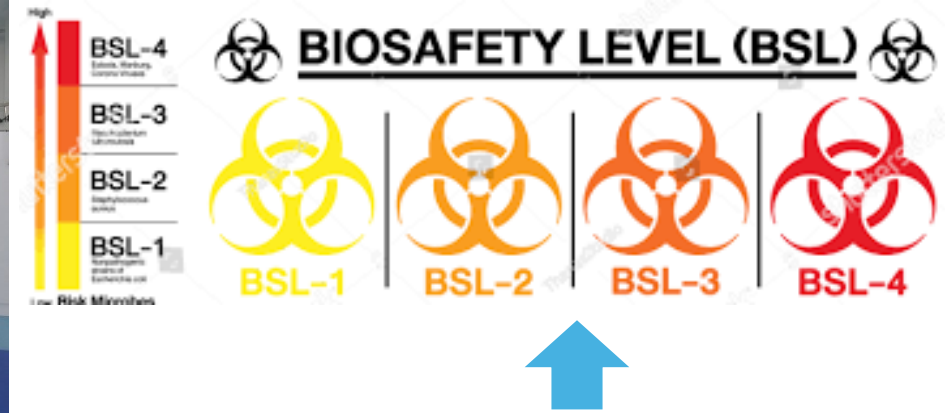
## 1) Seguridad alimentaria:

- Estudio del comportamiento de patógenos de transmisión alimentaria
- Desarrollo y aplicación de modelos matemáticos de microbiología predictiva
- Evaluación Cuantitativa del Riesgo Microbiano en Alimentos
- Estudio de la transmisión de resistencias antibióticas en la cadena alimentaria
- Técnicas de bioconservación aplicada a alimentos
- Estudio de la interacción de poblaciones microbianas en alimentos
- Diseños experimentales





# Laboratorios de bioseguridad

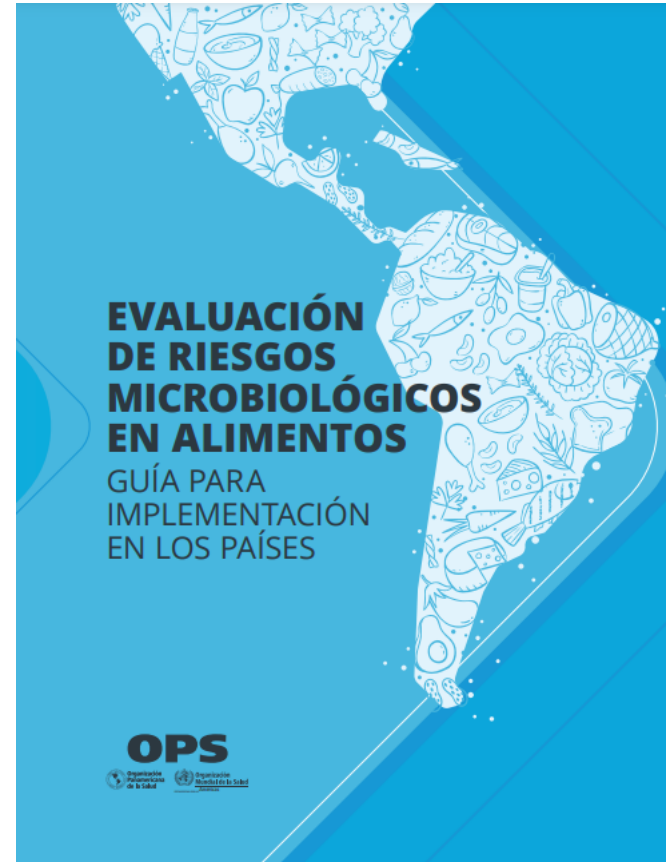
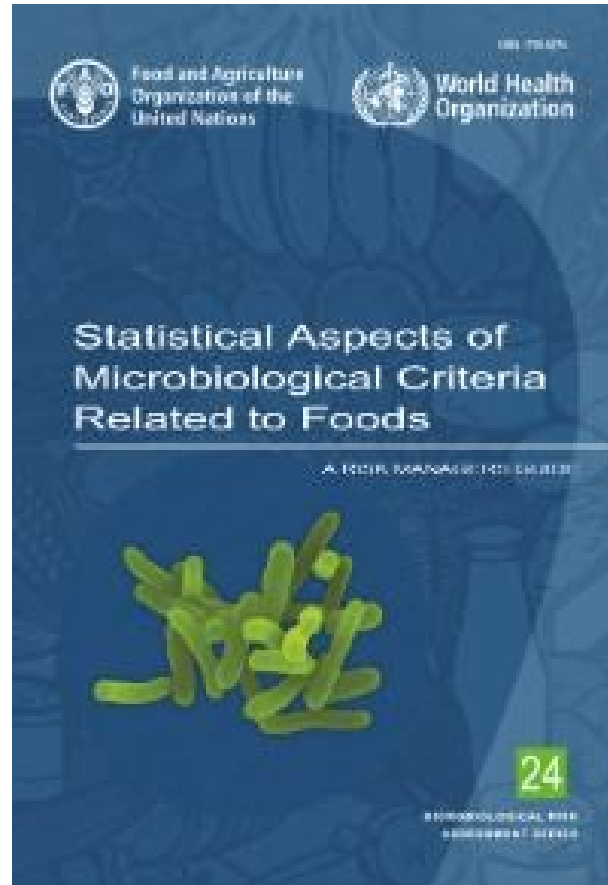


Referencias proyecto: EQC2018-004915-P  
EQC2019-006320-P

Inversión total: 1.100.000€



# Participación en organizaciones nacionales e internacionales:



## SCIENTIFIC OPINION

### Scientific Opinion on the development of a risk ranking toolbox for the EFSA BIOHAZ Panel<sup>1</sup>

EFSA Panel on Biological Hazards<sup>2,3</sup>

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

#### ABSTRACT

Eight tools relevant to risk ranking of biological hazards in food were identified and assessed using two case studies. Differences in their performance were observed, related to the risk metrics, data requirements, ranking approach, model type, model variables and data integration. Quantitative stochastic models are the most reliable for risk ranking. However, this approach needs good characterisation of input parameters. The use of deterministic models that ignore variability may result in risk ranking errors. The ordinal scoring approaches in semi-quantitative models provide ranking with more errors than the deterministic approaches. FDA (Food and Drug Administration)-RISK was identified as the most appropriate tool for risk ranking of microbiological hazards. The Burden of Communicable Diseases in Europe (ECODE) toolkit can be used in combination with the outputs from FDA-RISK or as a top-down tool to rank pathogens. Uncertainty needs to be addressed and communicated to decision makers and stakeholders as one of the outcomes of the risk ranking process. Uncertainty and variability can be represented by means of probability distributions. Techniques such as the NUSAP (nominal, unit, spread, assessment and pedigree) approach can also be used to prioritise factors for sensitivity and scenario analysis or stochastic modelling. Quantitative risk ranking models are preferred over semi-quantitative models. When data and time constraints do not allow quantitative risk ranking, semi-quantitative models could be used, but the limitations of these approaches linked to the selection and integration of the ordinal scores should be made explicit. Decision trees should be used only to show how decisions are made about classifying food-pathogen combinations into broad categories. ECODE and FDA-RISK, in combination with a network of available predictive microbiology tools, databases and information sources, can form a risk ranking toolbox and be applied based on a “fit for purpose” approach supporting timely and transparent risk ranking.

© European Food Safety Authority, 2015

#### KEY WORDS

risk ranking, biological hazards, uncertainty, variability, quantitative tools

<sup>1</sup> On request from EFSA, Question No EFSA-Q-2013-00014, adopted on 4 December 2014.

<sup>2</sup> Panel members: Olivier Andreoletti, Dorte Lau Baggesen, Declan Bolton, Patrick Butaye, Paul Cook, Robert Davies, Pablo S. Fernández Escamez, John Griffin, Tina Hald, Aris Havelaar, Kostas Koutsouramani, Roland Lindqvist, James McLushtin, Truls Mørskkén, Miguel Prieto Maradona, Antonia Ricci, Giuseppe Ru, Moez Sanaz, Marion Simmons, John Sofos and John Tarrhail. Correspondence: [biohaz@efsa.europa.eu](mailto:biohaz@efsa.europa.eu)

<sup>3</sup> Acknowledgement: The Panel wishes to thank the members of the Working Group on the development of a risk ranking toolbox for the EFSA BIOHAZ Panel: Alessandro Cassini, Pablo S. Fernández Escamez, Aris Havelaar, Kostas Koutsouramani, Roland Lindqvist and Moez Sanaz, the hearing expert: Fernando Pérez Rodríguez and EFSA staff: Alessandro Ereglić, Winy Messens and Pablo Romero Barrios for the support provided to this scientific opinion.

Suggested citation: EFSA BIOHAZ Panel (EFSA Panel on Biological Hazards), 2015. Scientific Opinion on the development of a risk ranking toolbox for the EFSA BIOHAZ Panel. EFSJ Journal 2015;13(1):9939, 131 pp. doi:10.2903/efsajournal.2015.9939

Available online: [www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal)

© European Food Safety Authority, 2015

# Líneas de trabajo

## 2. Convergencia biodigital en el sector alimentario:

- Desarrollo de “digital twins” de la granja a la mesa
- Software de predicción aplicado a microorganismos patógenos y alterantes alimentarios
- Sistemas digitales de trazabilidad alimentaria



The image shows a promotional graphic for Biofreshcloud. It features a teal background with the logo 'BIO FRESH CLOUD' in white. The logo consists of a stylized leaf icon above the word 'BIO', and 'FRESH CLOUD' to its right. Below the logo is the website address 'www.biofreshcloud.eu'. At the bottom, there are social media icons for Facebook, Instagram, Twitter, and LinkedIn, each followed by the name 'biofreshcloud' in a small font. The right side of the graphic is a collage of fresh fruits like strawberries, tomatoes, and bell peppers, overlaid with a digital circuit pattern of lines and nodes.

## 3. Nutrición y calidad alimentaria



**II Jornada Técnica**  
**BIORESISTENCIAS EN LA**  
**CADENA ALIMENTARIA:**  
**UN ENFOQUE ONEHEALTH**

NOVIEMBRE 27, 2024  
9.00 h

SALA DE GRADOS MANUEL MEDINA





# Situación actual

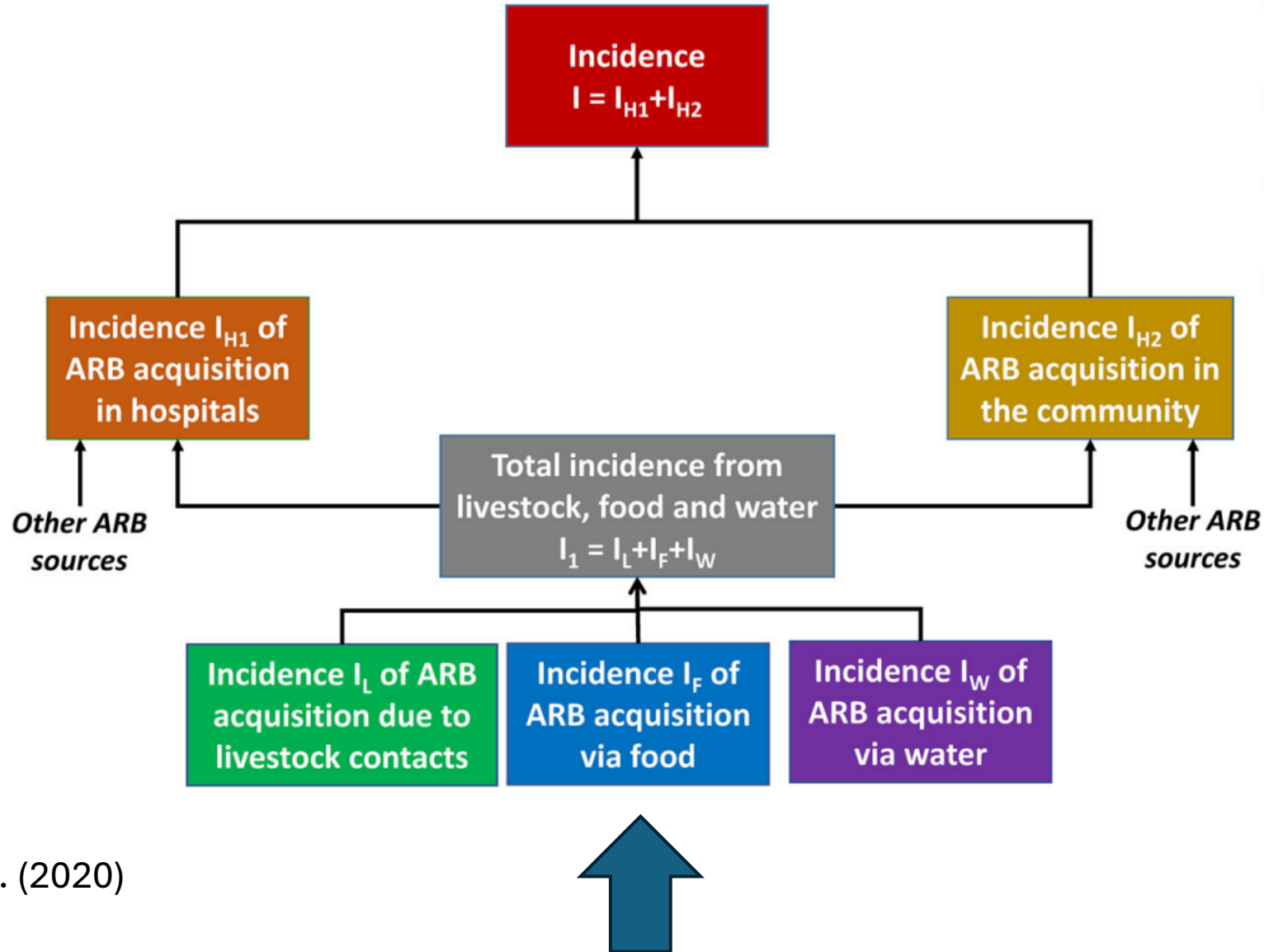
## The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2021–2022

European Food Safety Authority (EFSA) | European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC)

- Mejora en las tendencias temporales en ESBL-/AmpC-productores in *E. coli*) en los últimos 7 años.
- Existen resistencias frecuentes en *Salmonella* y *Campylobacter* aislados de humanos y animales.
- Para *Salmonella* spp, 15 y 12 países (26) presentaron una reducción significativa en ampicilina y tetraciclina, respectivamente. *Salmonella* spp. Sin embargo, cefotaxime (6) y ciprofloxacino (3) tuvieron un aumento de resistencias.
- Se han reportado *E. coli* productor de CP en porcino, y vacuno (1 año) y ave en 5 países.

DOI: 10.2903/j.efsa.2024.8583

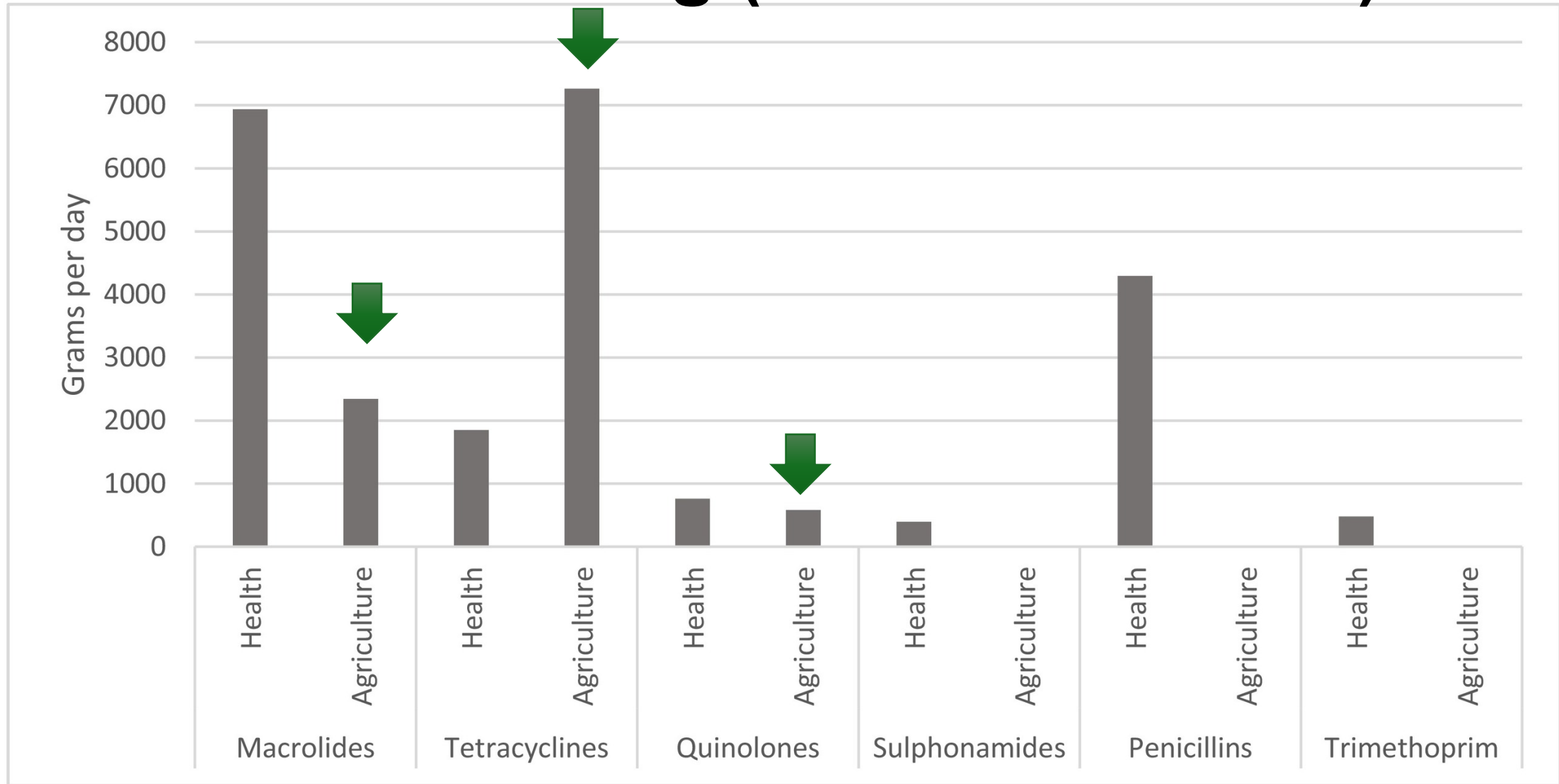
# Onehealth



Opatowski et al. (2020)



# Risk ranking (datos irlandeses)

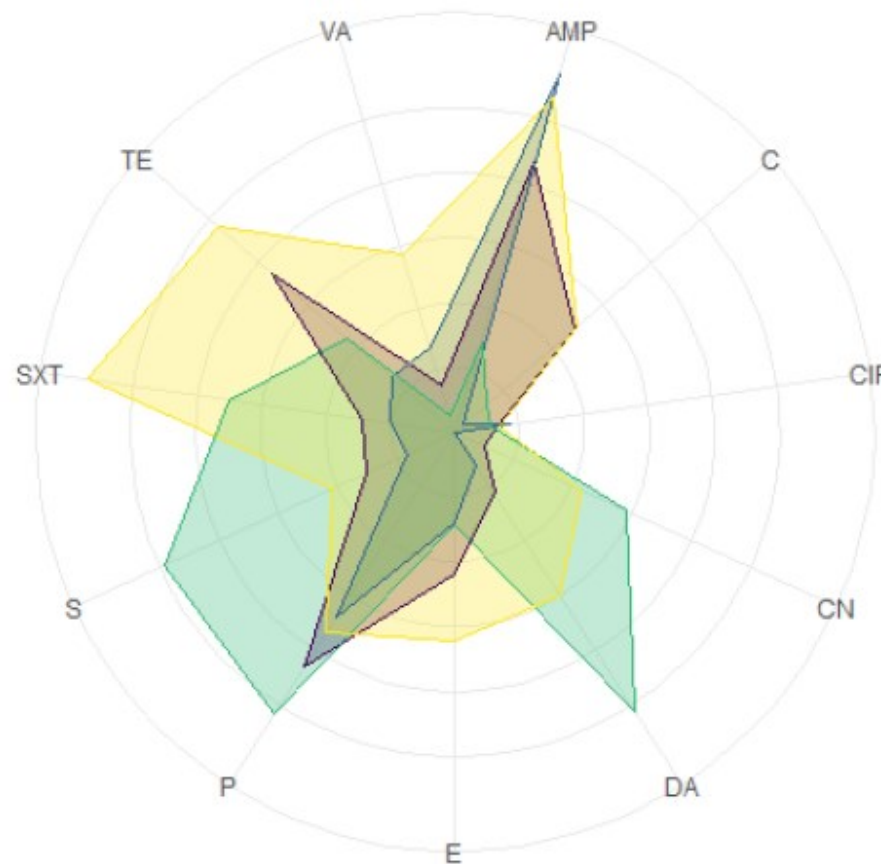


Cantidades medias liberadas de antibióticos

# *L. monocytogenes*

1) **Carne** con valores de Resistencia elevada para **penicilina, estreptomycin, clindamicina, y gentamicina**

2) **Vegetables** con mayor Resistencia **ampicilina, tetraciclina, trimetoprima y sulfametoxazol y penicilina.**



DA: clindamycin;  
P: penicillin;  
AMP: ampicillin;  
C: chloramphenicol;  
CIP: ciprofloxacin;  
CN: gentamicin;  
SXT: Trimethoprim/sulfamethoxazole;  
TE: tetracycline;  
E: erythromycin;  
S: streptomycin;  
VA: vancomycin;

Porcentajes de resistencias de *L. monocytogenes* a diferentes antibióticos

Food Category Dairy Fish Meat Vegetables

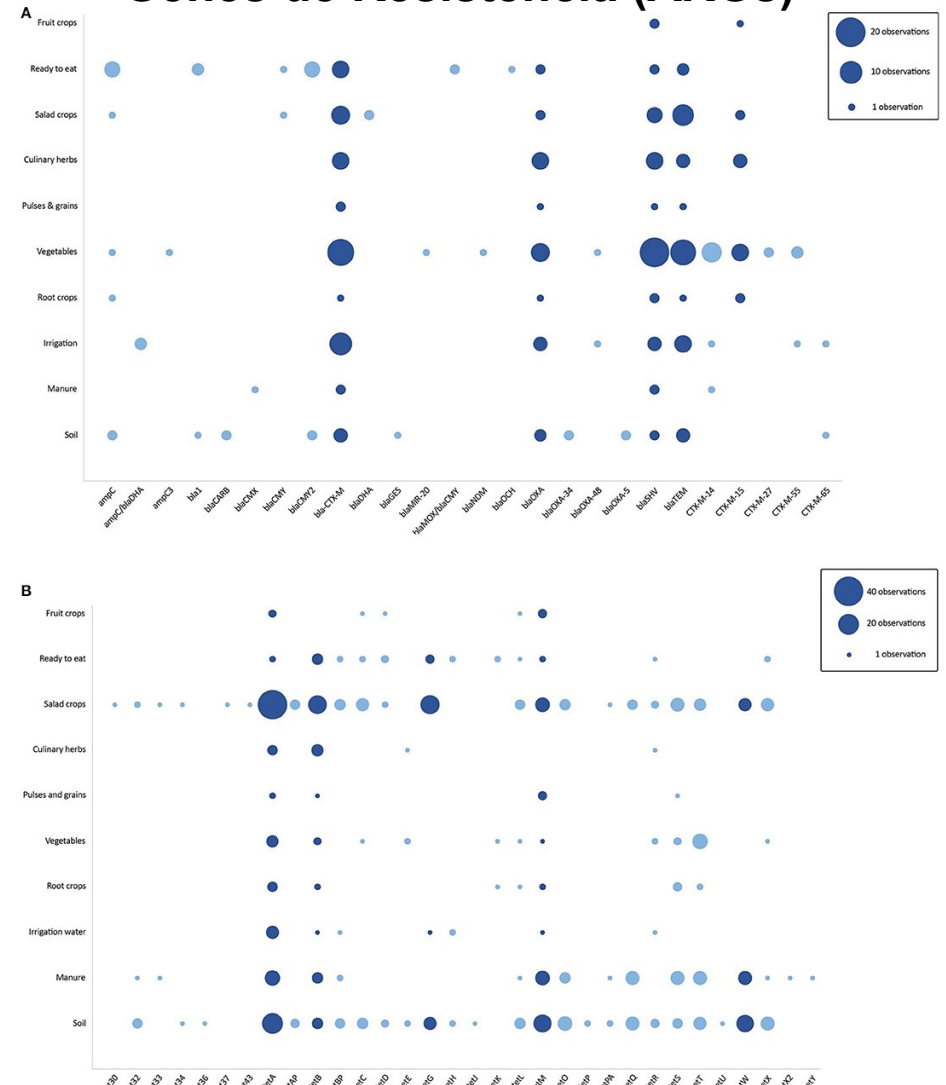


# Riesgo alimentario

## Microorganismos resistentes

	Food studies		Human studies	
	Articles (n)	Prevalence % (95% CI)	Articles (n)	Prevalence % (95% CI)
<b>Gram-negative bacterium</b>				
<b><i>Escherichia coli</i></b>				
Aminoglycosides	11	32 (19–46)	8	25 (19–31)
β-Lactams	19	56 (45–67)	10	61 (51–70)
Chloramphenicol	8	25 (15–34)	6	19 (8–30)
Fluoroquinolones	12	37 (22–52)	8	38 (18–58)
Sulfonamides	19	48 (30–65)	9	39 (26–52)
Tetracyclines	21	54 (41–57)	9	49 (43–55)
<b><i>Salmonella</i></b>				
Aminoglycosides	31	39 (31–47)	17	44 (27–61)
β-Lactams	42	47 (38–55)	33	56 (47–66)
Chloramphenicol	18	32 (21–43)	18	33 (24–42)
Fluoroquinolones	42	44 (30–59)	24	50 (40–60)
Sulfonamides	34	42 (29–54)	26	43 (32–54)
Tetracyclines	30	56 (47–64)	27	45 (35–54)
<b><i>Vibrio parahaemolyticus</i></b>				
Aminoglycosides	39	45 (36–53)	14	22 (11–33)
β-Lactams	77	77 (71–83)	37	76 (69–82)
Fluoroquinolones	7	13 (7–19)	8	19 (–7–44)
Sulfonamides	36	14 (10–18)	11	25 (–1–52)
Tetracyclines	22	14 (11–17)	6	2 (0–4)
<b>Gram-positive bacterium</b>				
<b><i>Bacillus cereus</i></b>				
β-Lactams	6	94 (91–98)	1	81 (75–86)
Sulfonamides	3	32 (6–58)	1	66 (60–73)
<b><i>Listeria monocytogenes</i></b>				
Aminoglycosides	6	21 (8–35)	—	—
β-Lactams	13	45 (27–63)	1	54 (38–70)
Chloramphenicol	8	30 (11–49)	—	—
Fluoroquinolones	9	11 (6–16)	1	62 (47–78)
Sulfonamides	6	11 (3–19)	—	—
Tetracyclines	13	22 (15–30)	1	30 (15–44)
<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>				
Aminoglycosides	33	30 (24–36)	2	30 (–12–73)
β-Lactams	45	78 (73–82)	3	68 (32–102)
Chloramphenicol	17	16 (12–19)	—	—
Fluoroquinolones	27	23 (19–28)	1	36 (8–65)
Sulfonamides	19	31 (19–43)	2	35 (5–66)
Tetracyclines	43	41 (33–48)	4	28 (4–52)

## Genes de Resistencia (ARGs)



# ¿Por qué evaluar el riesgo?

¿Las resistencias a los antibióticos deben considerarse relevante en el riesgo de enfermedades de transmisión alimentaria?

No todas las enfermedades de transmisión alimentaria van a requerir un tratamiento antibiótico. En algunos casos pueden estar contraindicados (beta lactámicos)

Autolimitantes

Listeriosis invasiva (ampicilina, gentamicina, T-S)

Patógenos oportunistas resistentes, o a través de reservorios (ESBL *E. coli*)



# Risk Analysis

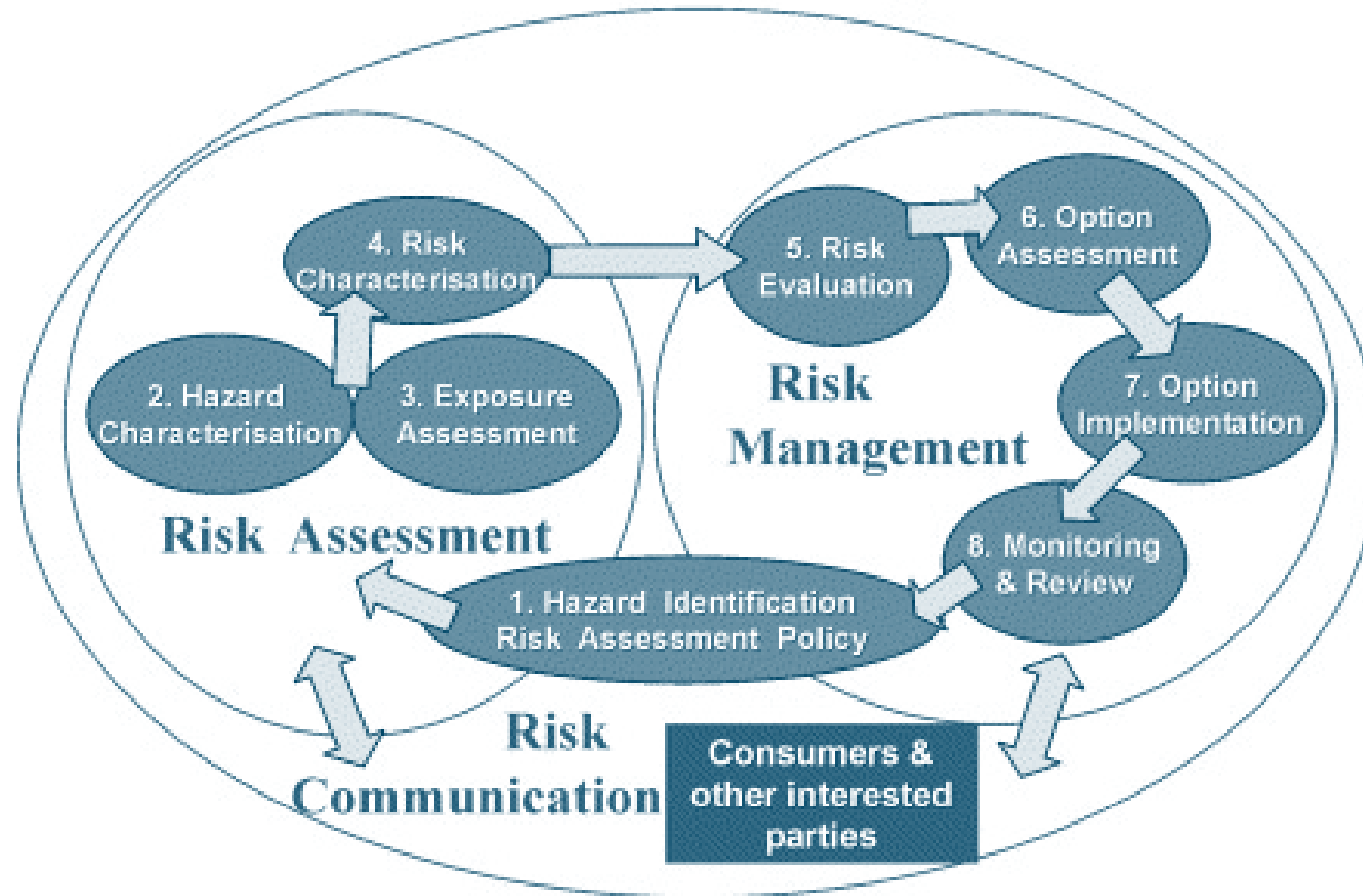


Fig. 1. Structure of Risk Analysis adapted from FAO/WHO report (1997).

## Políticas y normativa alimentaria

# Evaluación de riesgos

Evaluación del riesgo es un proceso documentado de análisis de datos científicos llevado a cabo con el objeto de caracterizar los riesgos alimentario



**Identificación del peligro**  
**Caracterización del peligro**  
**Evaluación de exposición**  
**Caracterización del riesgo**



transparencia

Método científico

Enfoque cuantitativo

Enfoque de sistemas

Modelos matemáticos

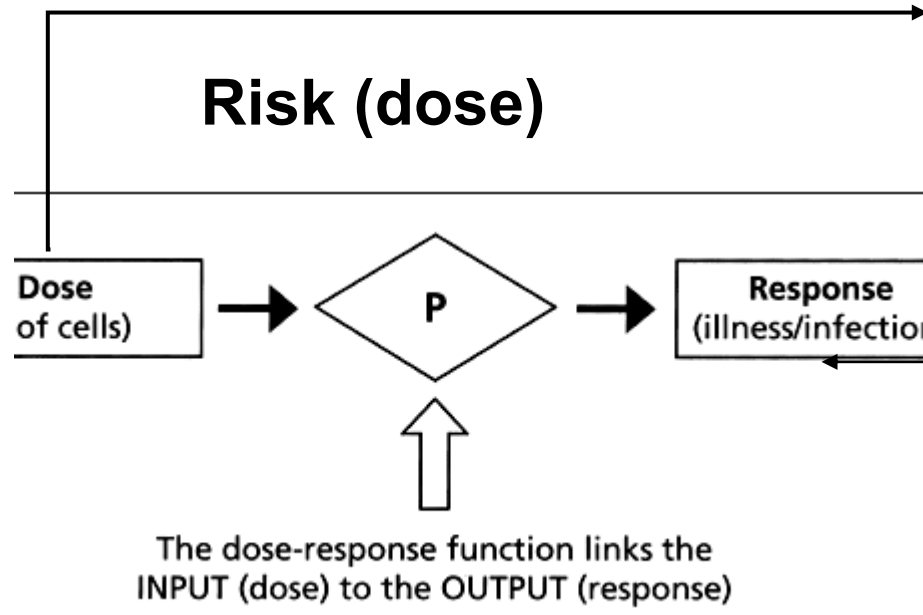
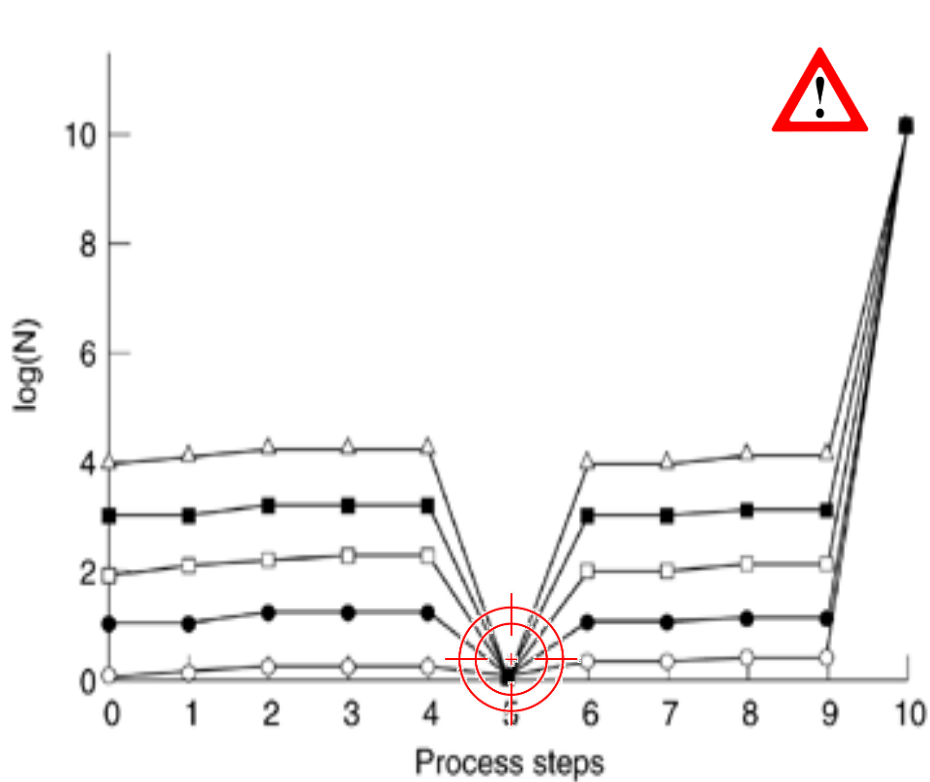


# Evaluación de riesgos



<https://www.foodpackagingforum.org/food-packaging-health/chemical-risk-assessment>

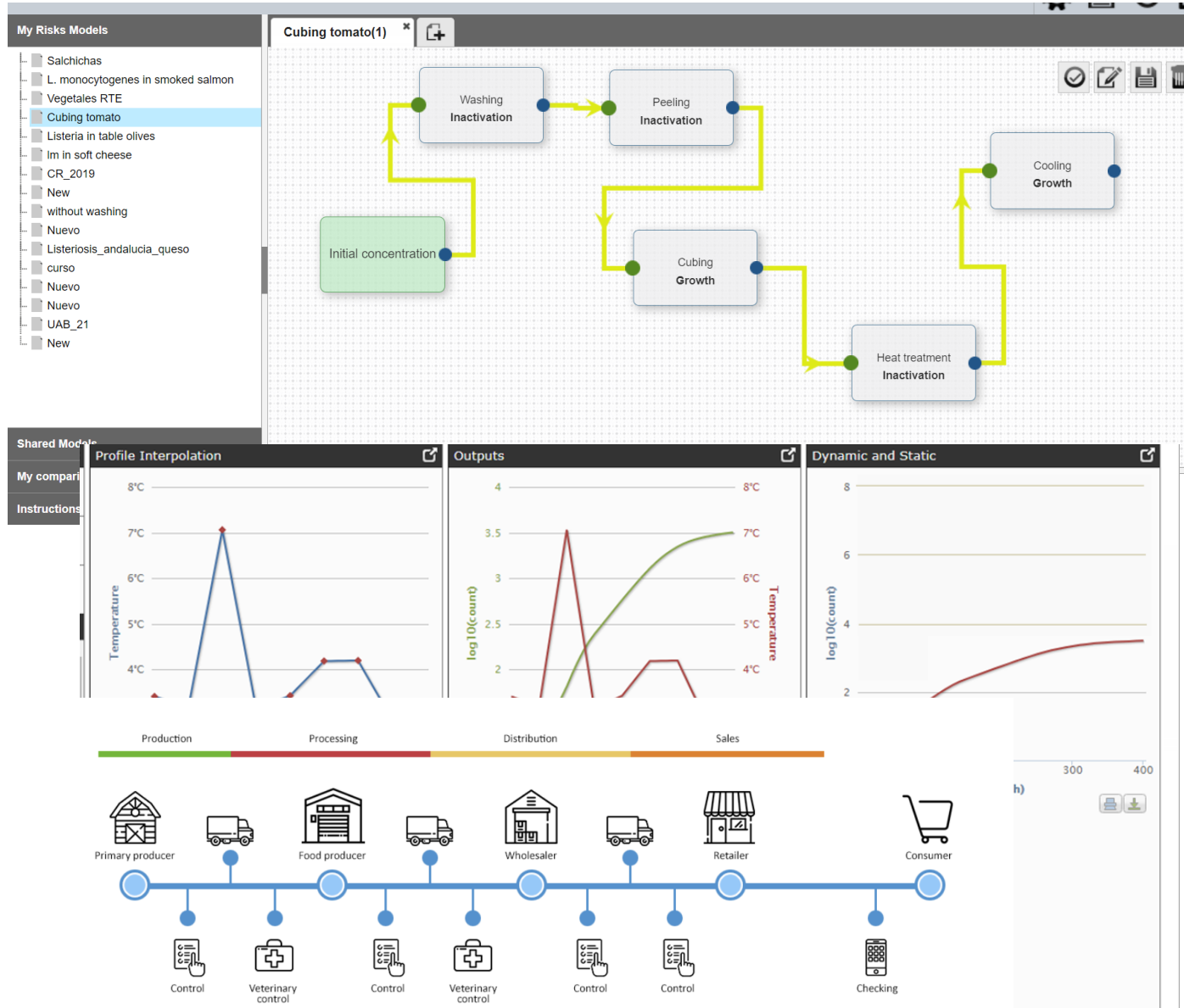
# Riesgo es un proceso



J of Applied Microbiology, Volume: 88, Issue: 6, Pages: 938-951, First published: 25 December 2001, DOI: (10.1046/j.1365-2672.2000.01059.x)

Fazil, A.M. A primer on risk assessment modelling: focus on seafood products. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 462. Rome, FAO. 2005. 56p.

# Planteamiento “Bottom-up”



Gemelo digital “microbiológico”

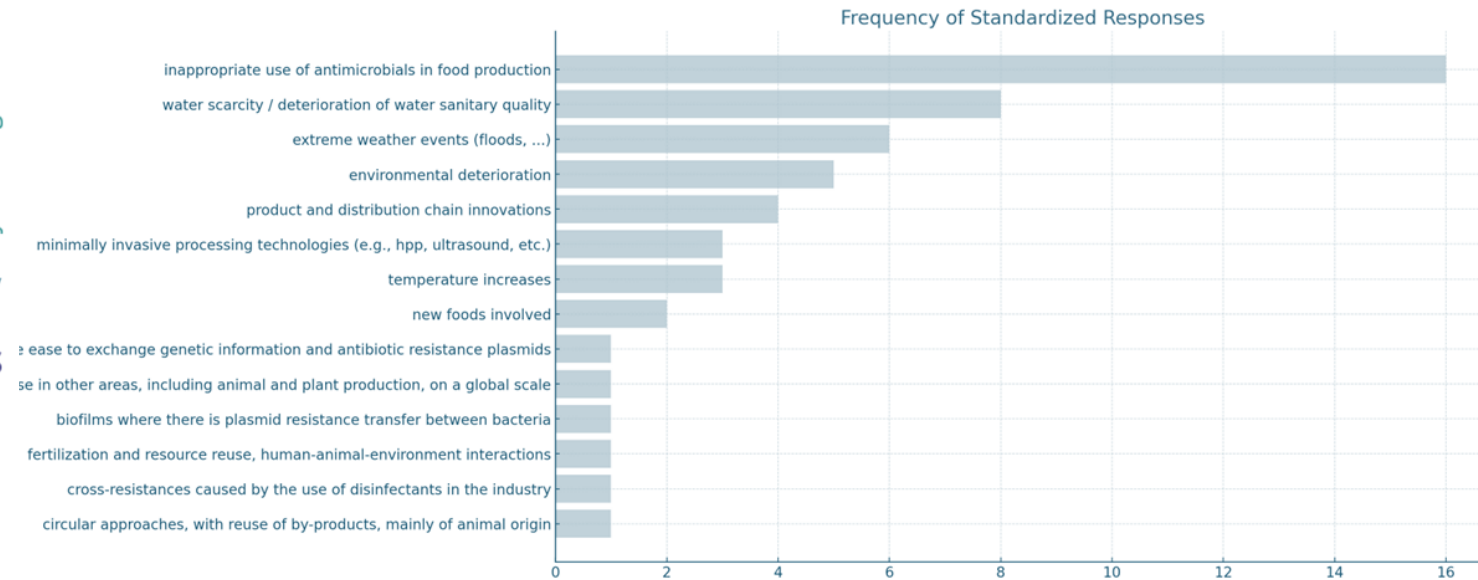
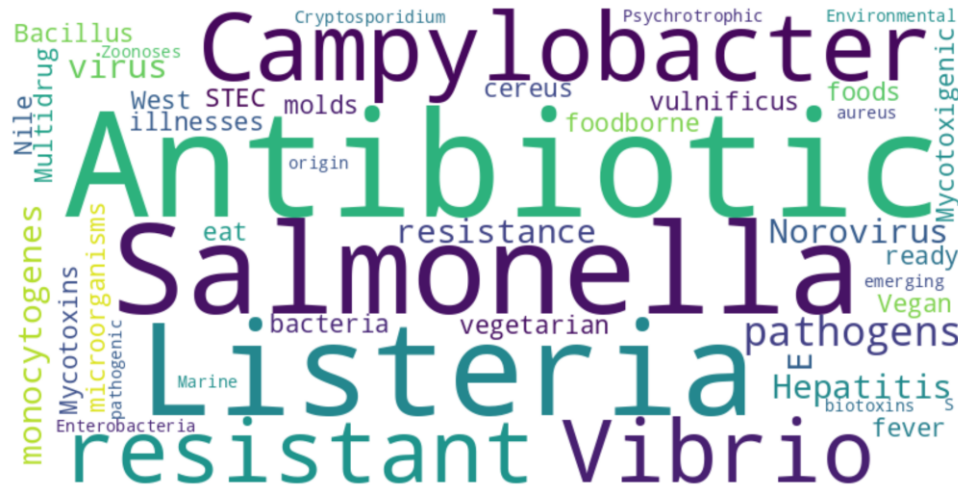
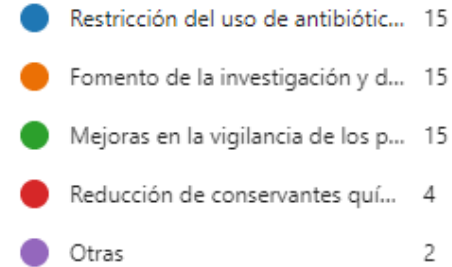
“Top-down”

Análisis de datos de Salud Pública y estudios epidemiológicos





# Onehealth: Consulta de expertos



# Estudios de Ev. Riesgos

Revisión hasta 2018

**Table 1**

Articles included in the final review.

Year	First Author	Publication	Country of origin	Risk Analysis Type
2002	Alban	Preventive Veterinary Medicine	Denmark	Qualitative and quantitative
2008	Alban	Preventive Veterinary Medicine	Denmark	Qualitative and quantitative
2017	Alban	Frontiers in Veterinary Science	Denmark	Qualitative
2001	Anderson	Food Control	USA	Quantitative
2002	Barza	Clinical Infectious Diseases	USA	Quantitative
2001	Berends	Veterinary Quarterly	The Netherlands	Quantitative
2002	Burch	Pig Journal	European Union	Qualitative
2013	Burch	Pig Journal	UK	Quantitative
2017	Chereau	British Medical Journal	WHO East Asia Region*	Qualitative
2004	Claycamp	FDA Center for Veterinary Medicine Publication	USA	Quantitative
2017	Collineau	Risk Analysis	Switzerland	Semi Quantitative
2004a	Cox	Risk Analysis	USA	Quantitative
2004b	Cox	Risk Analysis	USA	Quantitative
2005	Cox	Environment International	USA	Quantitative
2006	Cox	Risk Analysis	USA	Quantitative
2008	Cox	Environment International	USA	Quantitative
2009	Cox	Risk Analysis	USA	Quantitative
2014	DVFA	The Danish Veterinary and Food Administration publication	Denmark	Qualitative
2012	Depoorter	International Journal of Food Microbiology	Belgium	Quantitative
2015	Domenech	Food Control	Spain	Qualitative
2004	EFSA	The EFSA Journal	European Union	Qualitative
2009	EFSA	The EFSA Journal	European Union	Qualitative
1999	EMEA	EMEA publication	European Union	Qualitative
2000	FDA	FDA Center for Veterinary Medicine publication	USA	Quantitative
2017	Stone	Food Standards Agency UK publication	UK	Qualitative
2004	Hurd	Journal of Food Protection	USA	Quantitative
2008	Hurd	Risk Analysis	USA	Quantitative
2010	Hurd	Foodborne Pathogens and Disease	USA	Quantitative
2017	Hwang	International Journal of Antimicrobial Agents	South Korea	Quantitative
2004	Kelly	International Journal of Antimicrobial Agents	UK	Quantitative
2017	Nekouei	International Journal of Food Microbiology	Canada	Quantitative
2017	Njage	International Journal of Food Microbiology	South Africa	Quantitative
2009	Presi	International Journal of Food Microbiology	Switzerland	Qualitative
2017	Singer	Journal of Food Protection	USA	Quantitative
2016	Singh	Journal of Hazardous Materials	India	Quantitative
1989	Swartz	Institute of Medicine	USA	Quantitative
2018	Toh	Journal of Food Safety	Saudi Arabia	Quantitative
No Date	Veterinary Laboratories Agency	Unpublished	UK	Quantitative

15 estocásticas

# Evaluación de la exposición

ceftriaxone- and tetracycline-resistant *E.coli*

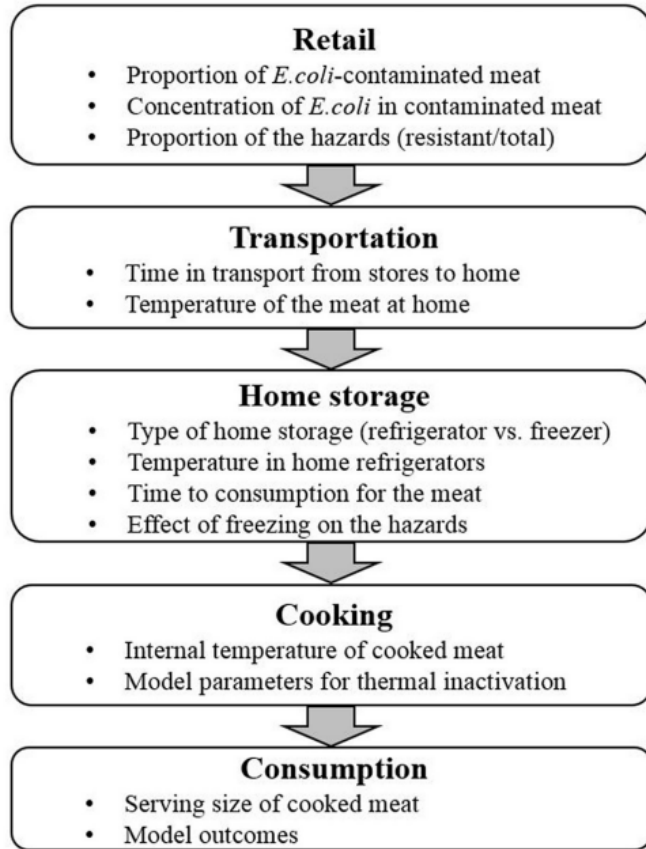


Fig. 1. Conceptual model illustrating five modules in the quantitative exposure assessment conducted to predict human exposure to antimicrobial-resistant *E. coli* (to ceftriaxone and tetracycline) through the consumption of cooked ground beef in Western Canada. Each module includes a number of input variables used in the final model. Descriptions pertaining to each module are detailed in the text.

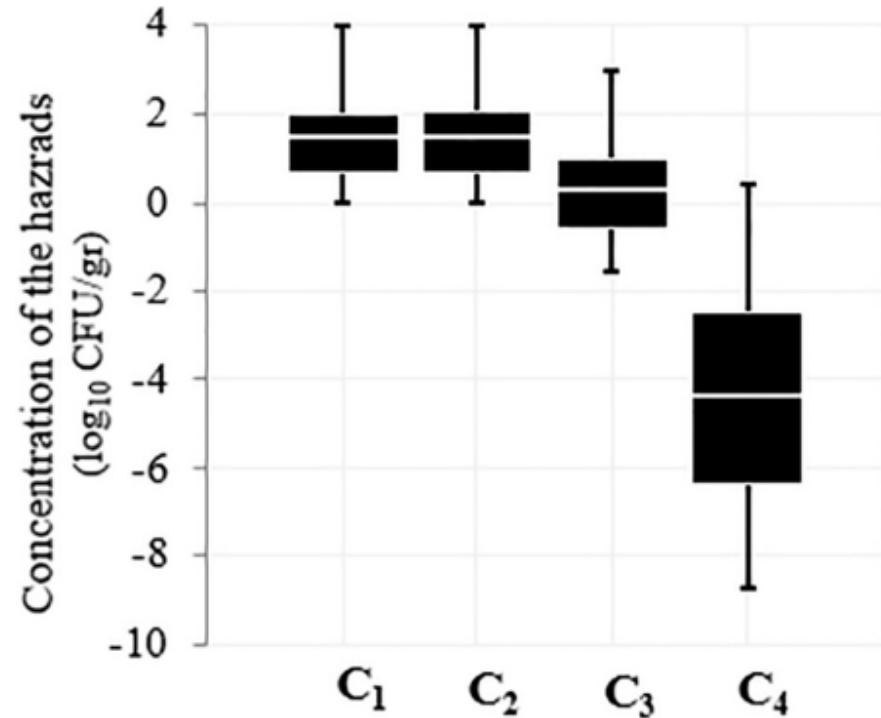
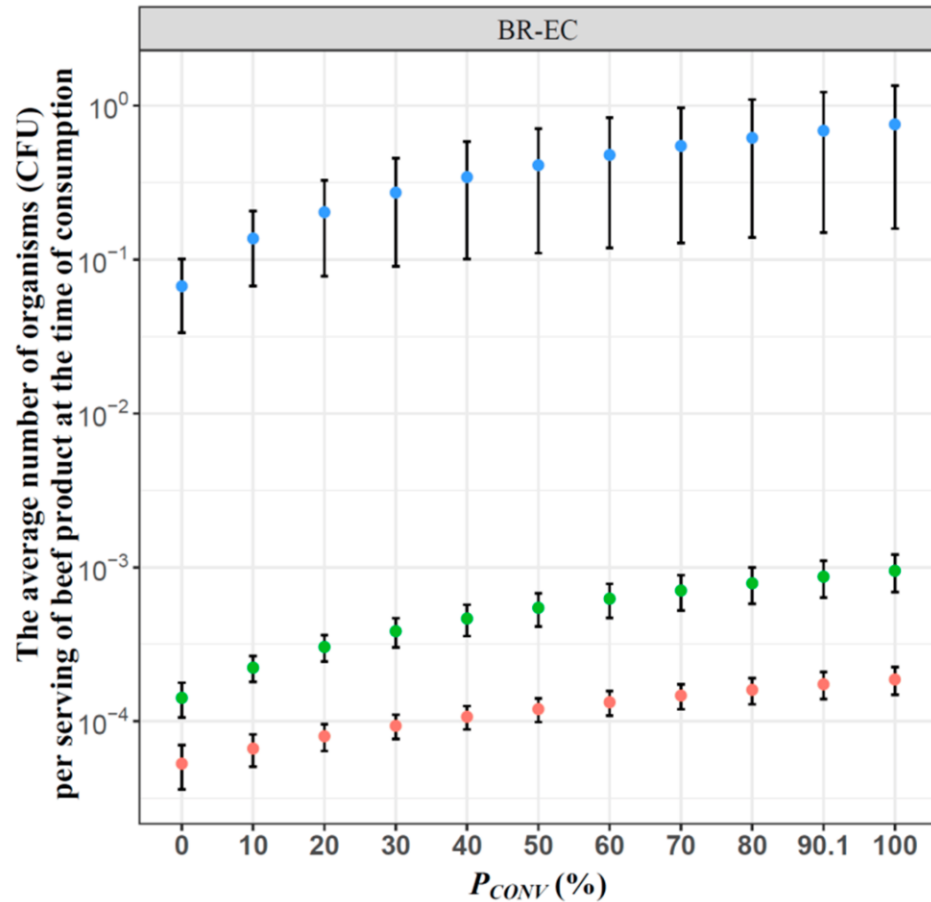


Fig. 2. Box-plot illustrating changes in distributions of the concentration of the hazards (ceftriaxone- and tetracycline-resistant *E. coli*) in ground beef during the 4 stages of the exposure assessment (C<sub>1</sub> at retail; C<sub>2</sub> after transportation; C<sub>3</sub> after home storage; C<sub>4</sub> after cooking). Boxes represent 25th percentile, mean, and 75th percentile of the concentration distributions. Whiskers indicate 5th and 95th percentiles of the respective distributions.

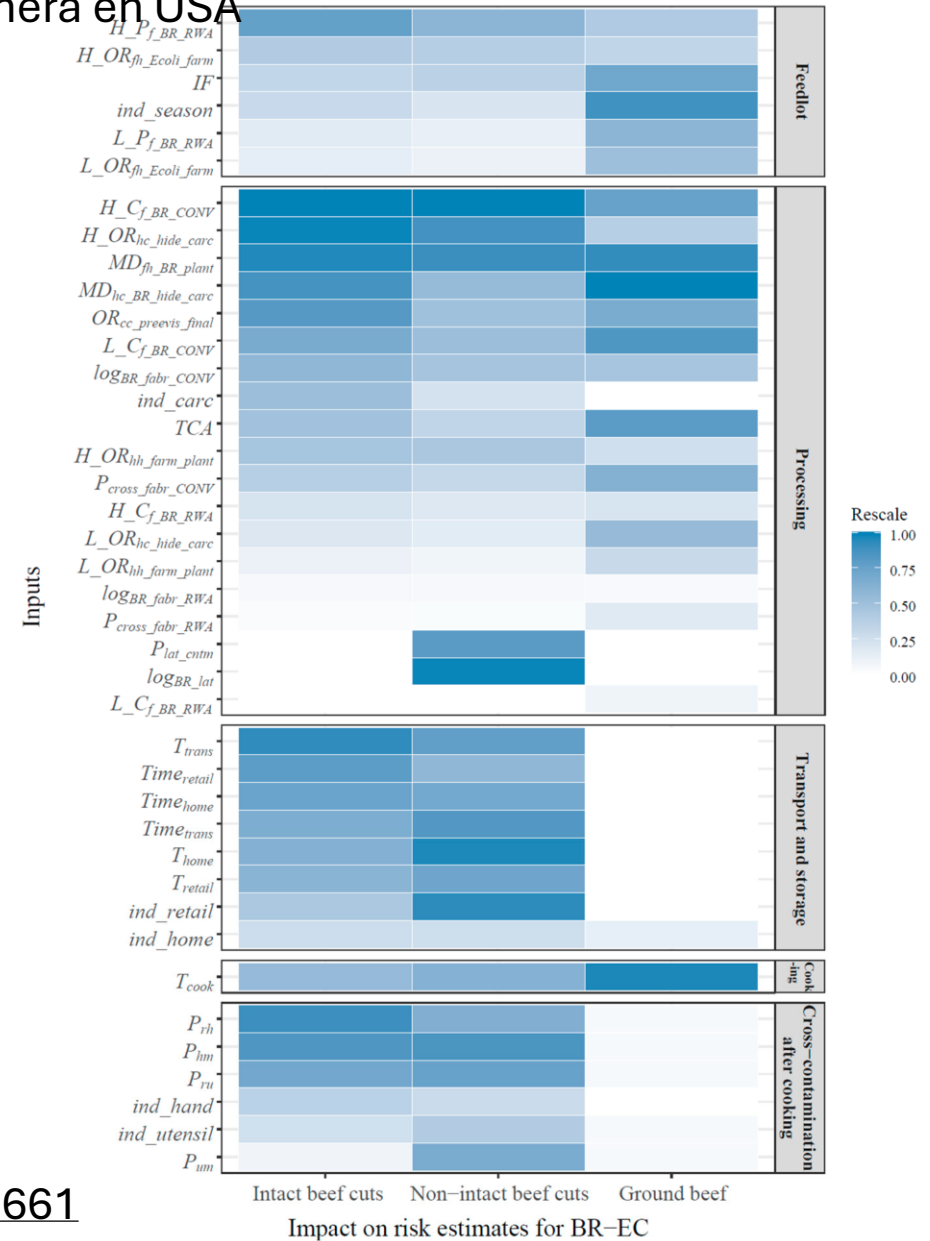


# Estudios de Ev. Riesgos

QMEA de *Escherichia coli* resistente a beta lactámicos en carne de ternera en USA



Uso de antibióticos



# Evaluación de Riesgo

*Listeria monocytogenes* resistente

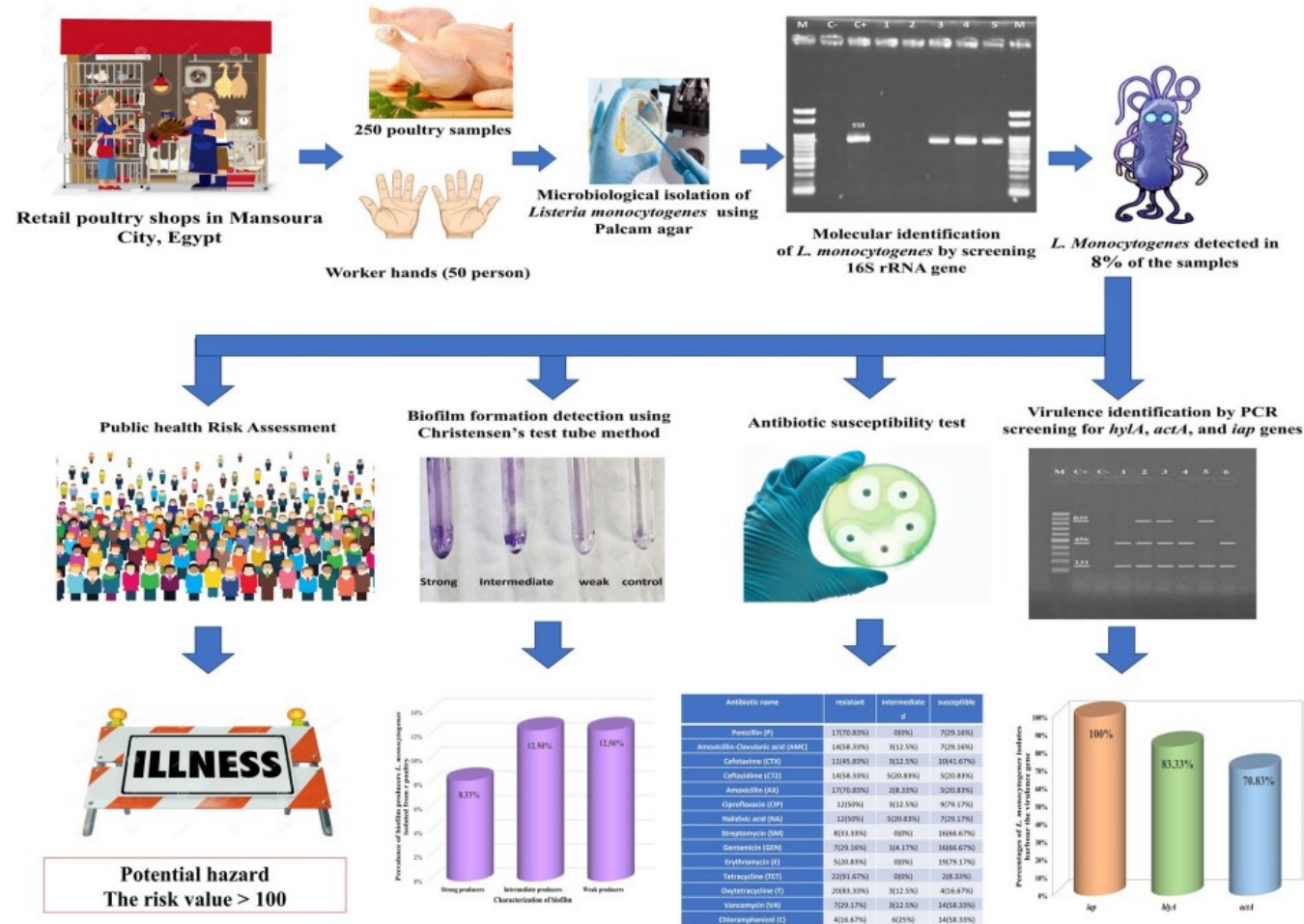


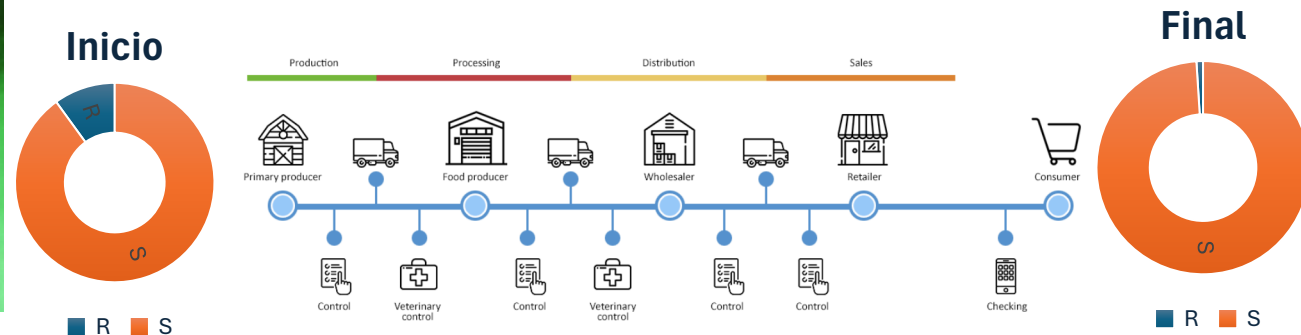
Fig. 3 The whole work flow of the current study including the results highlighting the potential human risk illness associated to consumption of contaminated poultry with *L. monocytogenes* isolates

# Dinámica de las resistencias

Las bacterias desarrollan cambios en sus patrones de resistencias..

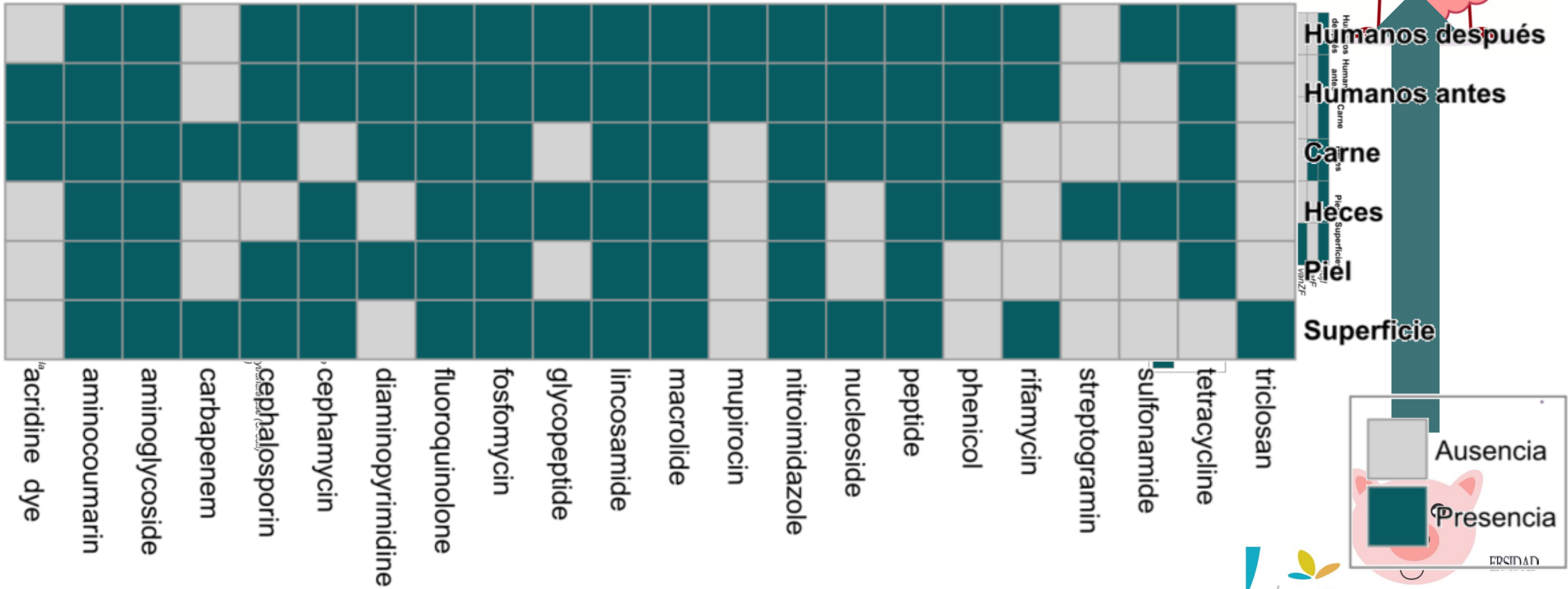


- Genes de Resistencia (ARGs) en el ambiente (vegetales)
- Transmisión horizontal de ARGs (I)
- Dinámicas poblacionales (II)
- Efecto de los parámetros de proceso sobre la (III): modulación de resistencias intrínseca



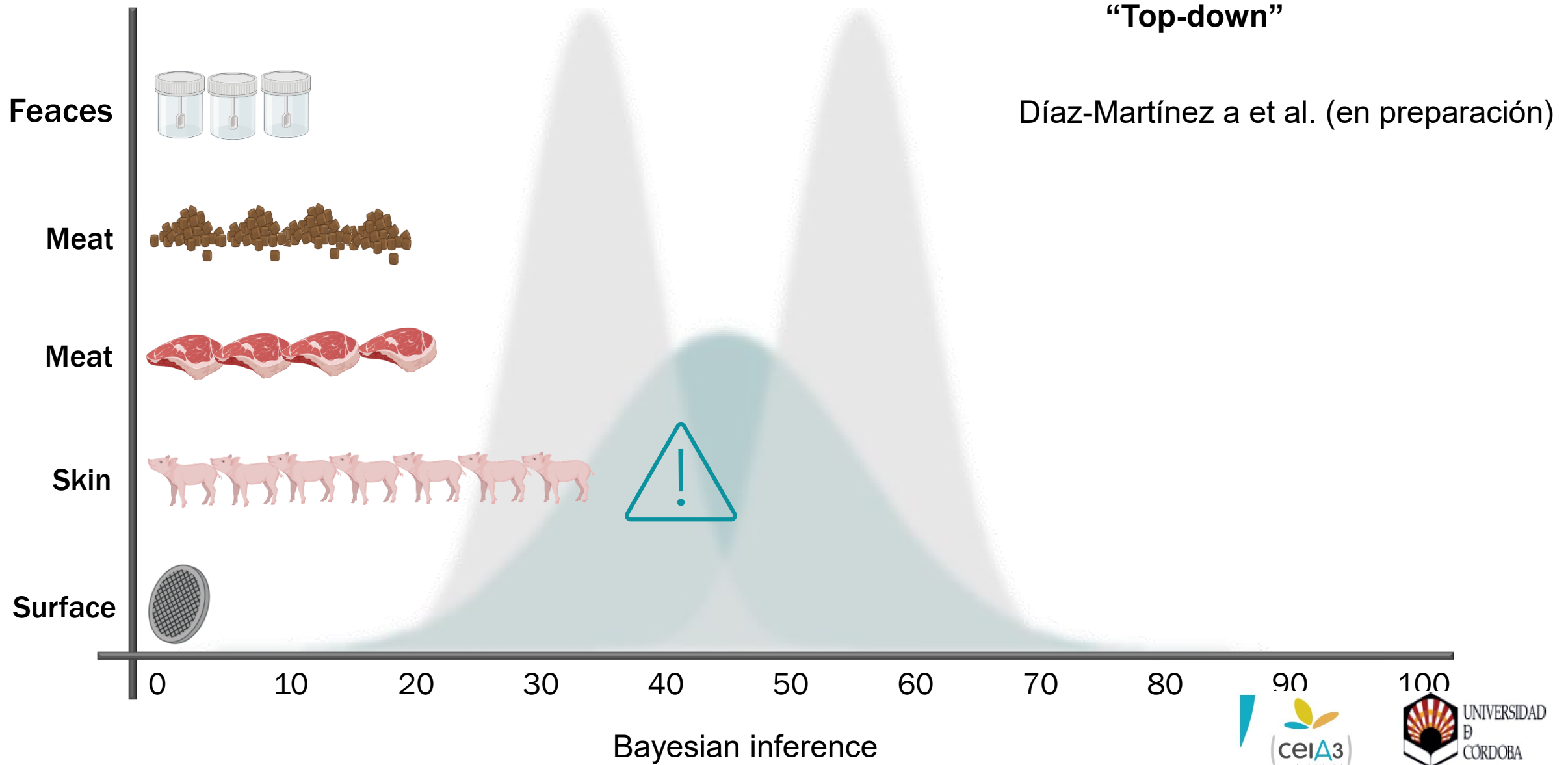


# Resistencias de la granja a la mesa



Ausencia  
Presencia

# Resistencias de la granja a la mesa



# Transmisión horizontal de genes I

Las bacterias intercambian genes en el alimento y lumen intestinal

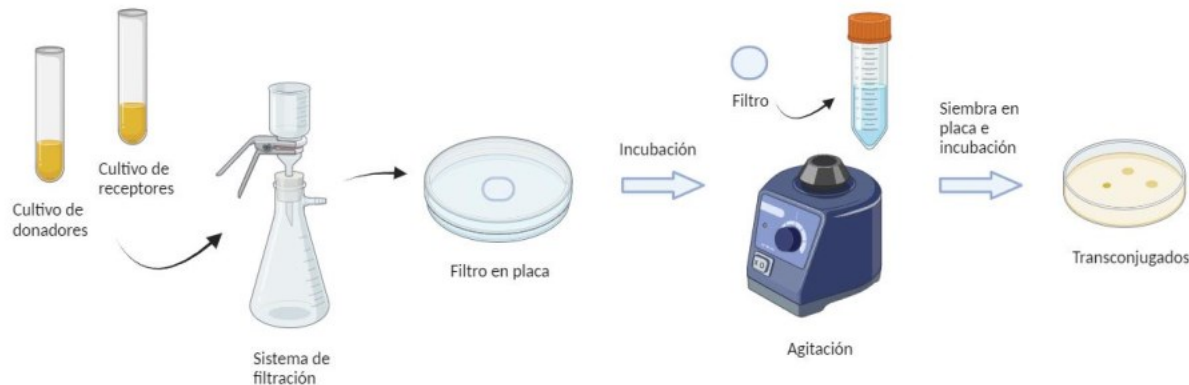
- Genes de la familia *erm-1* y *bla* pueden ser conjugados en lumen intestinal y alimentos.
- *Salmonella* spp. puede recibir ARGs de cepas de *E. coli*, como ampicilina, kanamicina, y tetraciclina.  
[10.1016/j.jgar.2021.05.022](https://doi.org/10.1016/j.jgar.2021.05.022)  
[10.1093/jme/tjw005](https://doi.org/10.1093/jme/tjw005)
- Elevada densidad poblacional, y alta actividad metabólica\*.
- Condiciones ambientales de estrés, pueden incrementar las tasas de Transferencia de ARG (por ej. sobreexpresión de las integrasas en respuestas SOS)\*.

\*Ashbolt et al. 2013 <https://doi.org/10.1289/ehp.1206316>

# Dinámicas del gen *tetM*

Genus	Species	Strain	Origin
Enterococcus	faecium	544	Jamón curado
Enterococcus	faecium	546	Jamón curado
Enterococcus	faecalis	533	Fuet
Enterococcus	faecalis	534	Fuet
Enterococcus	faecalis	814	Jamón curado
Pediococcus	acidilactici	705	Jamón curado
Lactiplantibacillus	pentosus	399	Fuet
Lactiplantibacillus	paracasei	539	Lomo embuchado

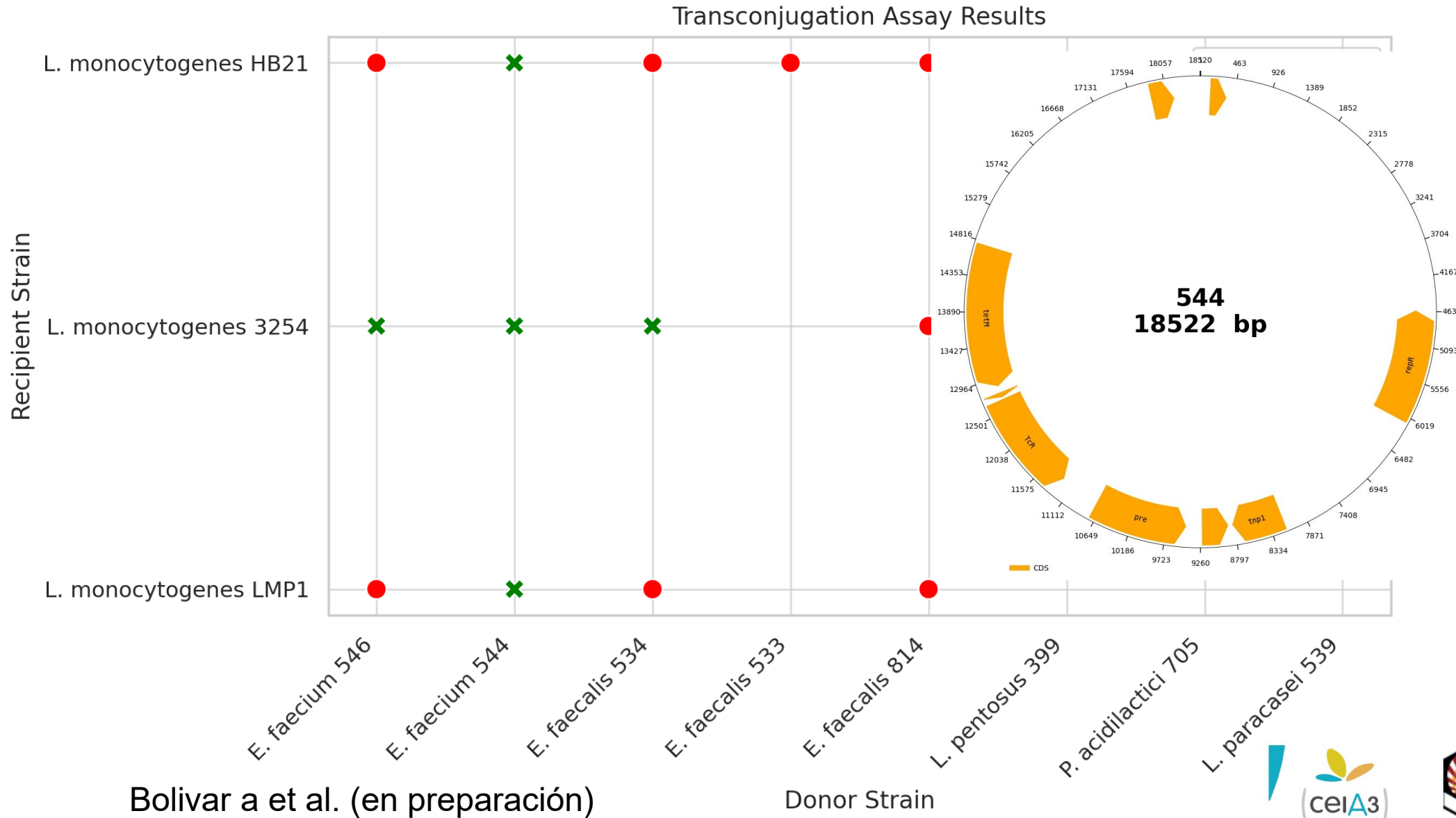
Ensayos de “Filter mating” en sistemas modelo de productos cárnicos



Bolivar a et al. (in preparation)



# Transconjugación del gen *tetM*

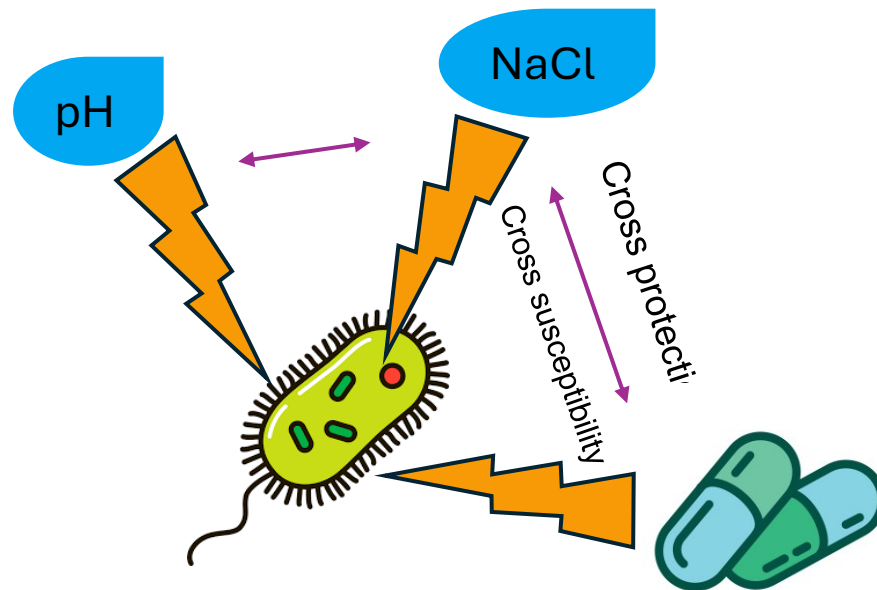


Bolivar a et al. (en preparación)

Donor Strain



# Modulación de Resistencias



## Protección cruzada

Adaptación ácida-> ↑AMR

Cloruro de benzalconio->↑AMR

↑ NaCl & Temp-> ↑ AMR (AMP, VAN, TET)

6 and 12% NaCl/pH = 5/ T=10 °C-> ↑ AMR

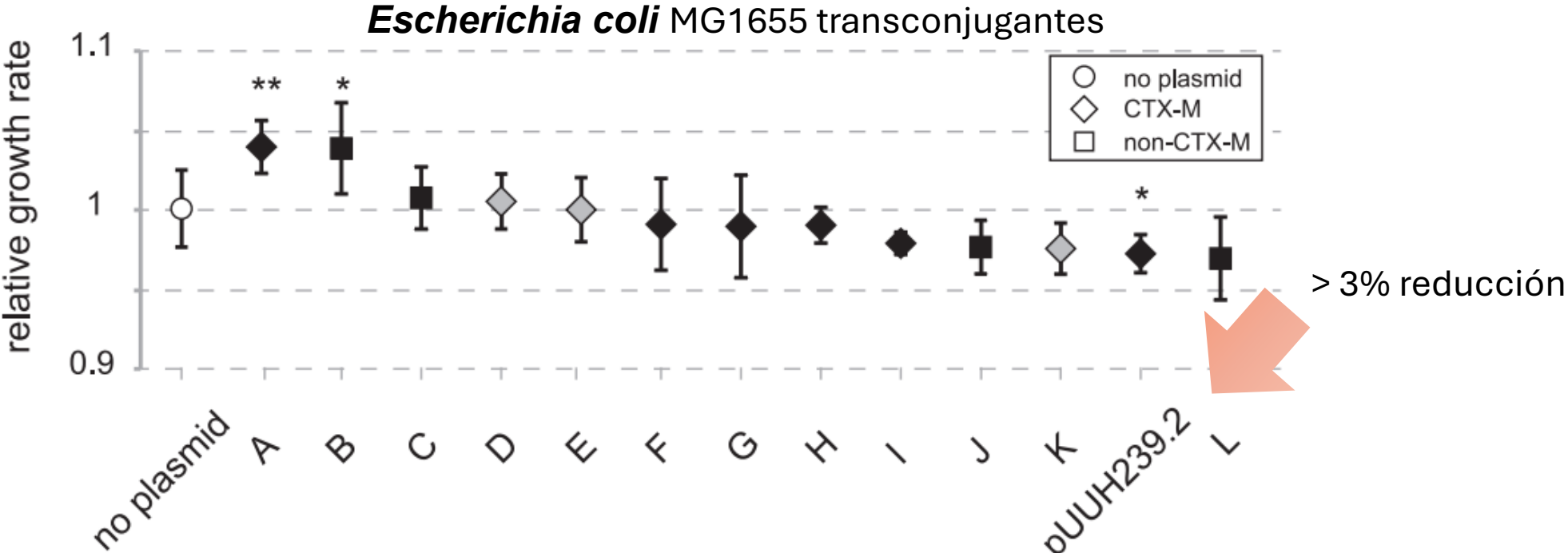
## Susceptibilidad cruzada

Kang and Seo (2020) informó que *L. monocytogenes* adaptada a ambiente ácido presentó menor resistencia a diversos antibióticos.

En el contexto de los biocidas, la tolerancia a desinfectantes no siempre incrementa la resistencia a los antibióticos Roedel et al. (2019)

# Coste metabólico

Plasmid pUUH239.2 obtenido de un *Klebsiella pneumoniae* multiresistente



Rajer & Sandegren (2022).



# Coste metabólico

## *Escherichia coli*

En meta-análisis multinivel, diferencias entre ARGs transferibles tales como la Beta-lactamasas, y mutaciones en genes centrales (resistencias fluoroquinolona y rifampicina).

La adquisición de ARGs impone una menor carga metabólica que las acumulación de mutaciones.

Vanacker et al. (2023)

$\beta$ -Lactamasas y *tetA* resultan en mayor coste cuando están sobreexpresados.

Rasouly et al. (2021)



# Coste metabólico

“La mayoría de los mecanismos de resistencia a los antibióticos están asociados con un coste, que influye en el desarrollo de la resistencia..”

Mutaciones compesatorias

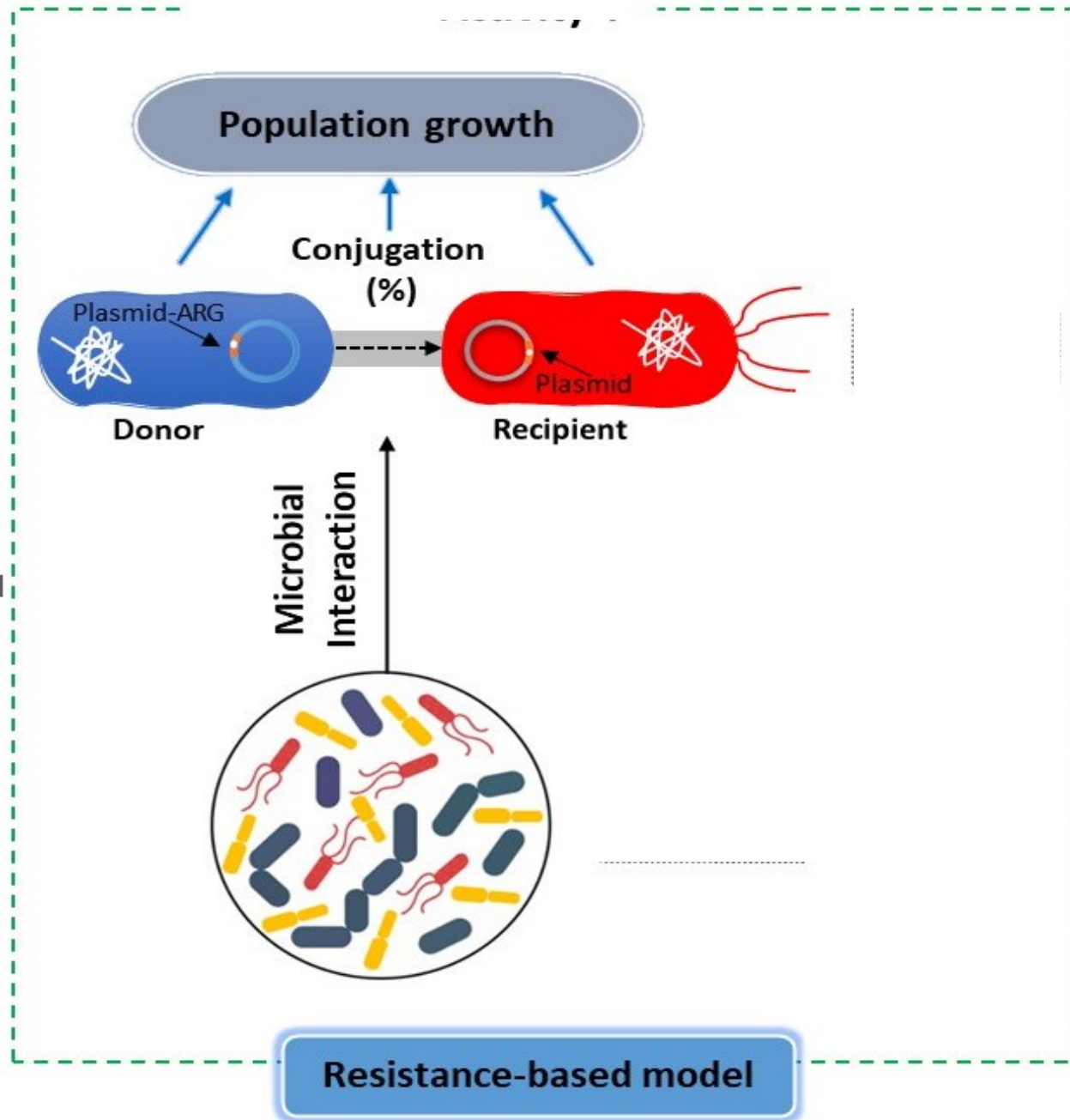
La pérdida de resistencia a la tetraciclina codificada por plásmidos estimó un costo metabólico de una reducción del 0.7 % en la tasa de crecimiento. Basándose en este parámetro, se necesitan 1.5 años para reemplazar la población resistente.

Anderson et al. (2010)

# Modelo

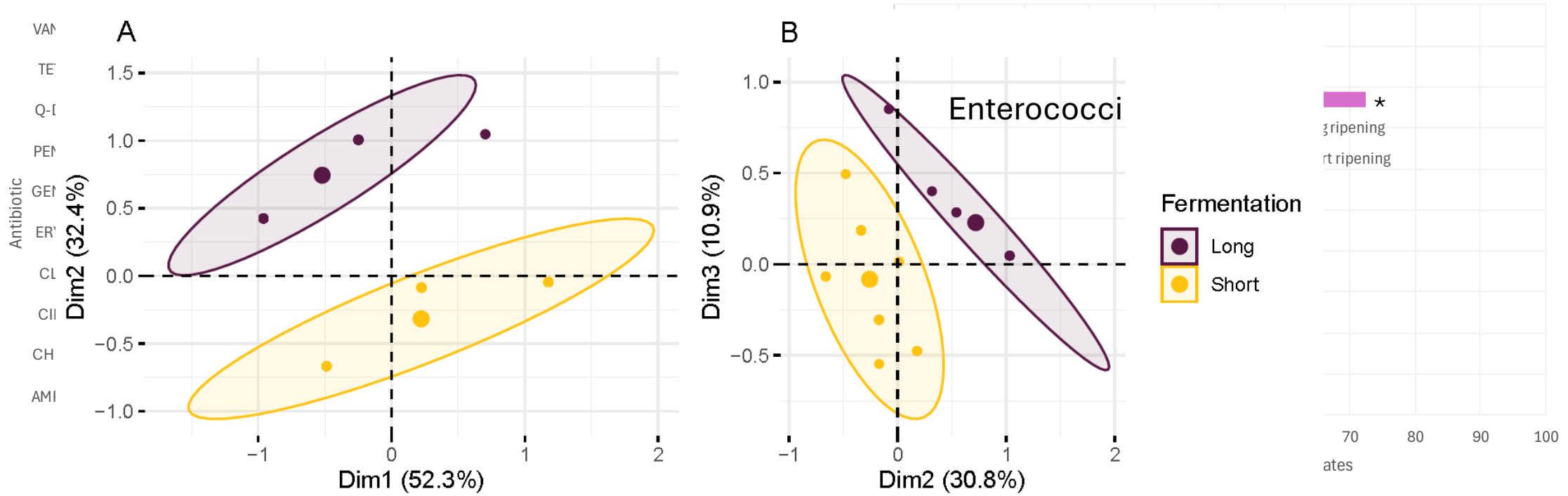
Prote

Ambi-  
micro



etivo de  
ones de

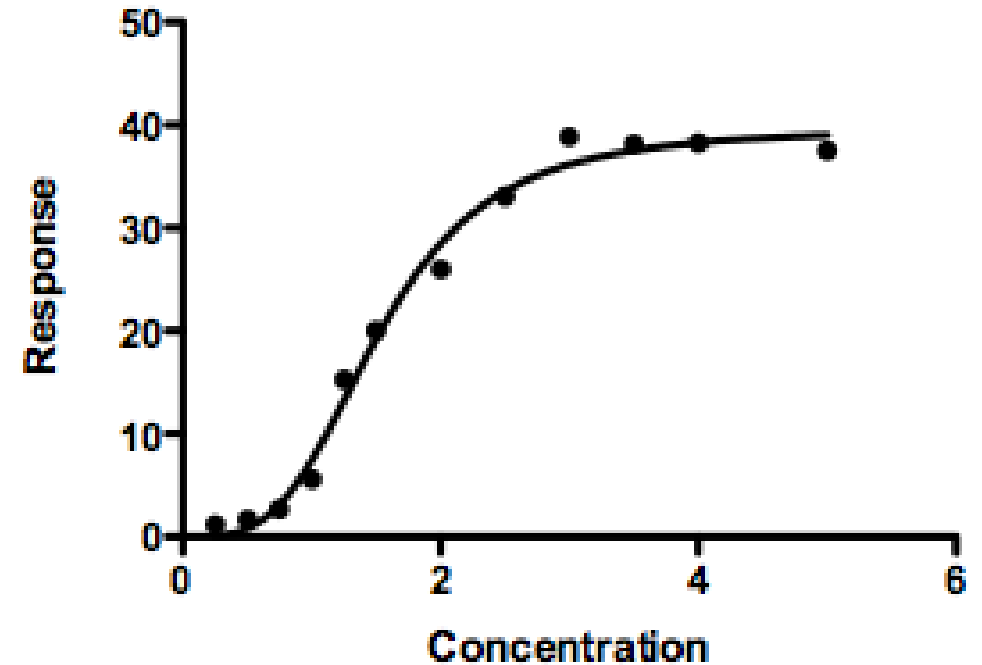
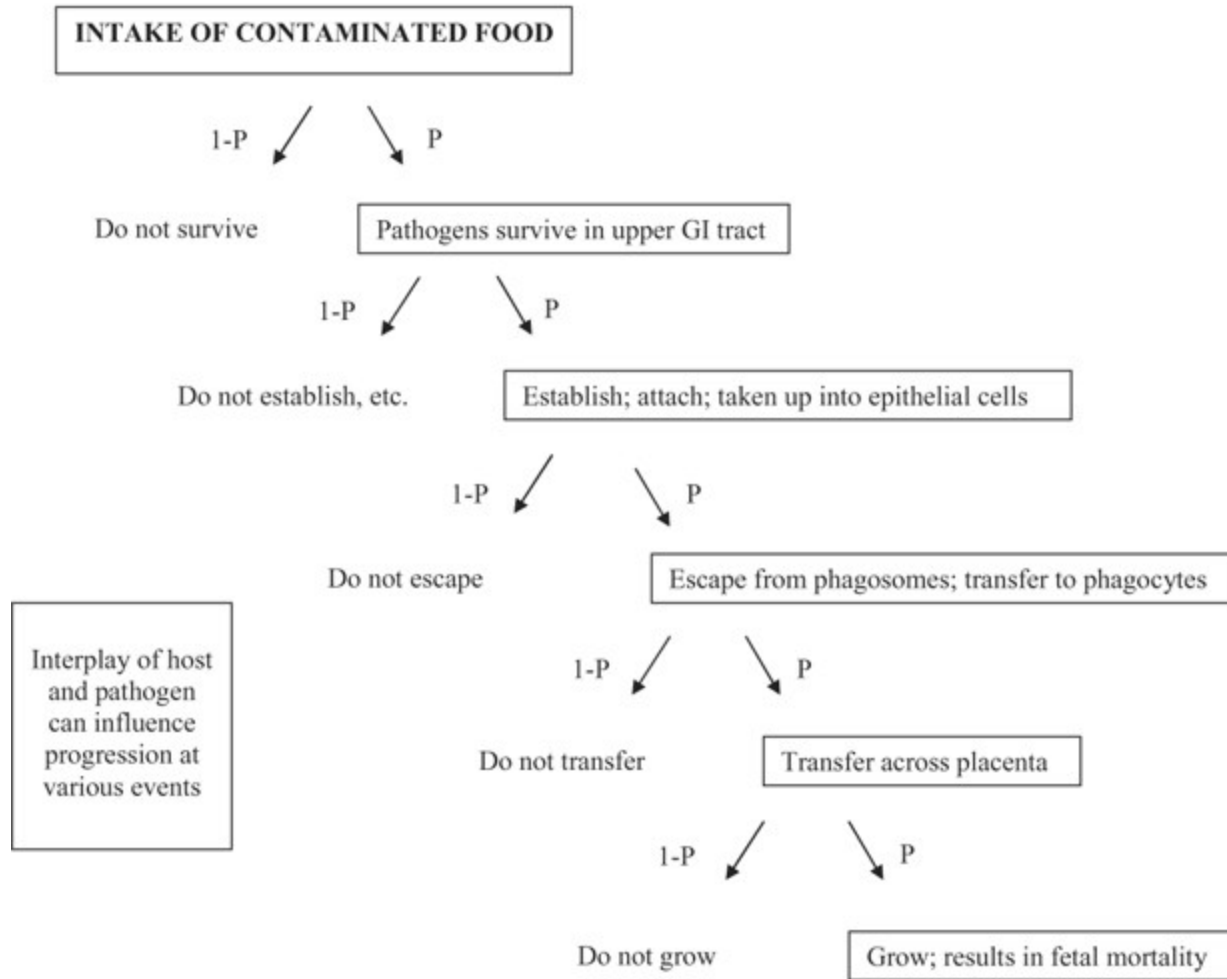
# Fermentación vs. resistencias



Díaz-Martínez a et al. (en preparación)

# Caracterización del peligro

KEY EVENTS PATHWAY: *L. monocytogenes* intake and potential fetal death



Buchanan et al. (2009)



# Caracterización del peligro

Los modelos dosis respuesta basados en microorganismos no resistentes

Suponiendo curvas similares a las infección por poblaciones resistentes\*

Diferencias en probabilidad condicional infección X enfermedad: e.g. inmunodeprimidos bajo tratamiento antibiótico \*\*

## Escases de modelos DR con microorganismos resistentes\*\*\*:

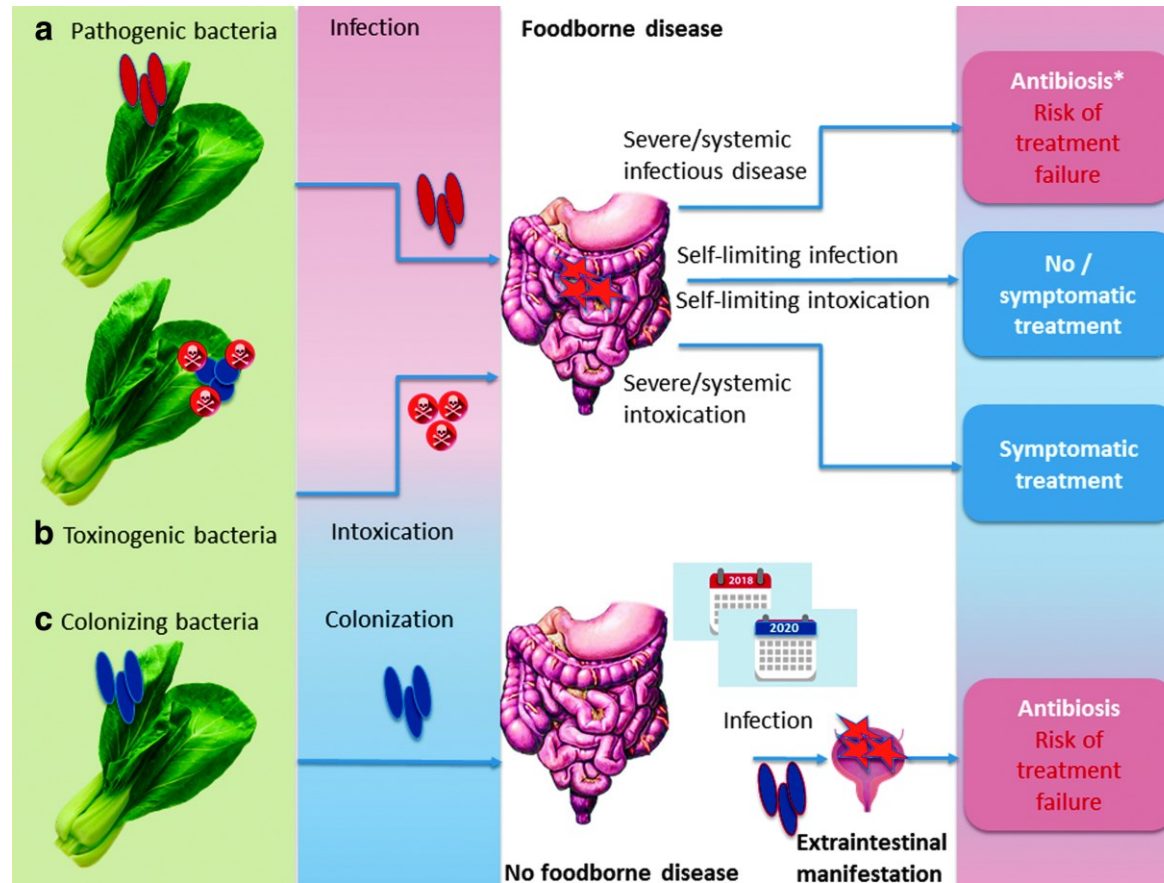
- Basados generalmente en datos epidemiológicos
- Dificultad de encontrar asociaciones entre microorganismos resistentes en alimento, humanos y en casos clínicos.

\*Nekouei et al. 2018 <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.02.022>

\*\*Ashbolt et al. 2013 <https://doi.org/10.1289/ehp.1206316>

\*\*\*Hölzel et al. 2018 <https://doi.org/10.1089/fpd.2018.2501>

# Caracterización del peligro



En el proceso infeccioso:

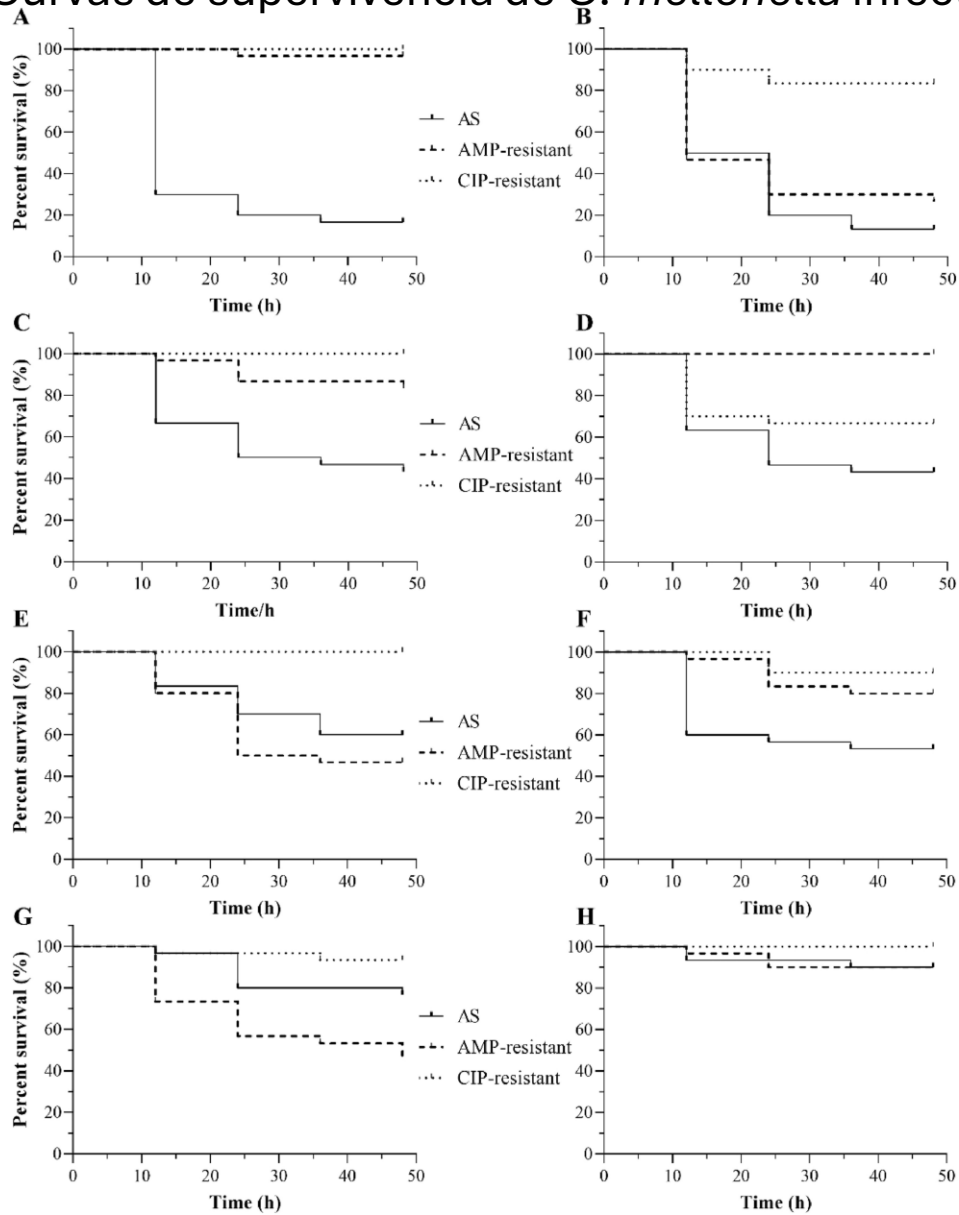
- Resistencias de novo (eARG y iARG)
- Dinámicas de competencia resistentes y sensibles
- Virulencia\*
- Tratamientos

Modelos tradicionales, e.g., single-hit, no abordan la respuesta de la fase clínica o de tratamiento

\*\*Hölzel et al. 2018 <https://doi.org/10.1089/fpd.2018.2501>

# Caracterización del peligro: Virulencia

Curvas de supervivencia de *G. mellonella* infectada con *S. enterica* resistentes vs. no resistentes.



En la mayoría de los casos, existe mayor supervivencia en la variante parental

Solo AMP-5 and AMP-7 redujo las tasas de supervivencia ) reduced the survival rates, lo que implica mayor virulencia

Se correlaciona con la capacidad de invasión

# Caracterización del peligro: Virulencia

Hay datos que evidencian que los patógenos resistentes son más virulentos que su forma parental o susceptible ([Barza 2002](#); [Helms et al. 2004, 2005](#); [Travers and Barza 2002](#)), pero no en todos los casos ([Evans et al. 2009](#); [Wassenaar et al. 2007](#)).

**L. monocytogenes:** Feromona PplA promueve PrfA (virulencia) con homología cAD1, feromona sexual que también expresa en respuesta a antibióticos como tetraciclina, eritromicina o cloranfenicol, lo que facilita la adquisición de genes de resistencia a antibióticos (ARGs) por *Enterococcus spp.*

Genes de ARG y viceversa comparten sistemas regulatorios (Schroeder et al., 2017). Este es el caso del complejo VirR y VirAB, donde se demostró que genes regulados por VirR, responsables de la resistencia a antibióticos (como **anrB** y **dltD**), se expresaron cuando una cepa de *L. monocytogenes* fue expuesta a nisin, afectando la eficiencia de propagación célula a célula durante la infección.

Ashbolt et al. 2013 <https://doi.org/10.1289/ehp.1206316>

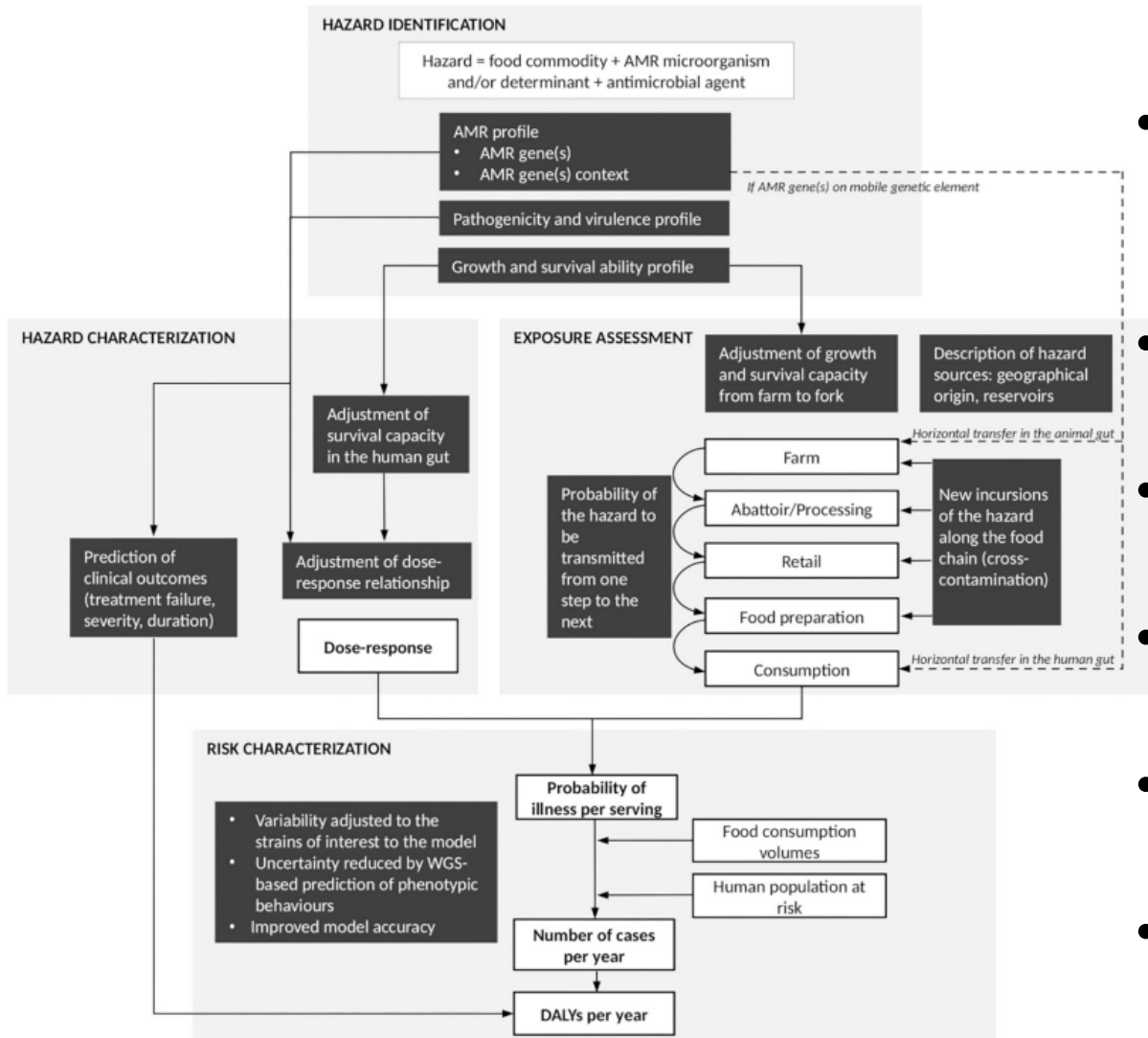
Díaz-Martínez et al. 2024. <https://doi.org/10.1080/1040841X.2024.2412007>





# pQMRA

- Distribución de resistencias y rutas
- Susceptibilidad de resistentes a factores de proceso (supervivencia/crecimiento)
- Protección y susceptibilidad cruzada
- Interacción microbiana (competencia)
- Transferencia horizontal de ARGs
- Virulencia vs. Resistentes (Dosis-respuesta)
- Previa exposición (Dosis-respuesta)

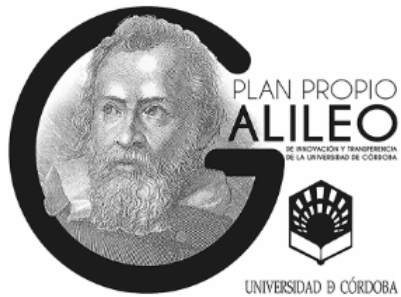


Collineau et al. (2020)

# Conclusions

- Un enfoque de Evaluación de Riesgos “Bottom-up” en el estudio de los factores de riesgo
- Nuevos métodos en las Ev. Riesgo tradicionales para las dinámicas microbiológicas de las resistencias:
  - Evaluación de la Exposición
  - Caracterización del Peligro
- Cuantificación de la resistencia antimicrobiana y su efecto sobre las dinámicas microbianas (supervivencia, transferencia, etc.) → nueva generación de modelos predictivos.
- Mejora de métodos para caracterizar y analizar mejor los genes de resistencia a los antimicrobianos (ARG) y la dinámica de la resistencia antimicrobiana (AMR) a nivel fenotípico y genotípico.

# Agradecimientos



Ayuda RED2022-134545-T financiada por:



# References

- One Health High-Level Expert Panel(OHHLEP), Adisasmito WB, Almuhairi S, Behravesh CB, Bilivogui P, Bukachi SA, et al.(2022) One Health: A new definition for a sustainable and healthy future. PLoS Pathog 18(6):e1010537. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.101>
- Kang, I. B.; Seo, K. H. Variation of Antibiotic Resistance in Salmonella Enteritidis, Escherichia Coli O157:H7, and Listeria Monocytogenes after Exposure to Acid, Salt, and Cold Stress. *J Food Saf*, **2020**, 40 (4). <https://doi.org/10.1111/jfs.12804>.
- Roedel, A.; Dieckmann, R.; Brendebach, H.; Hammerl, J. A.; Kleta, S.; Noll, M.; Al Dahouk, S.; Vincze, S. Biocide-Tolerant Listeria Monocytogenes Isolates from German Food Production Plants Do Not Show Cross-Resistance to Clinically Relevant Antibiotics. *Appl Environ Microbiol*, **2019**, 85 (20).
- Rasouly, A., Shamovsky, Y., Epshtein, V. et al. Analysing the fitness cost of antibiotic resistance to identify targets for combination antimicrobials. *Nat Microbiol* 6, 1410–1423 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41564-021-00973-1>
- Vanacker M, Lenuzza N and Rasigade J-P (2023) The fitness cost of horizontally transferred and mutational antimicrobial resistance in Escherichia coli. *Front. Microbiol.* 14:1186920. doi: 10.3389/fmicb.2023.1186920.
- Rajer F, Sandegren L. 2022. The Role of Antibiotic Resistance Genes in the Fitness Cost of Multiresistance Plasmids. *mBio* 13:e03552-21. <https://doi.org/10.1128/mbio.03552-21>
- Collineau, L., Chapman, B., Bao, X., Sivapathasundaram, B., Carson, C. A., Fazil, A., Reid-Smith, R. J., & Smith, B. A. (2020). A farm-to-fork quantitative risk assessment model for Salmonella Heidelberg resistant to third-generation cephalosporins in broiler chickens in Canada. *International Journal of Food Microbiology*, 330, 108559. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108559>

# References

- Andersson, D. I., & Hughes, D. (2010). Antibiotic resistance and its cost: is it possible to reverse resistance? *Nature Reviews Microbiology*, 8(4), 260-271. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2319>
- Luque-Sastre L., Arroyo C.Fox EM.McMahon BJ.Bai L.Li F.Fanning S. 2018. Antimicrobial Resistance in *Listeria* Species. *Microbiol Spectr* 6:10.1128/microbiolspec.arba-0031-2017.<https://doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0031-2017>
- Opatowski, L., Opatowski, M., Vong, S., & Temime, L. (2020). A One-Health Quantitative Model to Assess the Risk of Antibiotic Resistance Acquisition in Asian Populations: Impact of Exposure Through Food, Water, Livestock, and Humans. *Risk Analysis*. <https://doi.org/10.1111/risa.13618>



- y have no relationship genetically with the strains which include vancomycin/resistant to antibiotic/or having resistance and virulence genes. In this chapter, important features of enterococci, the role of food chain for ARE especially, VRE infections in community including strategies for future solutions about the problem are summarised.
- M. Terkuran et al. 2019