



*Revisión sistemática y meta-análisis sobre el papel de los cultivos iniciadores en la calidad de productos fermentados*

Dra. María Ángeles Stegmayer



# INTRODUCCIÓN



Productos cárnicos fermentados



Consumo en crudo  
Sin refrigerar  
Larga vida útil

## ***Características organolépticas***

Típico color rojo

Sabor

Aroma

Consistencia

## ***Proceso de fermentación***

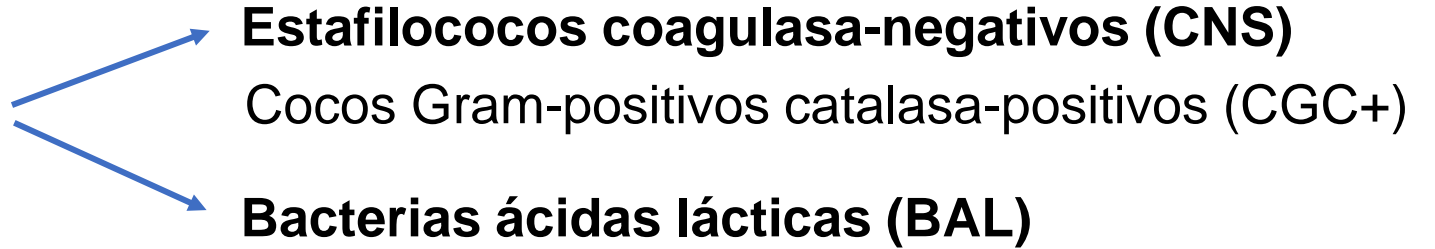
Fermentación espontánea

⇒ Microbiota autóctona de la carne



# Fermentación con cultivos iniciadores

Microorganismos vivos  
Simples o mixtos



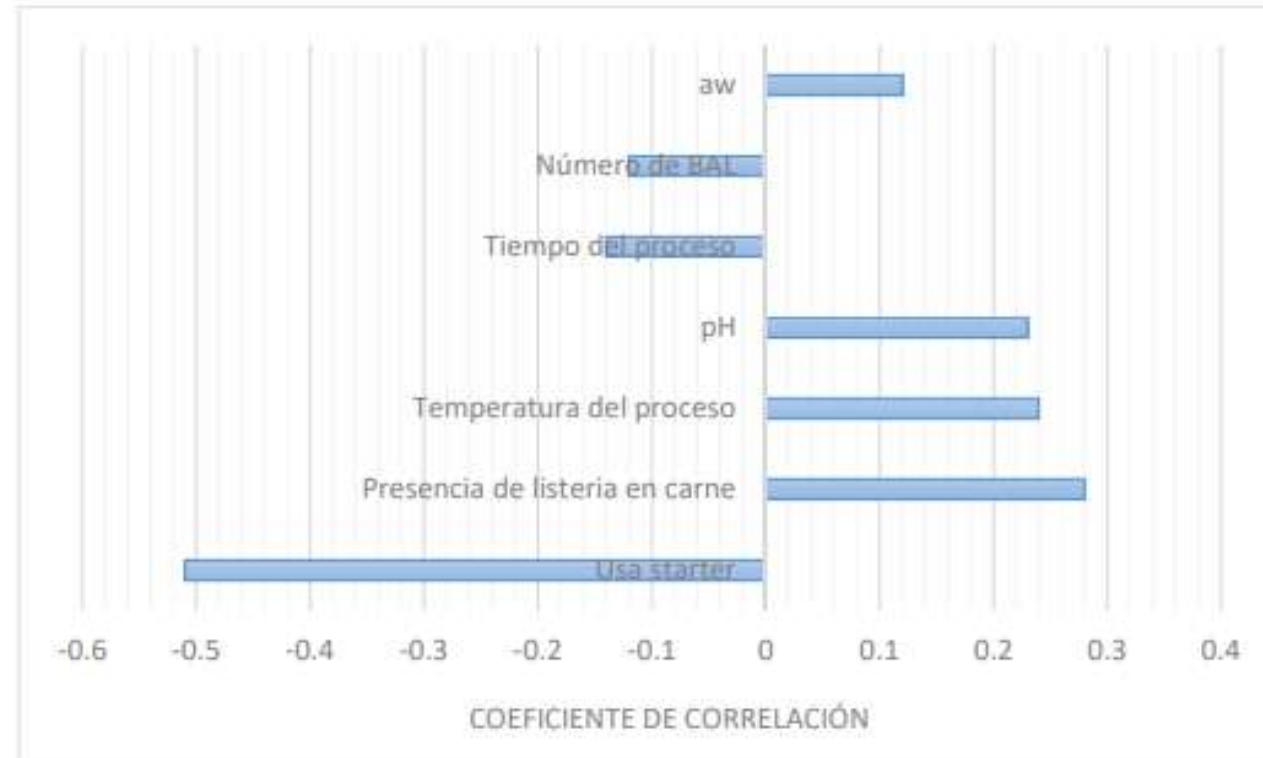
## ¿POR QUÉ?

- Estandarizar propiedades del producto (sabor, color)
- Disminuir el período de fermentación
- Producir el mismo producto de calidad durante todo el año en cualquier zona climática
- Garantizar la seguridad

- ✓ Cepas con presunción de seguridad
- ✓ Garantizar la calidad y cantidad del cultivo iniciador
- ✓ Cepas AUTÓCTONAS

# Seguridad: LISTERIA MONOCYTOGENES

Análisis de sensibilidad



Extraído de: Evaluación de riesgos de L. monocytogenes en chacinados embutidos secos y salazones crudas-Informe final 2017



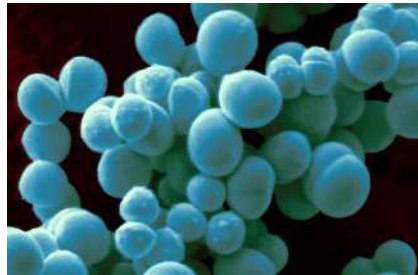
## Bacterias ácidas lácticas (BAL)



Actúan sobre las **proteínas de la carne**, modificando su capacidad de **retención de agua**, y contribuyendo así a la **textura, la humedad, el sabor y el aroma** de los productos, al mismo tiempo que actúa sobre su **seguridad microbiológica**.



## Estafilococos coagulasa-negativos (CNS)



Desarrollo de las **propiedades organolépticas** de los embutidos a través de la **reducción de los nitratos**, lo que les confiere su **característico color rojo**, la actividad lipolítica y proteolítica.

# Elaboración del embutido



Producción del picado

*Carne + grasa + especias + azúcar + aditivos + sal + **cultivo iniciador ( $10^6$ - $10^9$  UFC/g)***



Embutido

*Tripa sintética o natural, diámetro característico*

Inoculación de la superficie, ahumado (opcional)

Fermentación y secado

*Temperatura y humedad relativa controlada*



# OBJETIVOS



¿Existen pruebas en la literatura de que **la adición de un cultivo iniciador** (bacterias lácticas y/o estafilococos coagulasa-negativos) en los **embutidos secos fermentados** puede **modificar sus características organolépticas, de calidad y de seguridad** en comparación con los embutidos no tratadas?

¿**En qué medida** el cultivo iniciador puede **modificar estas características** en los embutidos crudo fermentados?

## Objetivo

Realizar una **revisión sistemática y meta-análisis** para evaluar el efecto de la adición de cultivos iniciadores sobre la calidad y la seguridad de los embutidos seco fermentados.



# METODOLOGÍA



Preferred Reporting Items for **Systematic Reviews** and **Meta-Analysis** (PRISMA)

## Revisión sistemática - Estrategia de búsqueda

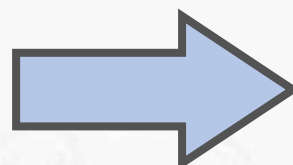
Scopus,  
ScienceDirect,  
Scielo,  
PubMed,  
GoogleScholar



“sausages” AND “starter” AND  
“culture” AND (“fermented” OR  
“cured” OR “dry”)



1980-Mayo 2022



Artículos identificados  
**n=1144**





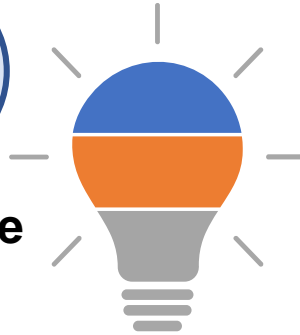
# Revisión sistemática - Criterio de selección

1



Embutidos secos  
fermentados  
**inoculados**  
vs. **no inoculados (control)**

2



**Momento de  
muestreo**

Final de la fermentación  
 $7 \pm 3$  días de fabricación

3



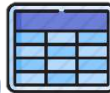
**Parámetros fisicoquímicos:**

pH,  $a_w$ , humedad, color

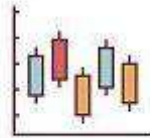
**Parámetros microbiológicos:**

TVC y recuento de LAB,  
Enterobacteriaceae, Staphylococci,  
hongos y levaduras

4



- **Valor medio**
- **Medida de varianza**  
(desviación estándar, error estándar)



Software PlotDigitizer 2.5.0

# Revisión sistemática - Estudios y experimentos

**“Estudio”** = artículo científico, puede incluir uno o más experimentos.  
**“Experimento”** = ensayo que tiene en cuenta el tratamiento con agregado de cultivo iniciador.

Q. Chen et al. Meat Science 121 (2016) 196–206

**Table 2**

Population (lg CFU/g) evolution of lactic acid bacteria (LAB) and Staphylococci in dry sausages non-inoculated and inoculated with various bacterial strains over a nine-day fermentation.

	LAB		Staphylococci	
	Day 0	Day 9	Day 0	Day 9
Control	4.15 ± 0.30 <sup>Bb</sup>	6.38 ± 0.36 <sup>Ba</sup>	3.95 ± 0.31 <sup>Bb</sup>	5.35 ± 0.31 <sup>Ba</sup>
Pp	6.97 ± 0.31 <sup>Ab</sup>	8.55 ± 0.16 <sup>Aa</sup>	3.99 ± 0.24 <sup>Bb</sup>	5.17 ± 0.11 <sup>Ba</sup>
Lc	6.99 ± 0.18 <sup>Ab</sup>	8.26 ± 0.26 <sup>Aa</sup>	4.00 ± 0.22 <sup>Bb</sup>	5.11 ± 0.10 <sup>Ba</sup>
Ls	7.04 ± 0.07 <sup>Ab</sup>	8.25 ± 0.13 <sup>Aa</sup>	3.92 ± 0.23 <sup>Bb</sup>	5.06 ± 0.08 <sup>Ba</sup>
Sx	3.98 ± 0.28 <sup>Bb</sup>	6.76 ± 0.24 <sup>Ba</sup>	6.96 ± 0.16 <sup>Ab</sup>	7.72 ± 0.28 <sup>Aa</sup>
Pp + Sx + Lc	7.30 ± 0.09 <sup>Ab</sup>	8.77 ± 0.07 <sup>Aa</sup>	7.06 ± 0.05 <sup>Ab</sup>	7.41 ± 0.18 <sup>Aa</sup>
Pp + Sx + Ls	7.34 ± 0.14 <sup>Ab</sup>	8.80 ± 0.13 <sup>Aa</sup>	7.03 ± 0.08 <sup>Ab</sup>	7.37 ± 0.14 <sup>Aa</sup>

a–b mean within the same row for LAB or Staphylococci with different superscript letters differ significantly ( $P < 0.05$ ).

A–B mean within the same column with different superscript letters differ significantly ( $P < 0.05$ ).

Pp, *P. pentosaceus*; Lc, *L. curvatus*; Ls, *L. sake*; Sx, *S. xylosum*; Pp + Sx + Lc, *P. pentosaceus*, *S. xylosum* and *L. curvatus*; Pp + Sx + Ls, *P. pentosaceus*, *S. xylosum* and *L. sake*.

**1 estudio; 6 experimentos**

# Meta - análisis

Comprehensive Meta-Analysis version 2.2 (2011)

Modelo de efectos aleatorios  
Análisis de variables continuas

**DM** = diferencia de medias  
95 % Intervalo de confianza (**IC**)  
*P*-value (<0.005)

## Factores:

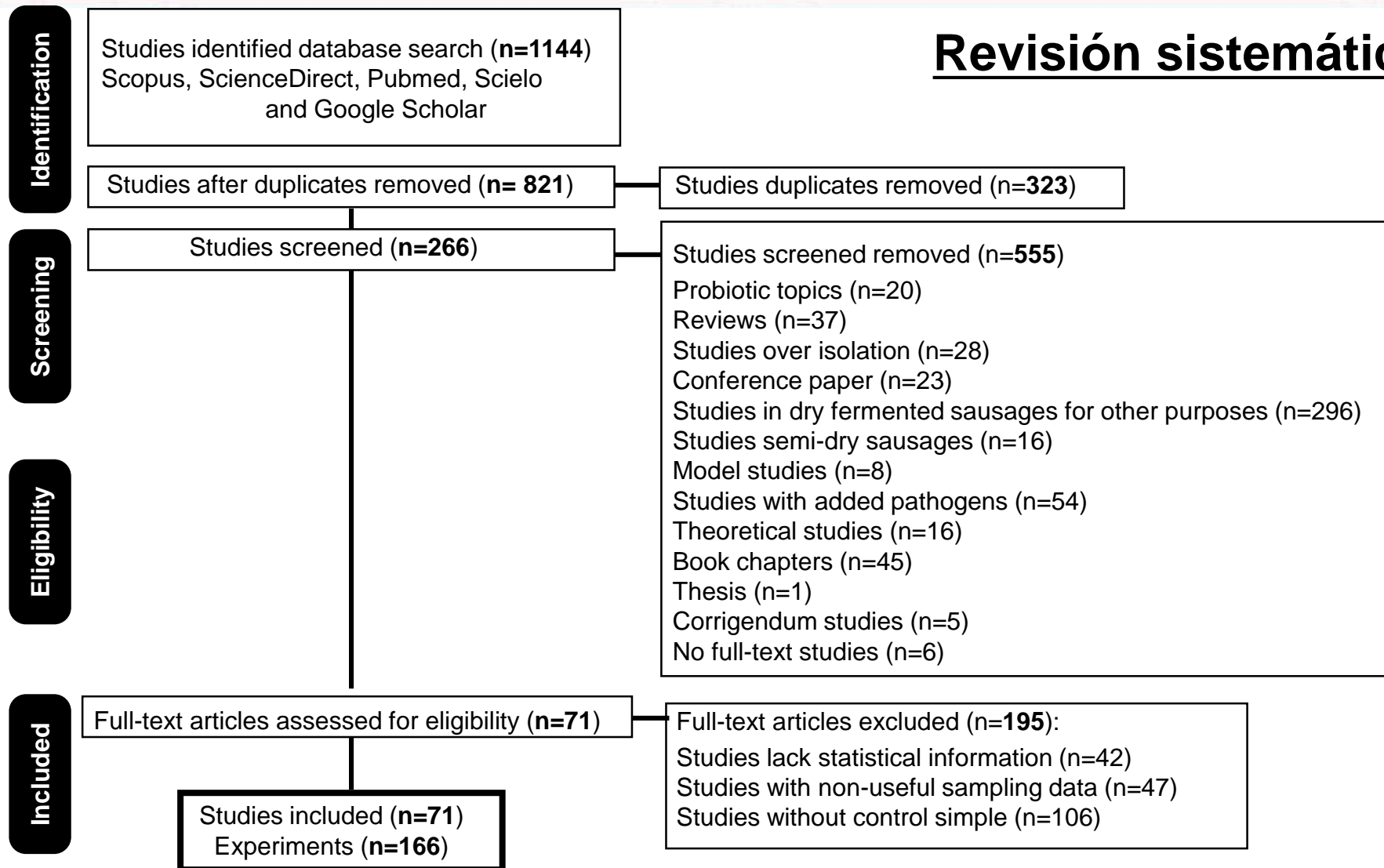
- tipo de **composición del inóculo** bacteriano (**LAB, SNC o LAB/SNC**)
- tipo de inóculo (**monocepa vs multicepa**)
- la **especie iniciadora utilizada** (con *Lactobacillus* spp.; con *L. plantarum*, con *L. sakei*, con *Pediococcus* spp.; con *P. acidilactici*; con *Staphylococcus* spp., con *S. carnosus* y con *S. xylosus*)
- la **carne** magra utilizada

Análisis de subgrupo

# RESULTADOS

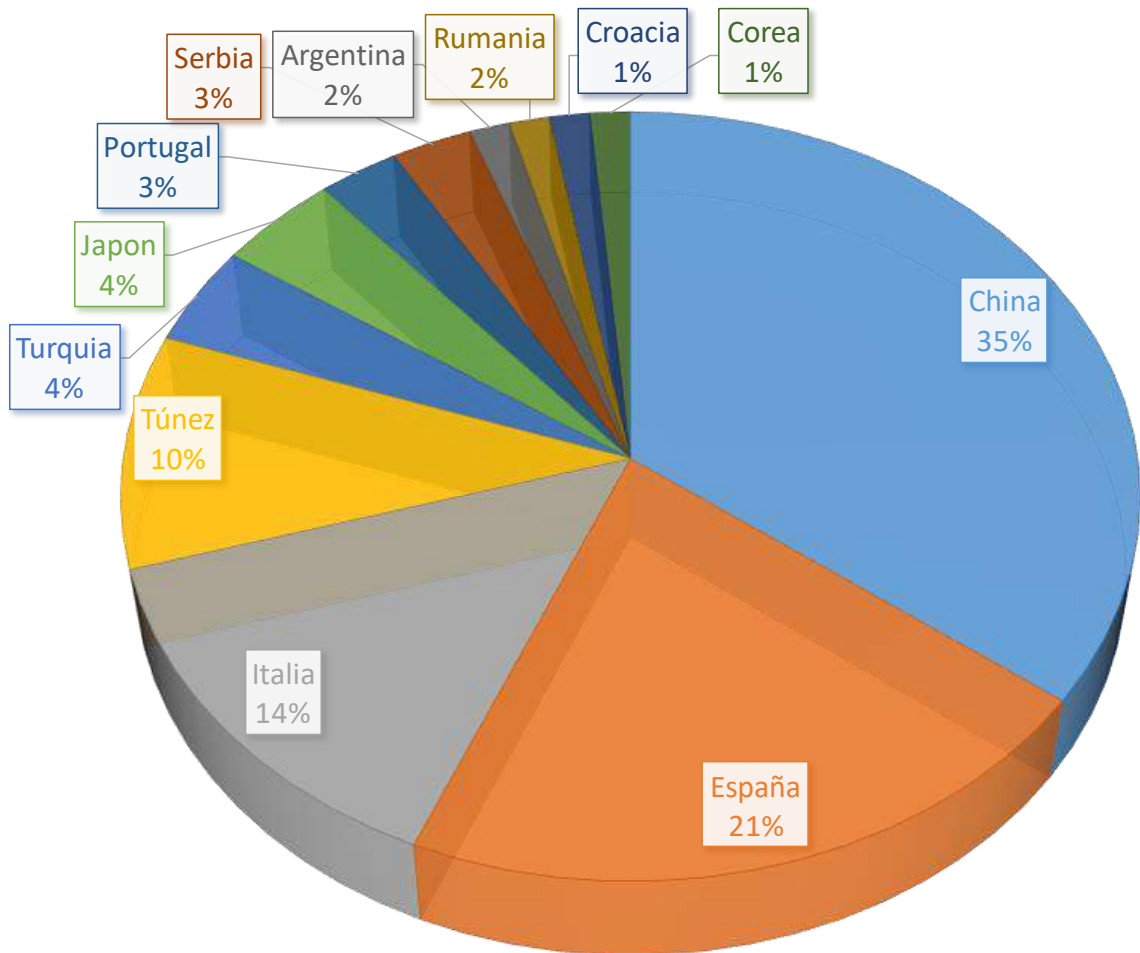


## Revisión sistemática

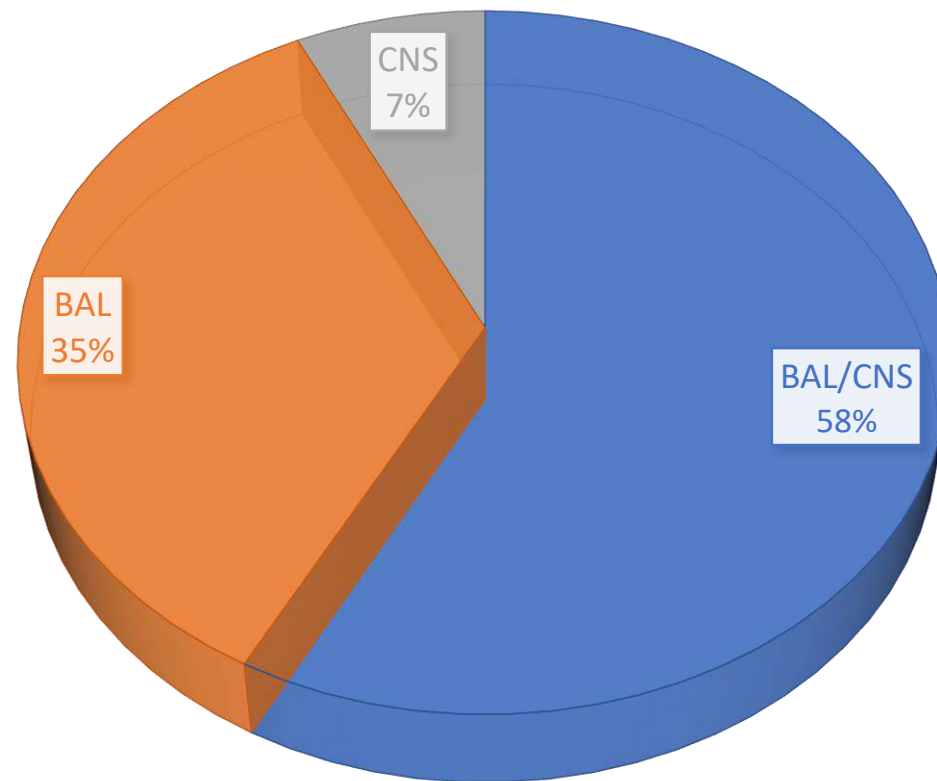




## Porcentajes de EXPERIMENTOS por países



## Porcentaje de EXPERIMENTOS según el tipo de inóculo



# Meta - análisis

## Efecto del uso del cultivo iniciador sobre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los embutidos

Parámetros	n	DM	95% IC	P-value	I <sup>2</sup> (%)
pH	129	-0.306	-0.310 ; -0.302	<b>&lt;0.001</b>	99.07
Humedad	64	-1.287	-1.776 ; -0.797	<b>&lt;0.001</b>	99.18
a <sub>w</sub>	79	-0.015	-0.021 ; -0.009	<b>&lt;0.001</b>	98.19
Color a*	33	1.029	0.385 ; 1.673	<b>0.002</b>	96.21
Color b*	32	-0.397	-1.026 ; 0.232	0.216	95.44
Color L*	32	1.698	0.756 ; 2.641	<b>&lt;0.001</b>	98.05
Recuento de LAB	136	0.931	0.744 ; 1.118	<b>&lt;0.001</b>	99.06
TVC	68	0.417	0.272 ; 0.561	<b>&lt;0.001</b>	96.85
Recuento de Enterobacteriaceae	78	-1.119	-1.293 ; -0.945	<b>&lt;0.001</b>	99.64
Recuento de Staphylococci	109	0.507	0.288 ; 0.725	<b>&lt;0.001</b>	99.36
Recuento de hongos y levaduras	31	-0.269	-0.573 ; 0.033	0.081	98.24

Parámetros que disminuyeron las DM entre los tratamientos y el control.

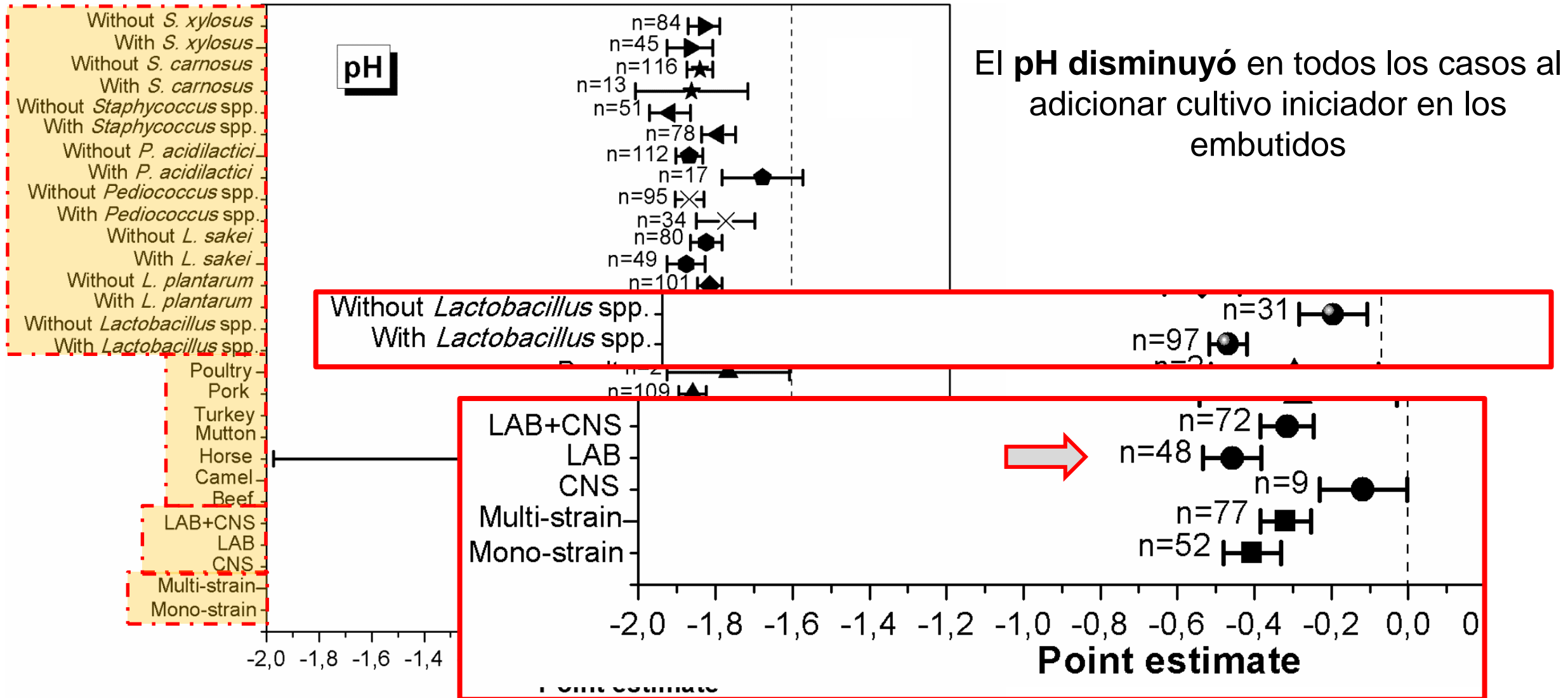
Parámetros que aumentaron las DM entre los tratamientos y el control.

n= número de experimentos. DM= diferencia de medias entre los tratamientos con cultivo iniciador y el control. IC= intervalo de confianza. Las diferencias significativas (valor P) se destacan en negrita.

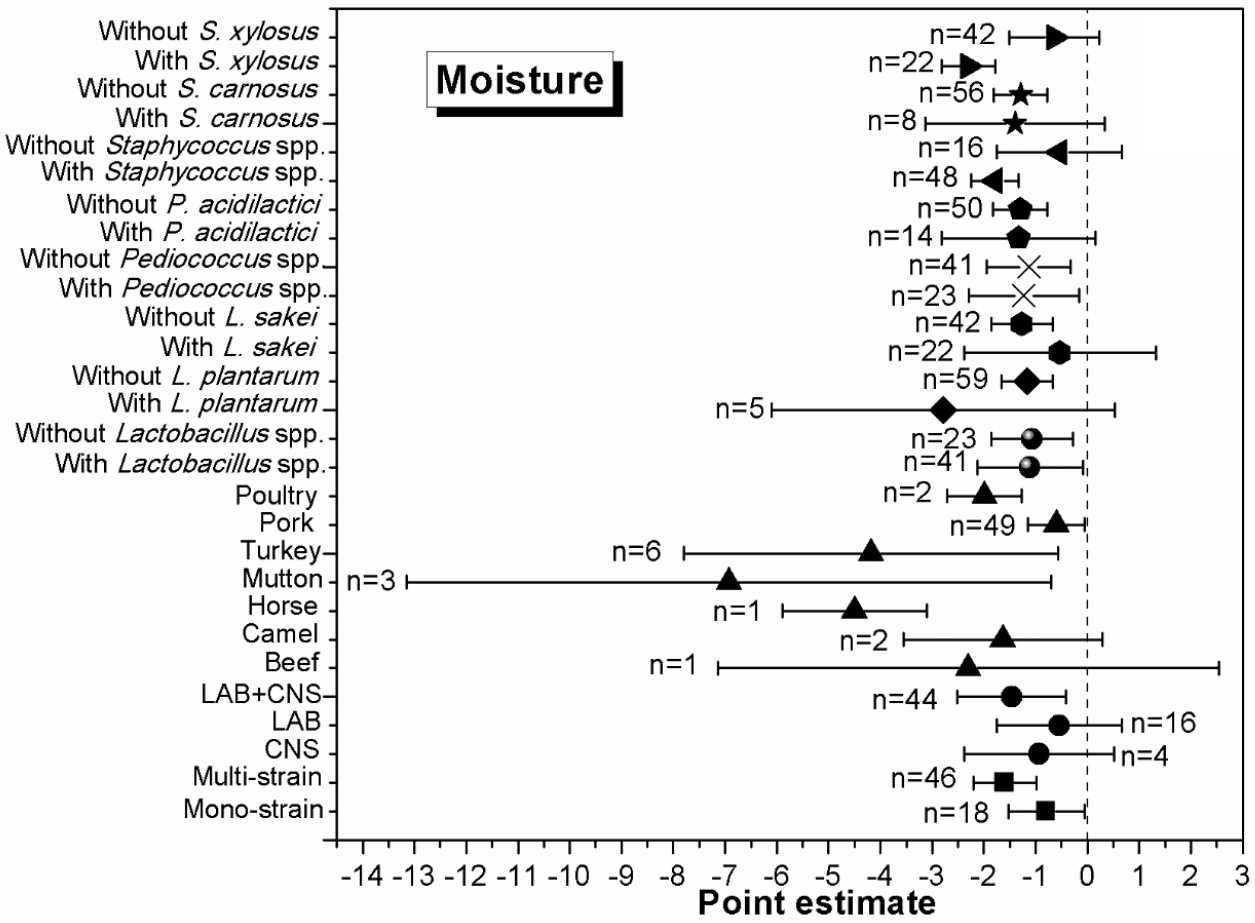
I<sup>2</sup> > 60%; heterogeneidad significativa

# Meta - análisis

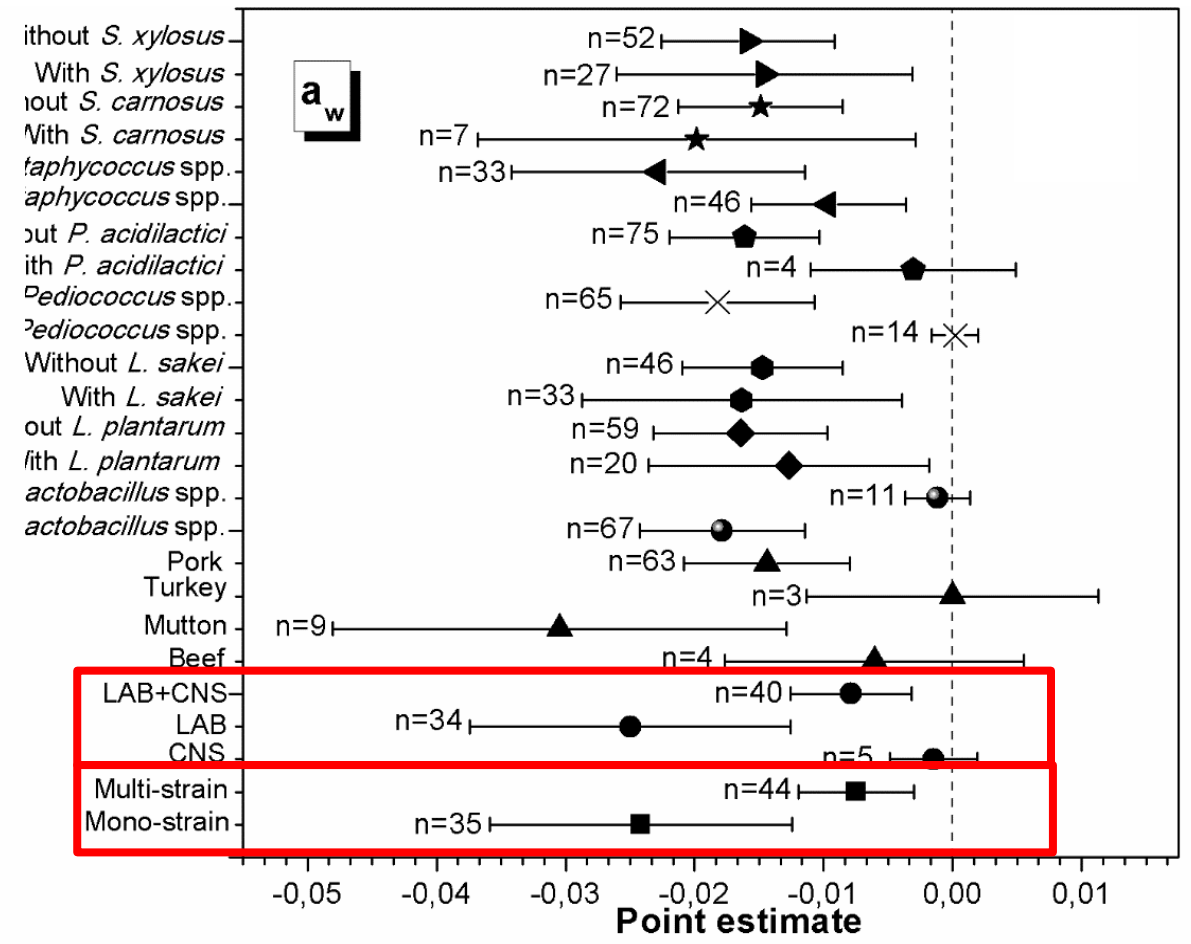
## Análisis de subgrupo



**Moisture**



**a<sub>w</sub>**



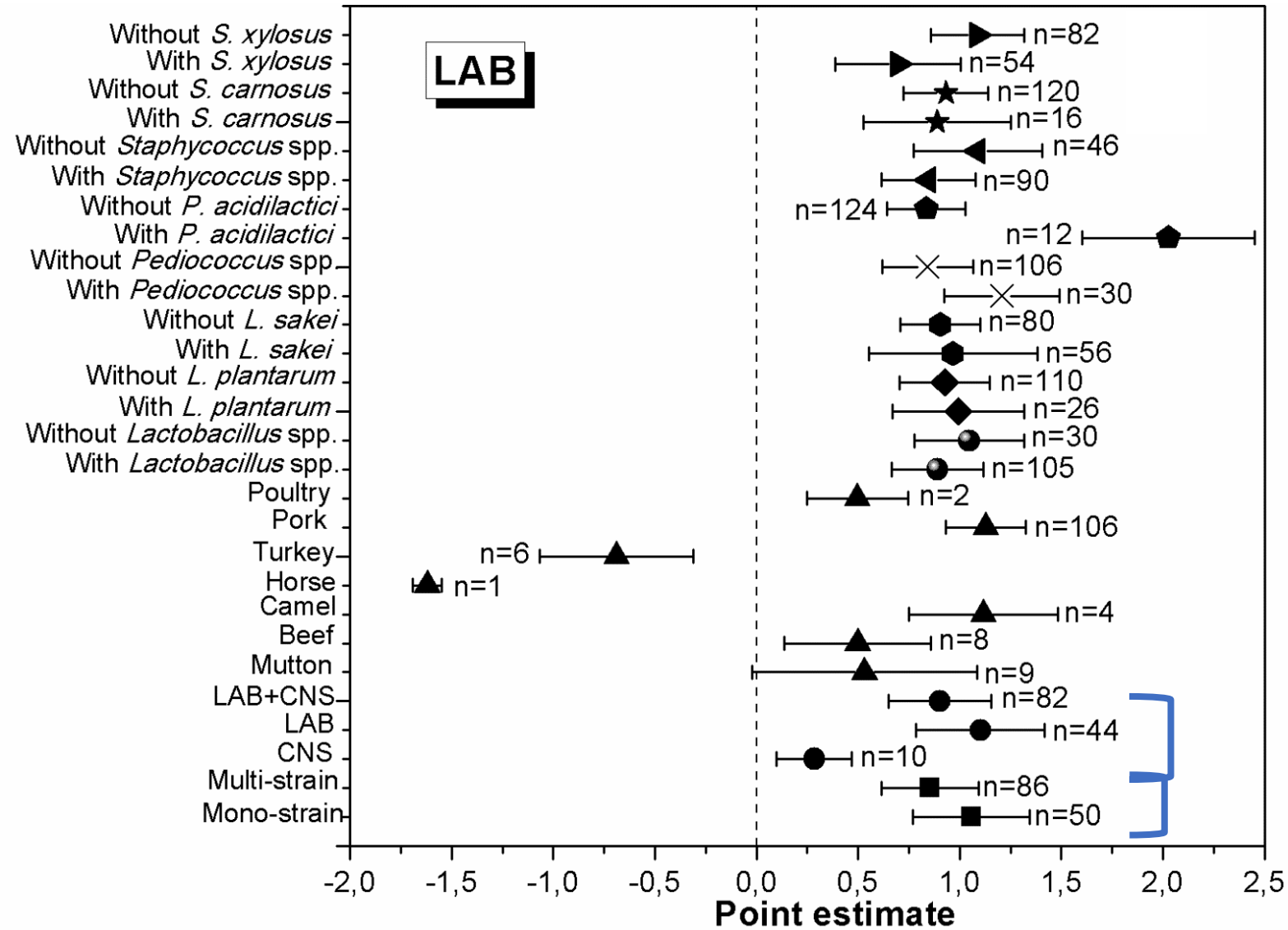
Humedad y a<sub>w</sub>



Disminuye gradualmente durante la fabricación

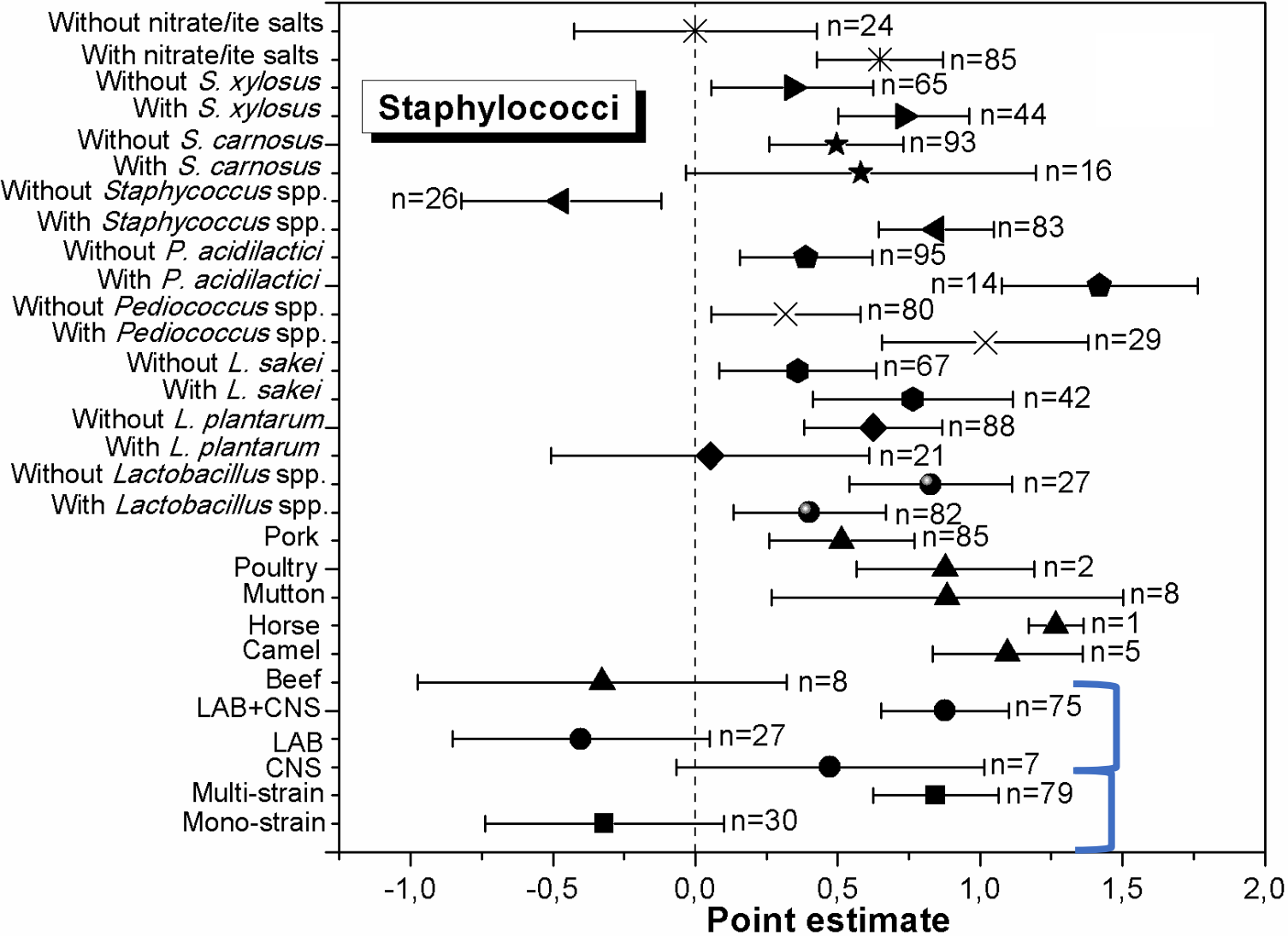
Cultivos iniciadores con BAL, disminución del pH es clave





Las BAL añadidas se adaptaron a la matriz cárnica desde el inicio de la fermentación hasta el final

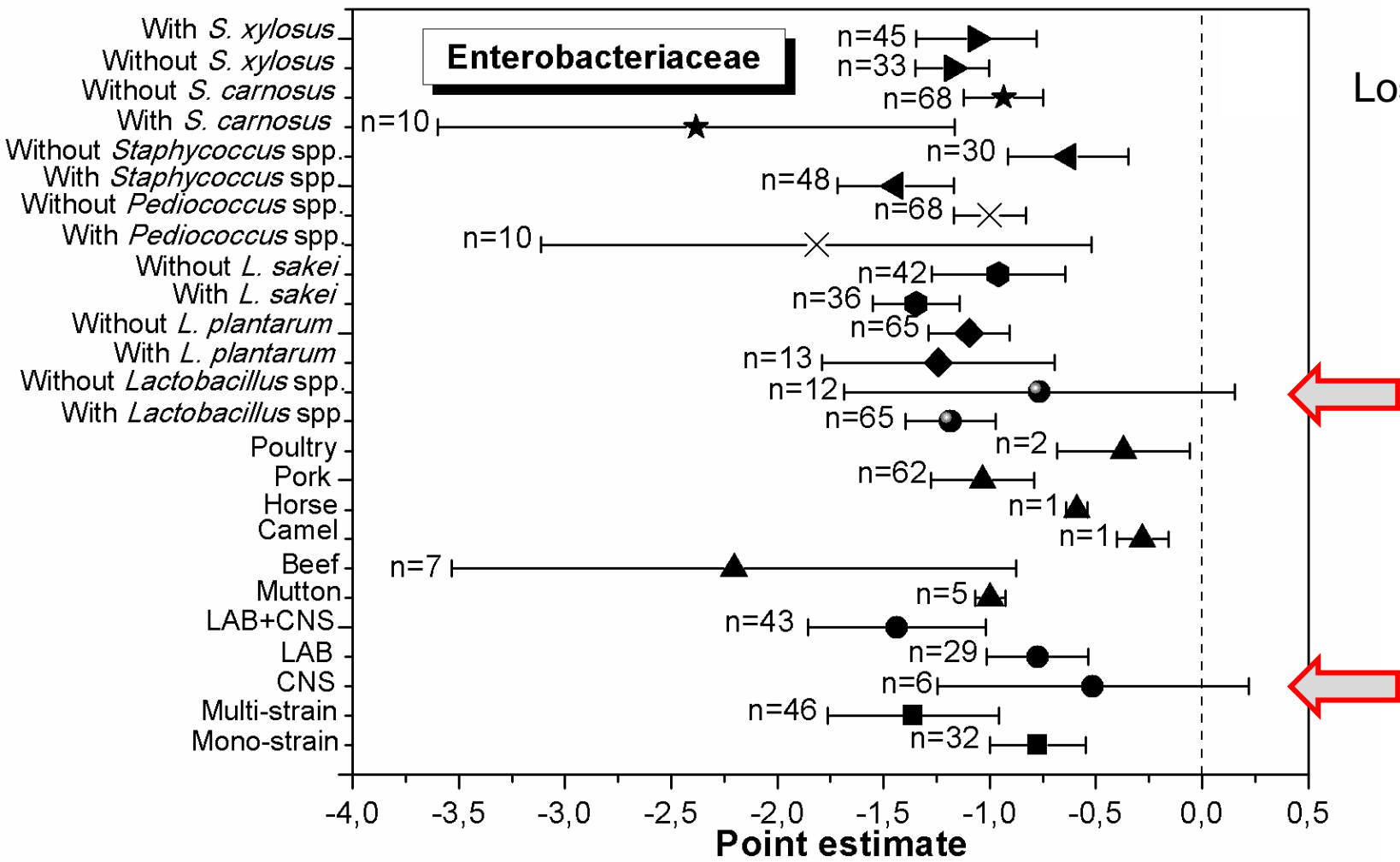
CNS; favorece el crecimiento de las BAL nativas en el embutido



## CNS y BAL; microbiota dominante

**CNS:** relacionado directamente con las CNS inoculadas, buena adaptación a la matriz cárnica.

**BAL:** el crecimiento de estafilococos (nativos) esta afectado por la acidificación provocada por las LAB inoculadas.



**Biomarcador útil**  
 posible contaminación microbiológica  
 durante el procesamiento

Los experimentos con la adición de cultivo  
 iniciador **mostraron una reducción  
 significativa en los recuentos de  
 Enterobacteriaceae**

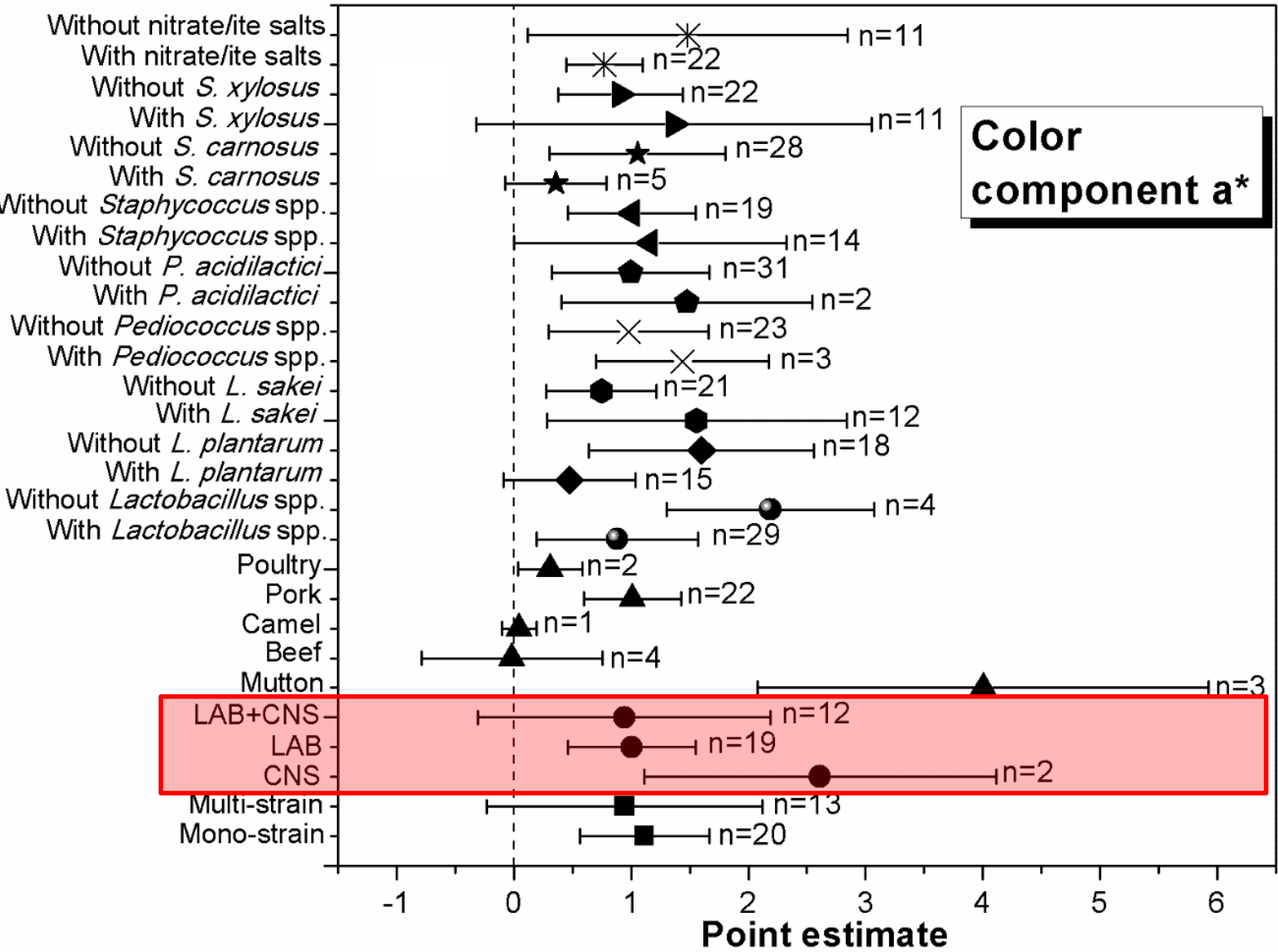
**BAL:** Competencia excluyente  
 Compuestos bacterianos

La acidez generada no fue suficiente  
 para suprimir el crecimiento de  
 Enterobacteriaceae durante el período  
 de estudio

**Color component a\***

**Enrojecimiento**

Formación de nitrosomioglobina (color rojo típico)






# CONCLUSIONES



## Meta - análisis



	DM	IC
Color a*	1.029	0.385 ; 1.673
Color L*	1.698	0.756 ; 2.641
LAB	0.931	0.744 ; 1.118
TVC	0.417	0.272 ; 0.561
Staphylococcus	0.507	0.288 ; 0.725

	DM	IC
pH	-0.306	-0.310 ; -0.302
Humedad	-1.287	-1.776 ; -0.797
a <sub>w</sub>	-0.015	-0.021 ; -0.009
Enterobacterias	-1.119	-1.293 ; -0.945

**LAB o LAB/CNS:** mejor efecto sobre la fermentación de los embutidos.  
mejoras en la calidad (color, pH, humedad, a<sub>w</sub>, LAB y Staphylococci)  
mejoras en la seguridad (Enterobacterias)

**El uso de cultivos iniciadores en embutidos secos fermentados es una herramienta fundamental para estandarizar las condiciones tecnológicas y de seguridad alimentaria en estos productos alimenticios.**





# ¡GRACIAS!

Dra. María Ángeles Stegmayer  
[angie.stegmayer@gmail.com](mailto:angie.stegmayer@gmail.com)

