



**Grupo de Investigación HIBRO , AGR-0170**



# **Microbiología predictiva**

**Profa. Rosa María García Gimeno**

Dpto. Bromatología y Tecnología de los Alimentos

Universidad de Córdoba

**¿Qué es y como surge  
la microbiología predictiva?  
¿Cómo se hacen los modelos?  
¿Qué tipos hay?  
¿Qué aplicaciones tiene  
en los alimentos?**

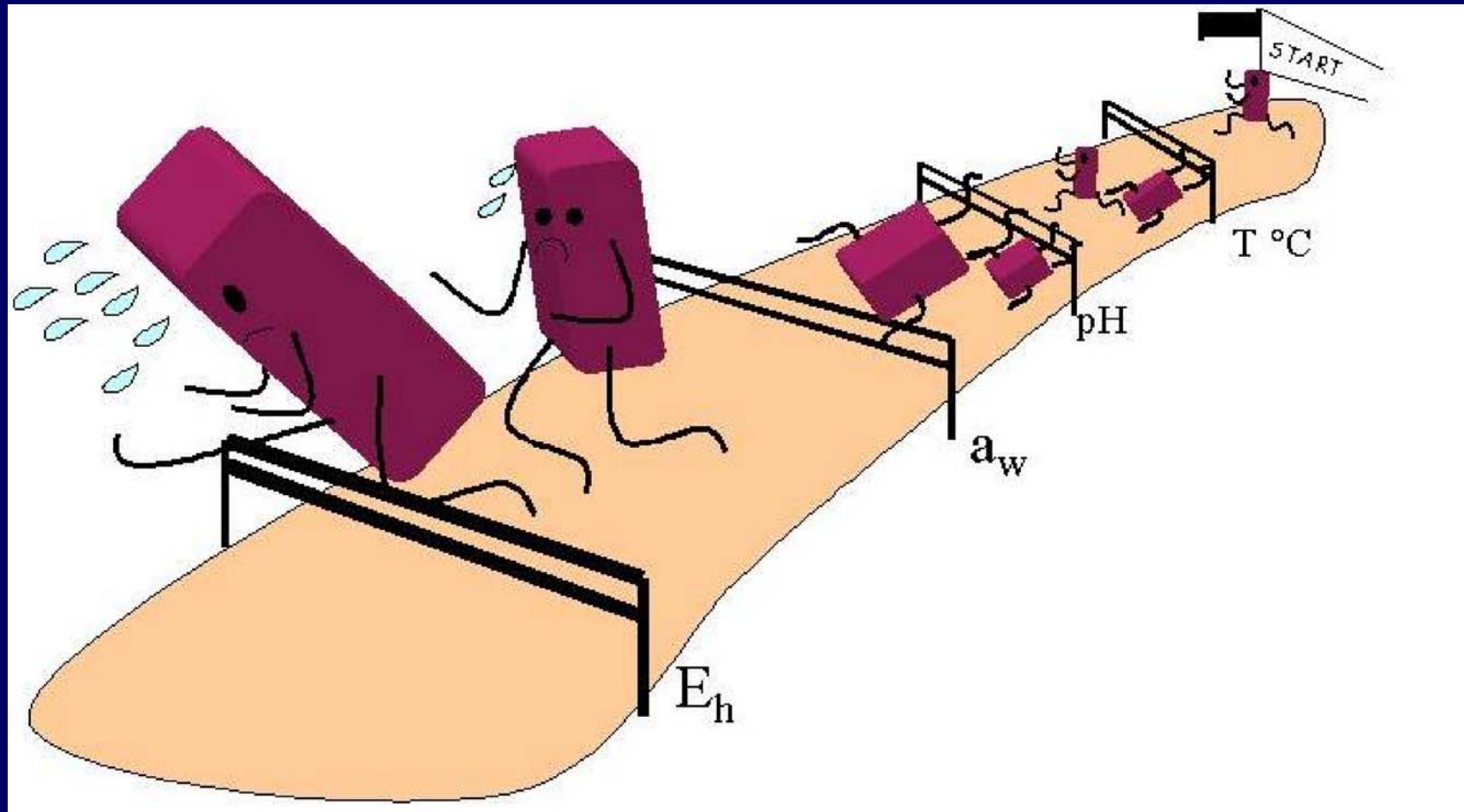


*¿Qué es la microbiología predictiva ?*

*¿Qué es?*

La **microbiología predictiva** comprende el estudio de la **respuesta de crecimiento**, o de **inhibición**, de **microorganismos que crecen en alimentos**, en función de **factores** que les afecten (temperatura, pH, gases, etc.) y a partir de estos datos **predecir** lo que sucederá durante el **almacenamiento**, **procesado**, etc





**Figura. Teoría de los salto de obstáculos**

### *Factores intrínsecos*

- **Nutrientes**
- **pH y capacidad tampón**
- **Potencial redox**
- **Actividad de agua**
- **Constituyentes antimicrobianos**
- **Estructuras antimicrobianas**

### *Factores implícitos*

- **Velocidad de crecimiento específico**
- **Sinergismo**
- **Antagonismo**
- **Comensalismo**

### *Factores de la elaboración o tratamiento*

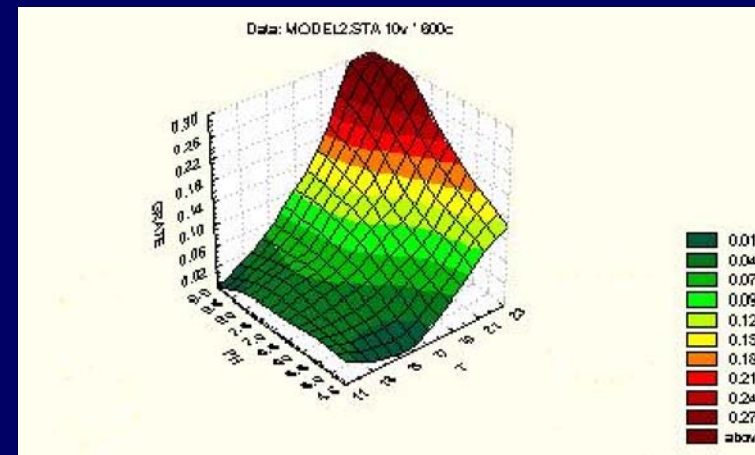
### *Factores ambientales o extrínsecos*

- **Humedad relativa**
- **Temperatura**
- **Atmósfera gaseosa**

- **Cortado en rodajas**
- **Lavado**
- **envasado**
- **Irradiación**
- **Pasterización**
- **Otros**

*¿Cómo se hacen?*

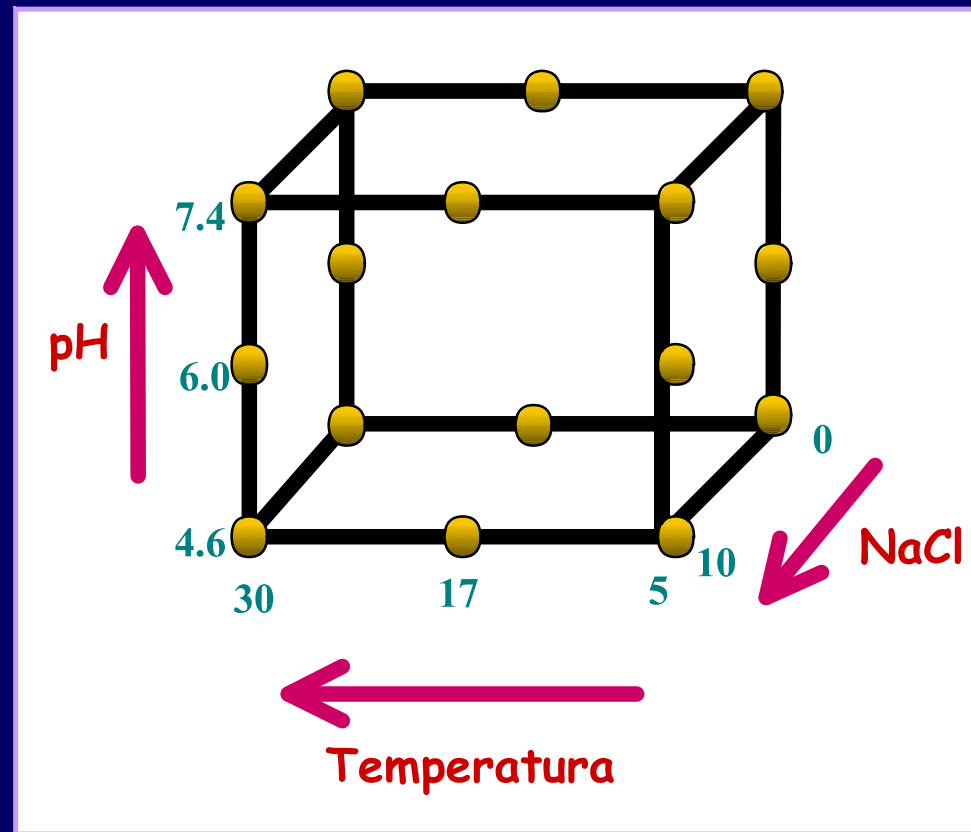
- **DISEÑO**
- **ACUMULACION DE DATOS**
- **AJUSTE DE LA CURVA DE CRECIMIENTO / INHIBICIÓN**
- **MODELO**
- **VALIDACIÓN**
- **PREDICCIÓN**



*¿Cómo se hacen?*

## Estrategia para Diseño experimental (Davies 1993):

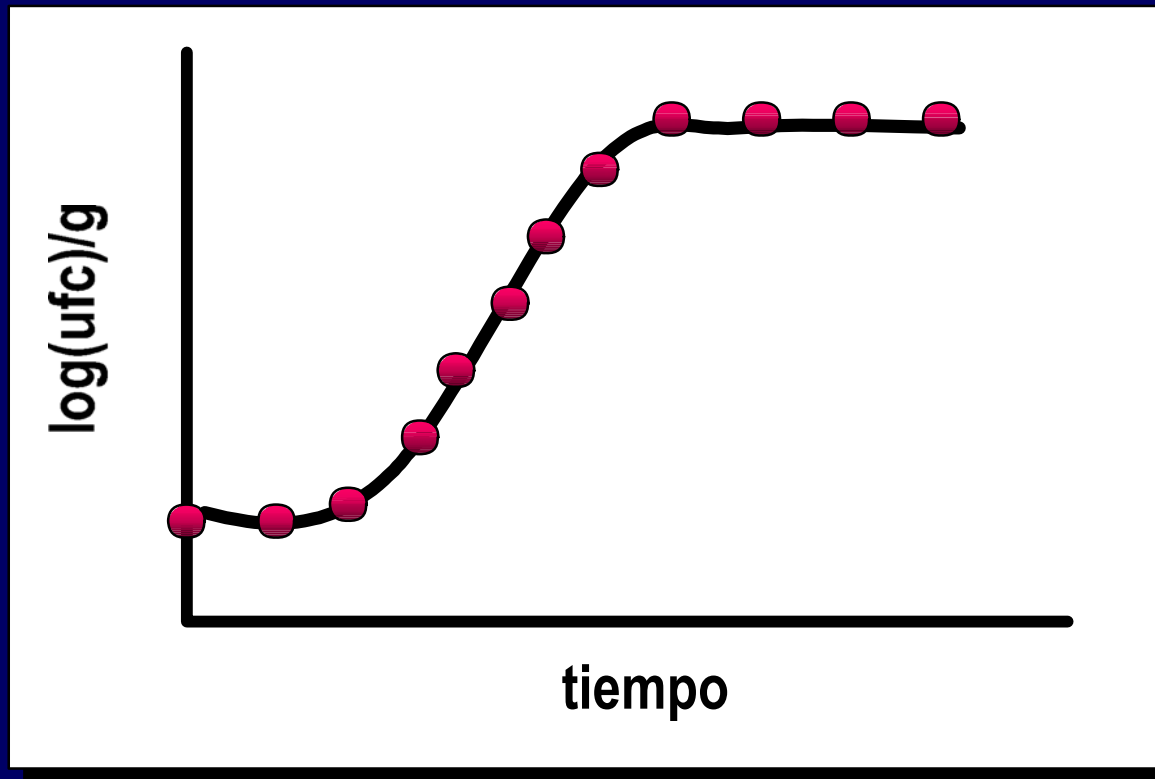
- Definir objetivo experimental
- Enumerar todas las variables y grado importancia
- Rango de fluctuación de variables
- Selección del medio o sustrato
- Características del inóculo
- Competencia con otros microorganismos





*¿Cómo se hacen?*

## 2. Acumulación de datos



## 2. Acumulación de datos

**Métodos directos** → **Recuento en placas**

! ' ! material, tiempo y de esfuerzo

**Métodos indirectos** → **Métodos instrumentales**

- **Métodos eléctricos: conductancia, impedancia**
- **Turbidimetría**
- **Citometría de flujo**
- **Bioluminiscencia**
- **Espectroscopía de infrarrojos**

**Ventajas:**  
rapidez, fiabilidad,  
no destructiva,  
económica

### 3. Ajuste de la curva

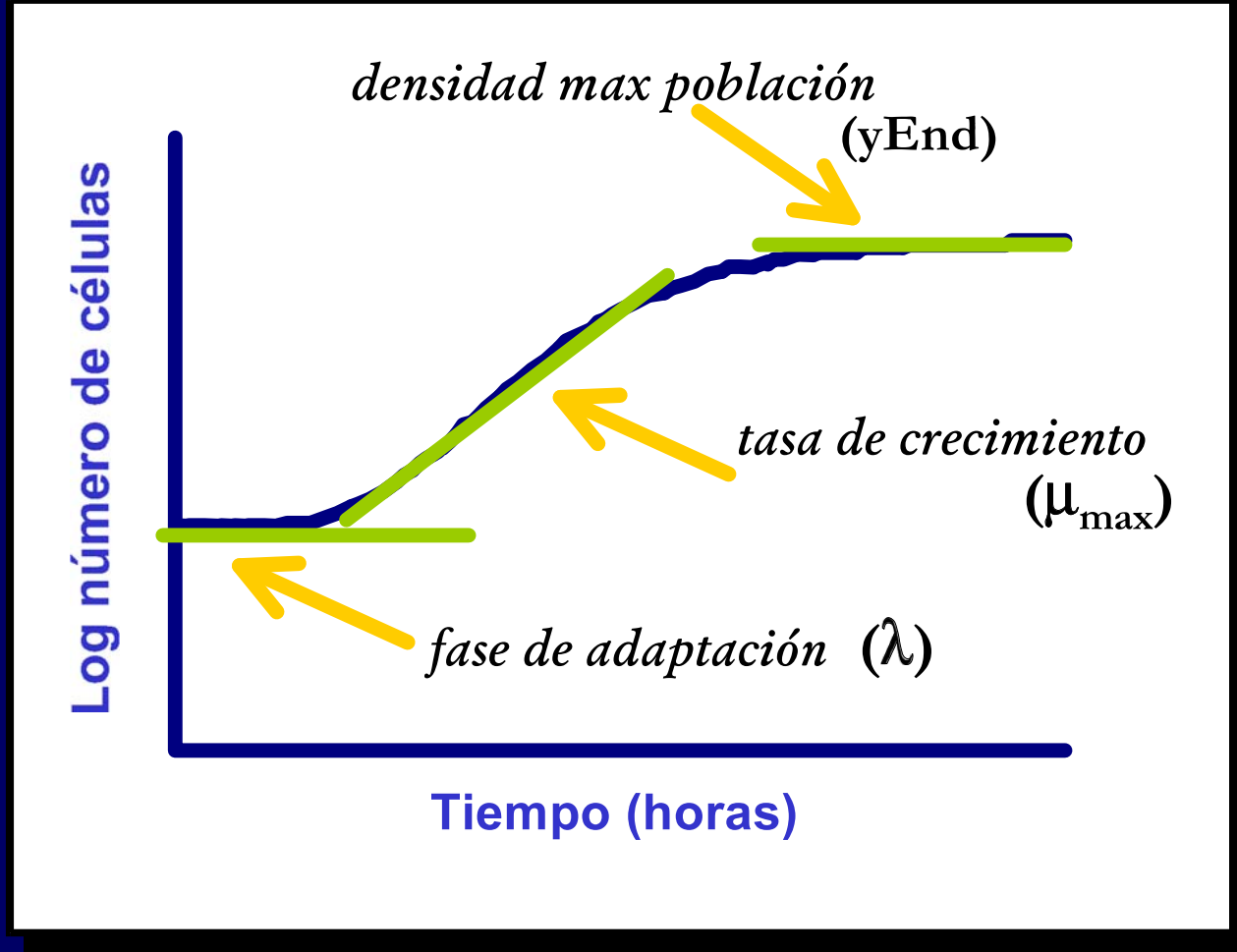
Datos  
experimentales



MODELOS  
PRIMARIOS



Parámetros de  
crecimiento



## Parámetros cinéticos que estima el modelo

Tasa de crecimiento específica máxima ( $\mu_{max}$ )

Tiempo de generación (g) o tiempo de duplicación (Td) ("doubling time")

Tiempo de adaptación ((lag-time))

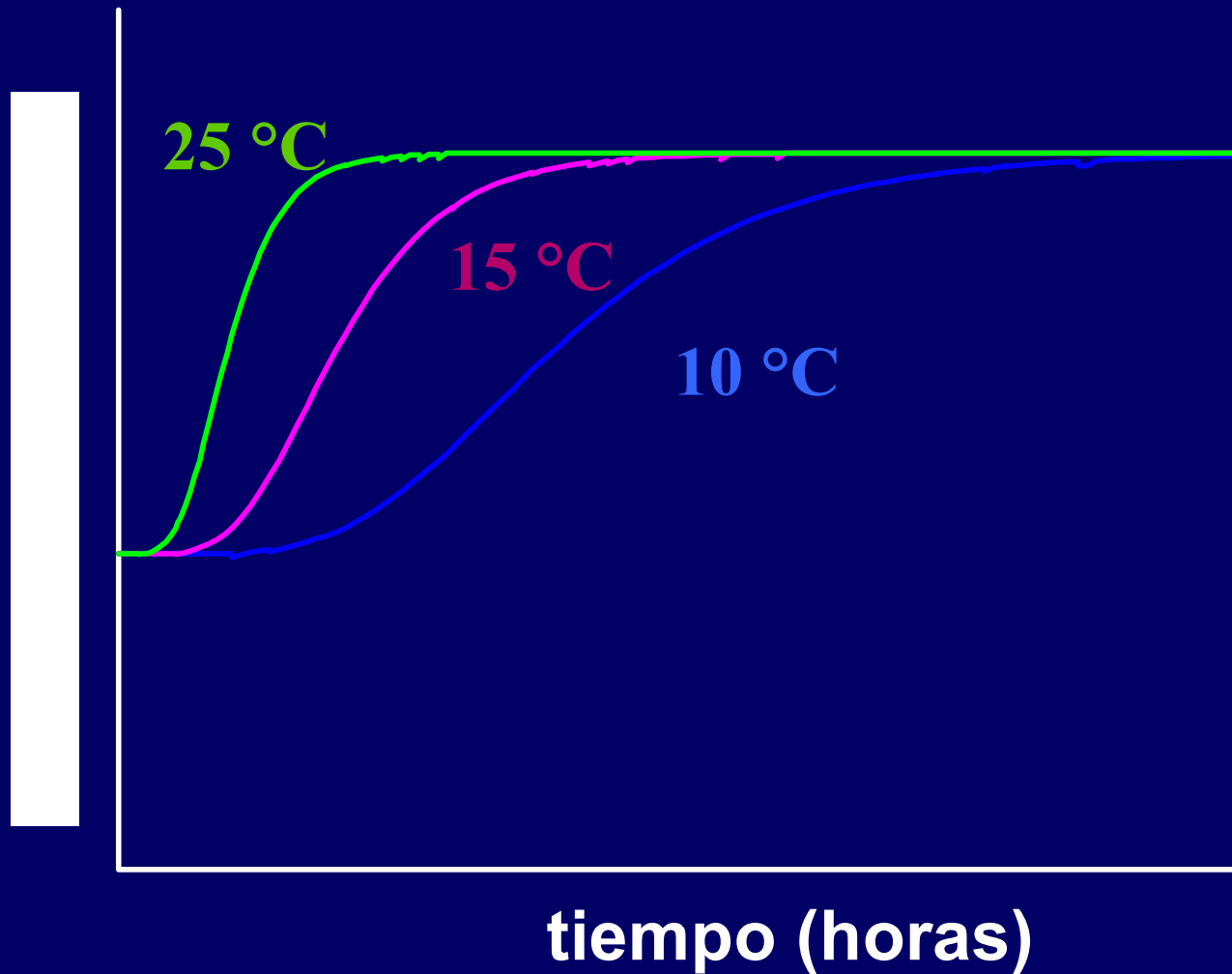
Tiempo en alcanza X nivel o ufc/ml

Tiempo en incrementarse 2 unidades logarítmicas

.....

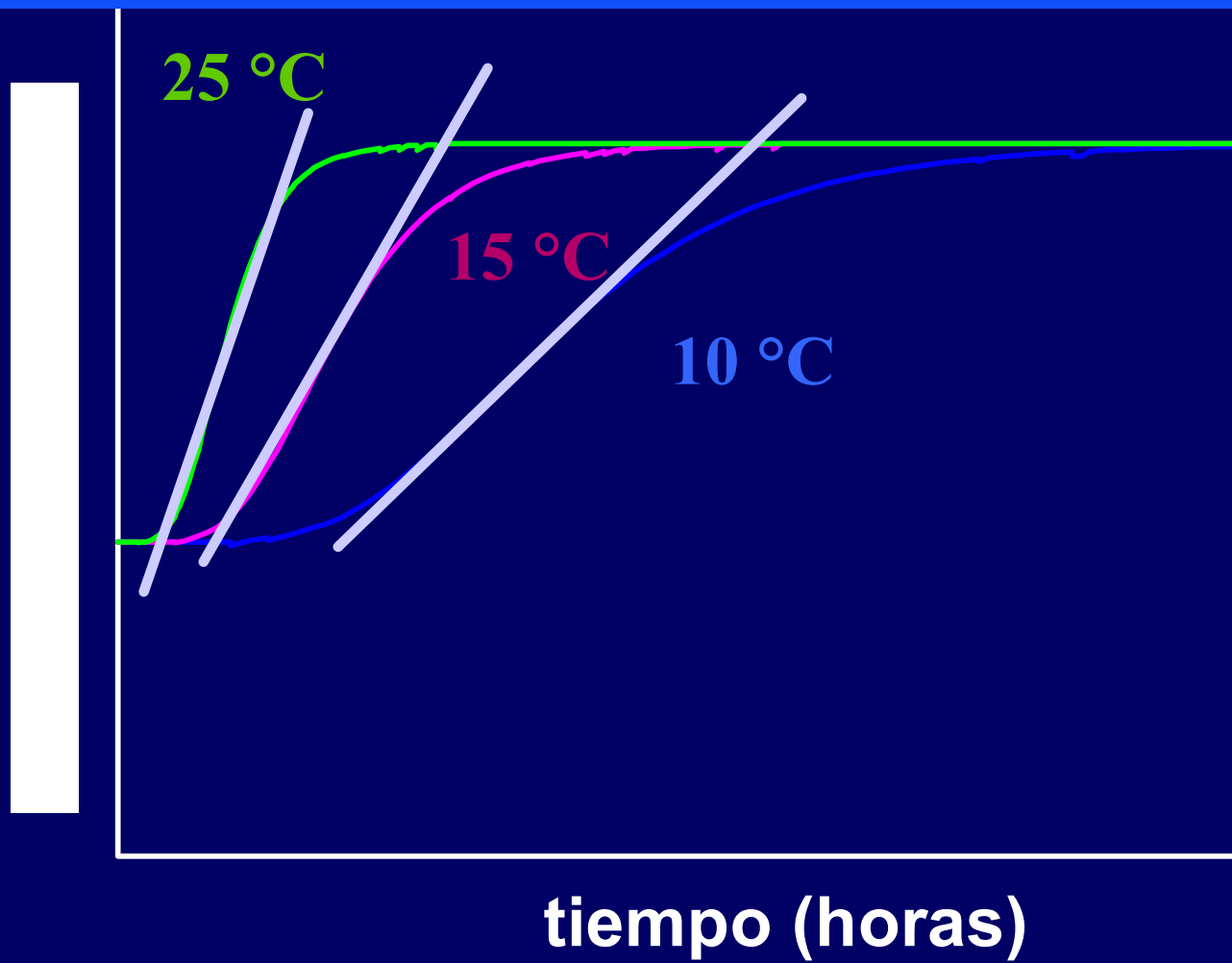
*¿Cómo se hacen?*

## Comportamiento general de microorganismos



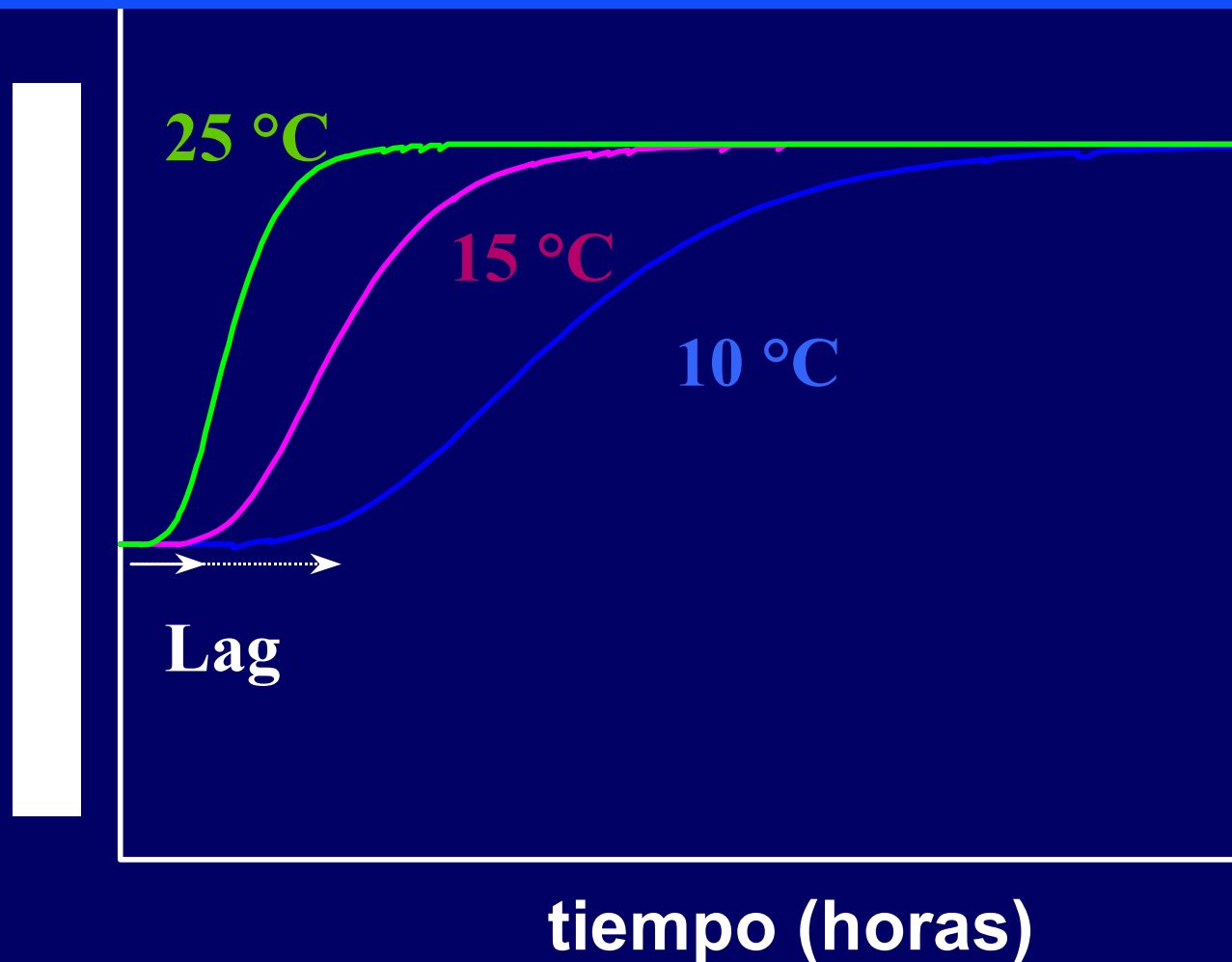
*¿Cómo se hacen?*

Quando la temperatura aumenta  
la tasa de crecimiento también aumenta



*¿Cómo se hacen?*

Quando la temperatura aumenta  
el tiempo de adaptación disminuye



*¿Cómo se hacen?*

## 4. Modelización

Parámetros de crecimiento

tasa de crecimiento

fase de adaptación

nivel máximo de crecimiento



Variables

Temperatura

pH

Conservantes

Acidos orgánicos

CO<sub>2</sub>

Competencia entre microorganismos

Modelos secundarios

Ecuación de Arrhenius

Modelo de Raíz Cuadrada

Modelo de Respuesta en Superficie

Redes neuronales



## 5. Validación del modelo

### 1º. Validación matemática

verifica la precisión de los modelos generados

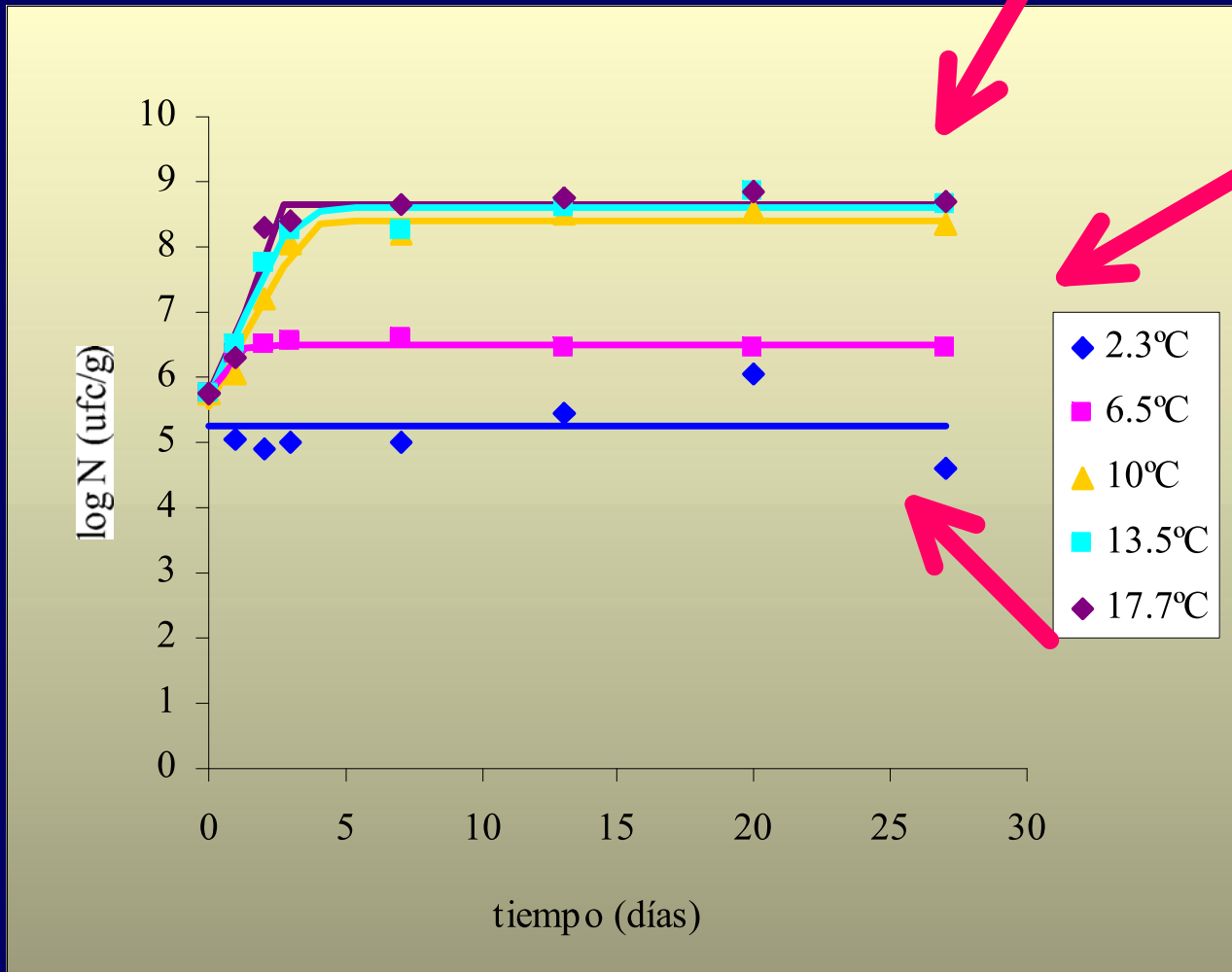
### 2º. Validación en el alimento

demostrar que predicen con exactitud el comportamiento de microorganismos durante procesado, almacenamiento y distribución



# Evolución de *E. coli* O157:H7 en productos cárnicos cocidos

## JAMÓN COCIDO



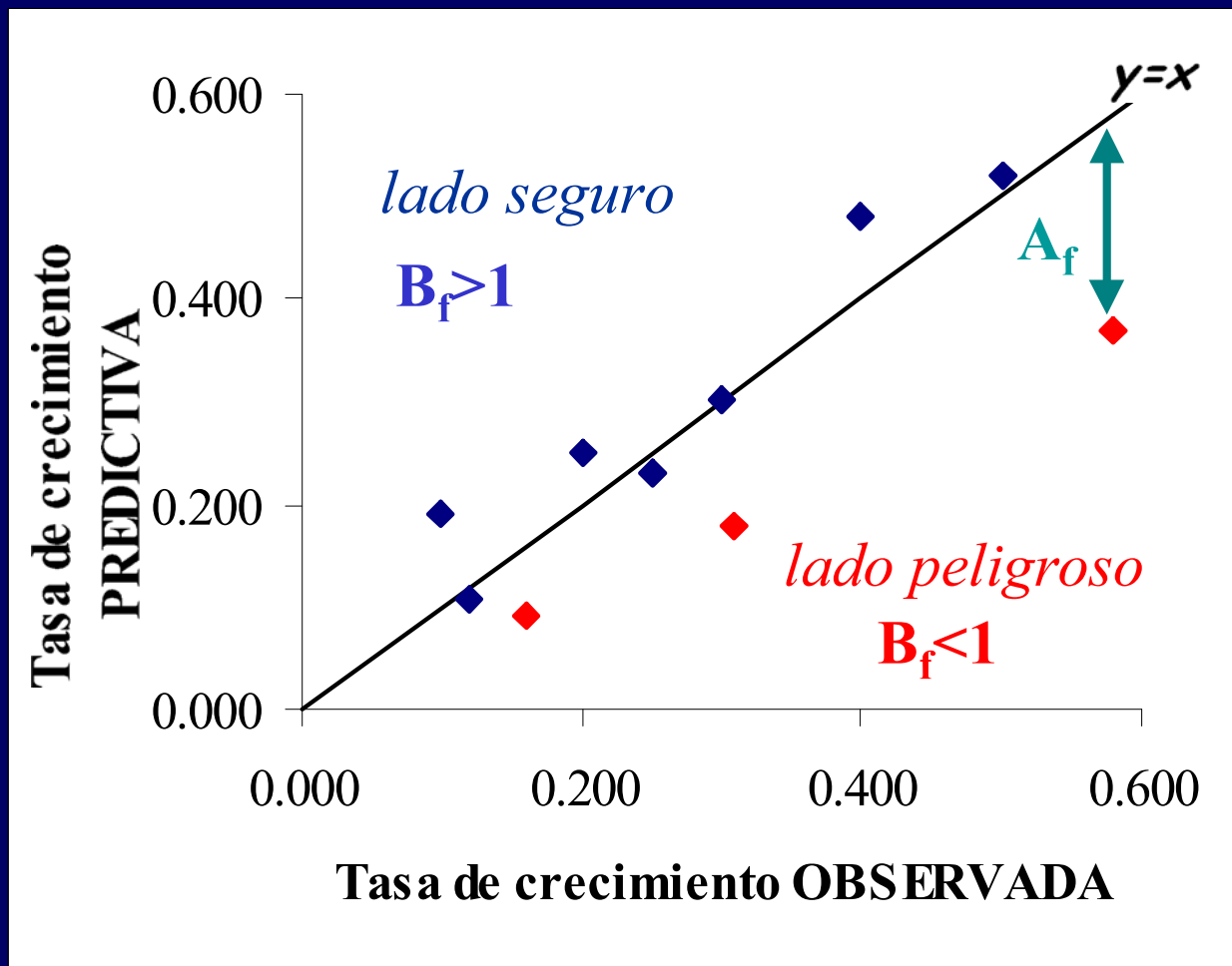
Tasa de crecimiento

10°C → 0.0338 h<sup>-1</sup>

13.5°C → 0.0426 h<sup>-1</sup>

17.7°C → 0.0426 h<sup>-1</sup>

# MÉTODO DE VALIDACIÓN



$B_f$ : factor sesgo;  $A_f$ : factor exactitud

*¿Cómo se hacen?*

## 6. Predicción



Objetivo práctico final  
elaborar gráficos y predicciones

## MODELOS TERCIARIOS



Food MicroModel ? Combase

PMP (Pathogen Modelling Program)

SSP (Seafood Spoilage Predictor)

Chefcad software

Decision support system (DSS)

Food Spoilage Predictor (FSP)

MIRINZ-software

Quantitative Risk Assessment (QRA)

# Tipos de modelos matemáticos

- *Según su finalidad:*
  - *Modelos probabilísticos*
    - microorganismos patógenos
    - ej. *Cl. botulinum*: se calculará la probabilidad de producción de toxina
  - *Modelos cinéticos*
    - microorganismo alterantes
    - ej. *Lactobacillus plantarum*: se buscará predecir el tiempo de generación, la tasa específica de crecimiento o el tiempo de adaptación

# Tipos de modelos matemáticos

- *Según el fundamento matemático*

- *Modelo empírico*: ajuste a partir de los datos obtenidos experimentalmente



- *Modelo mecanístico*: parte de una base teórica biológica.

## Esquema propuesto por Whiting y Buchanan (1993)

### Modelos PRIMARIOS

Cambio en el número de microorganismos en el tiempo bajo ciertas condiciones ambientales

Ecuación Gompertz

Ecuación Baranyi y Roberts

Modelo lineal en 3 fases

### Modelos SECUNDARIOS

Cambios en los parámetros de crecimiento frente a los factores ambientales

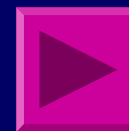
Modelos Raíz cuadrada

Ecuaciones polinómicas

Redes Neuronales Artificiales

### Modelos TERCARIOS

Programas informáticos



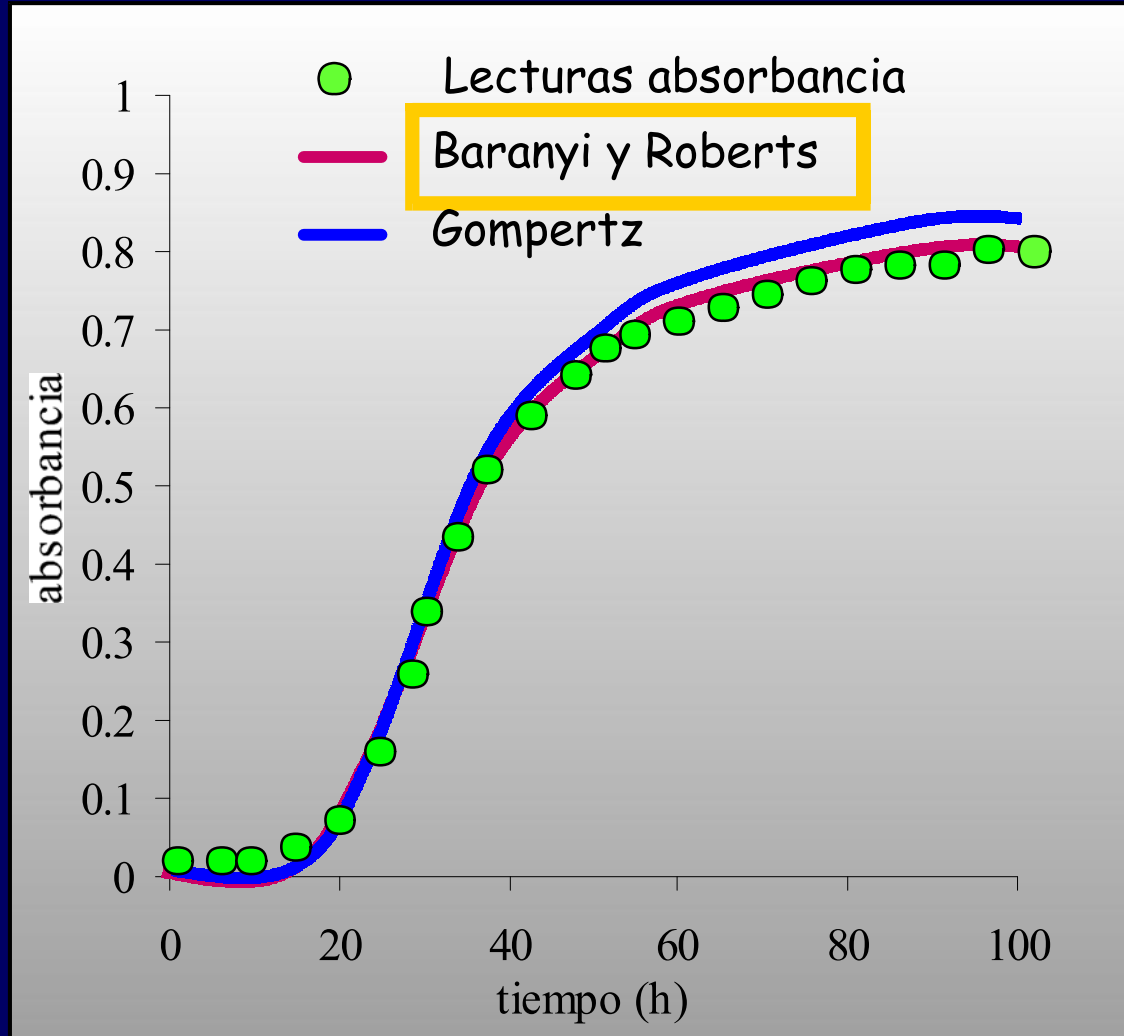
## Modelos TERCIARIOS



Food MicroModel ? Combase  
PMP (Pathogen Modelling Program)  
SSP (Seafood Spoilage Predictor)  
Chefcad software  
Decision support system (DSS)  
Food Spoilage Predictor (FSP)  
MIRINZ-software  
Quantitative Risk Assessment (QRA)



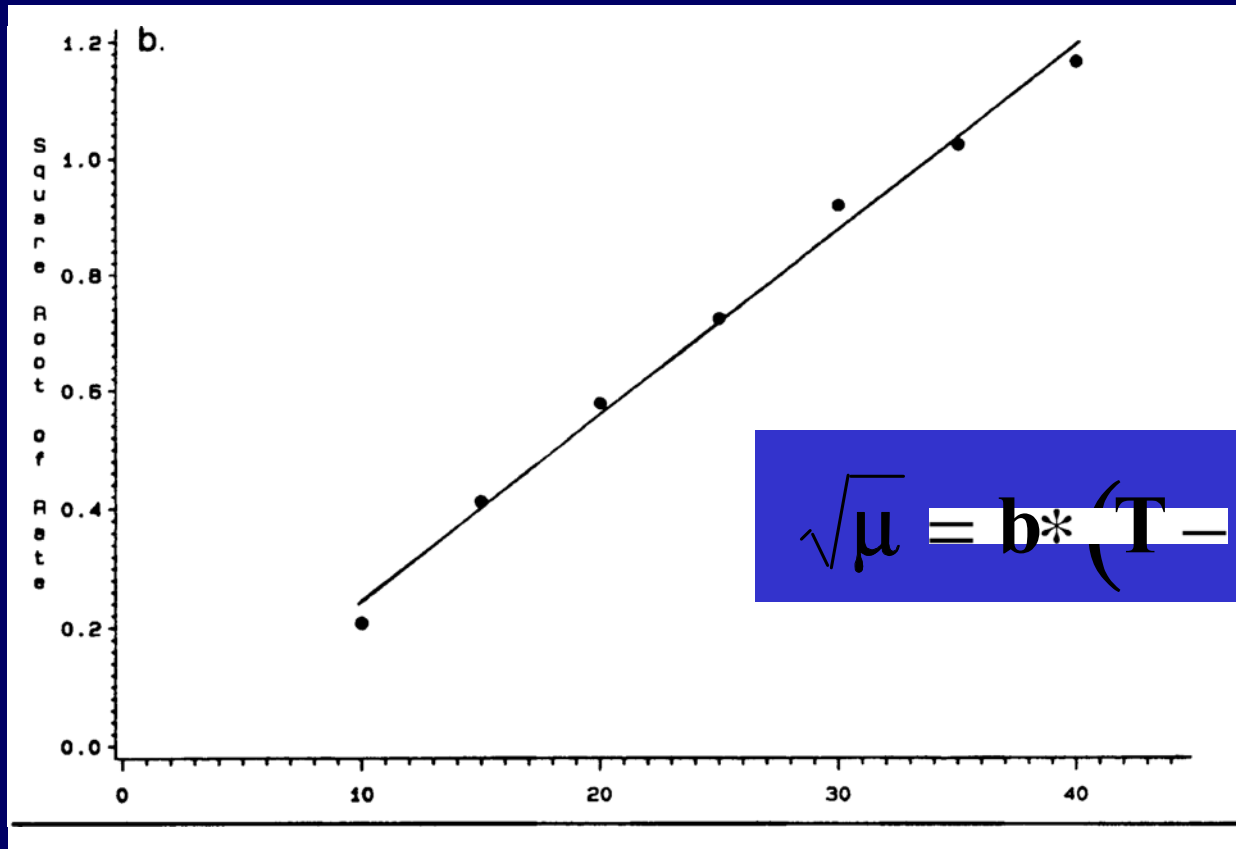
MODELO PRIMARIO



## MODELO SECUNDARIO

¿Qué tipos hay?

$\sqrt{\mu}$



$$\sqrt{\mu} = b * (T - T_{\min})$$

T (°C)

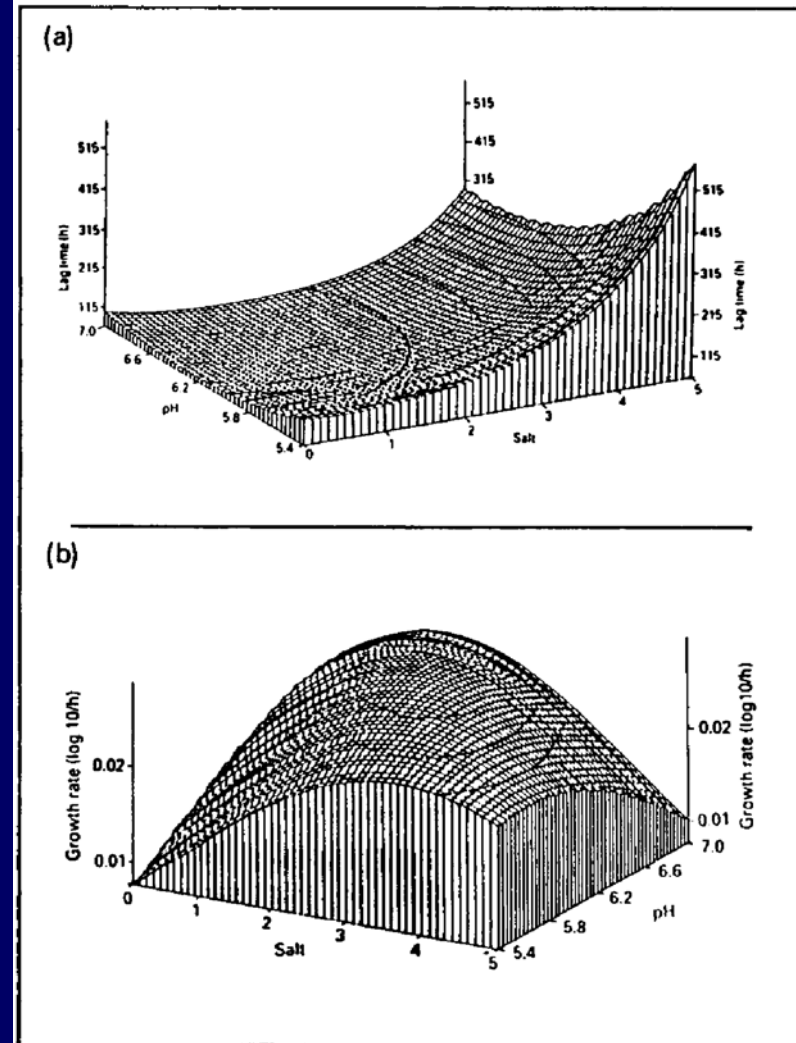
Ecuación de Ratkowsky

# MODELO SECUNDARIO

¿Qué tipos hay?

Respuesta  
en  
Superficie

FIGURE : COMPUTER-GENERATED PREDICTION OF THE LAG TIMES (a) AND GROWTH RATES (b) DERIVED FROM A PREDICTIVE MATHEMATICAL MODEL (T.A. Roberts)



# MODELO SECUNDARIO

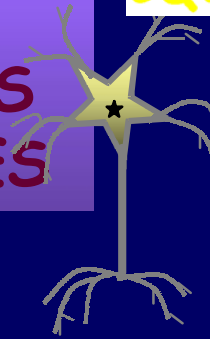
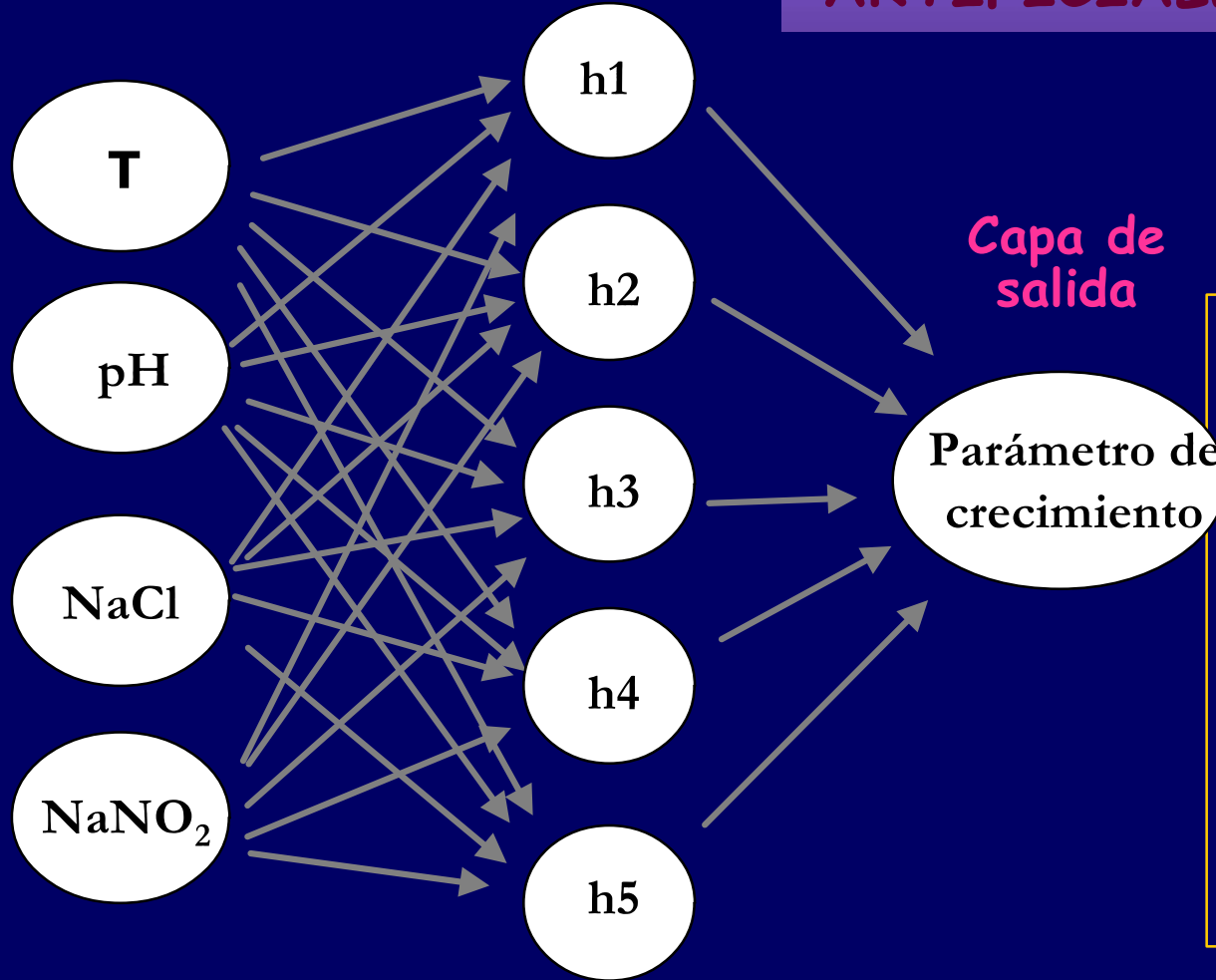
## REDES NEURONALES ARTIFICIALES

¿Qué tipos hay?

Capa de entrada

Capa oculta

Capa de salida



Nº de niveles o capas

Nº de neuronas por capa

Grado de conectividad entre nodos: pesos

Tipo de conexión entre neuronas

## MODELO SECUNDARIO

¿Qué tipos hay?

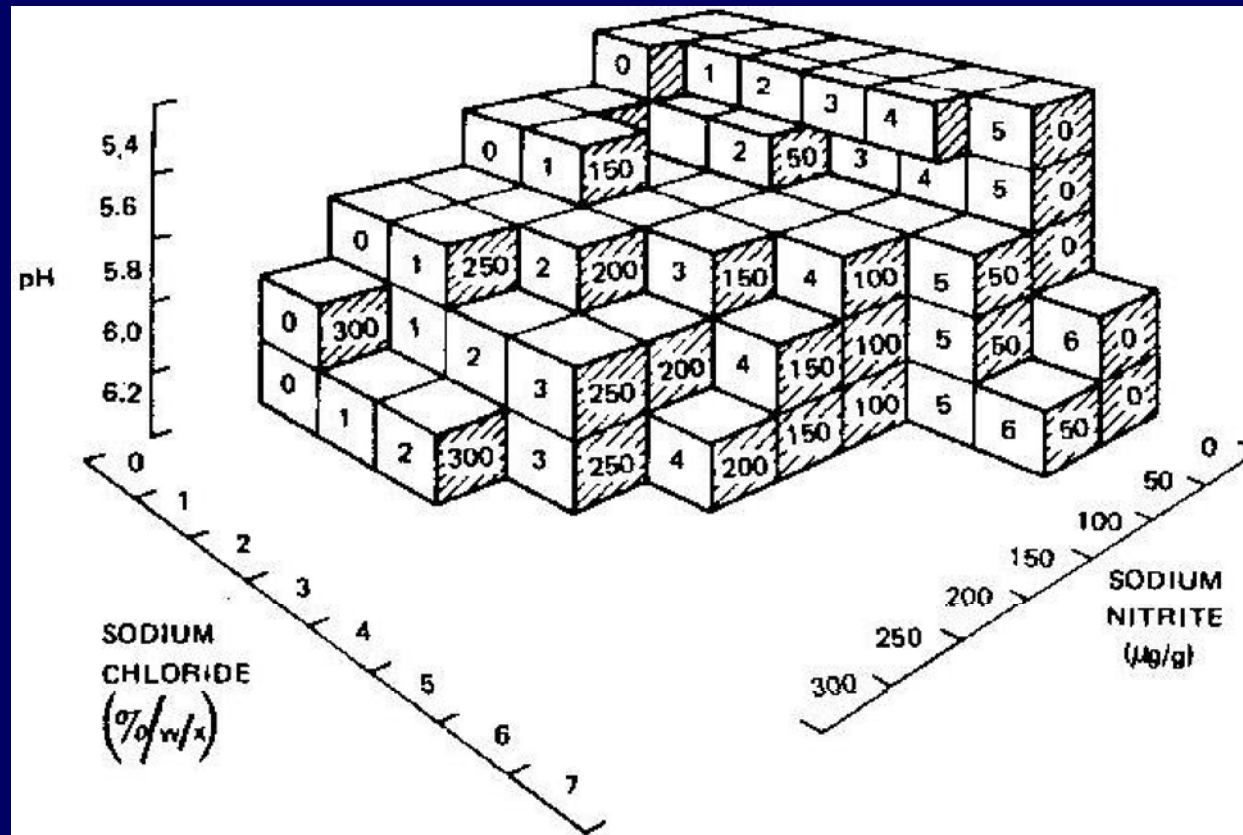


Fig. Effect of pH, NaCl, and NaNO<sub>2</sub> on growth of *C. botulinum* at 35°C. Composite diagram of types A, B, E, and F. (From Roberts and Ingram 1973.)

## Modelo de probabilidad

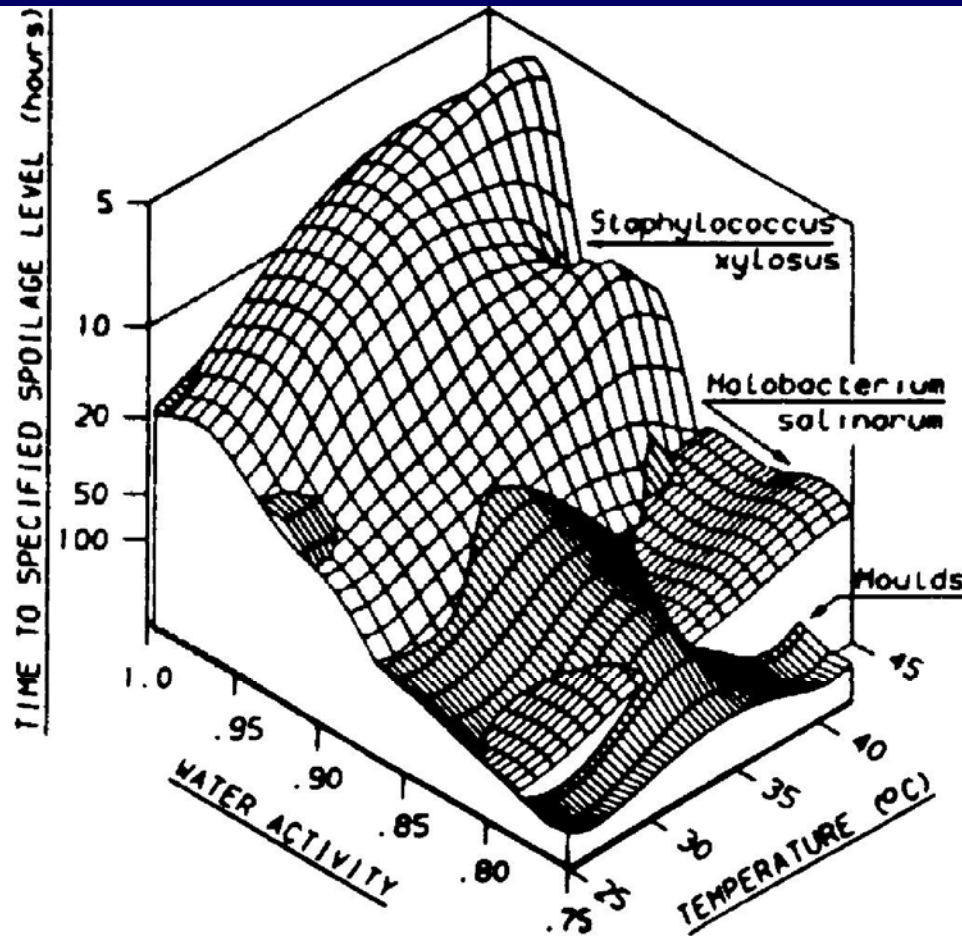


Fig. Spoilage envelope - times to spoilage based on measured growth characteristics of certain moulds and bacteria. [Reproduced from Doe and Heruwati (1988) by permission of Applied Science Publishers, London].



Pathogen Modeling Program for Windows

File Models Help

# USDA Pathogen Modeling Program

Version 5.1

Eastern Regional Research Center  
ARS - USDA

Microbial Food Safety Research

Individual Growth Parameters

File Microorganism Help

**Microorganism: *Escherichia coli* O157:H7**

### Culture Conditions

Aerobic     Anaerobic

Temperature (deg. C): **37.5**  
Min = 5.0    Max = 42.0

pH: **6.5**  
Min = 4.5    Max = 8.5

Sodium Chloride (% [g/DL]): **0.5**  
Min = 0.5    Max = 5.0

Sodium Nitrite (mg/kg): **0**  
Min = 0    Max = 150

### Population [log(CFU/gm)]

Initial Level: **3.0**    Level of Concern: **6.0**

### Growth Parameters

	Hours	Days
<b>Lag Phase Duration</b>	<b>1.3</b>	<b>0.06</b>
Lower Confidence Limit :	1.1	0.05
Upper Confidence Limit :	1.7	0.07
<b>Generation Time</b>	<b>0.3</b>	<b>0.01</b>
Lower Confidence Limit :	0.3	0.01
Upper Confidence Limit :	0.3	0.01
<b>Time to Level of Concern</b>	<b>4.2</b>	<b>0.18</b>
Lower Confidence Limit :	3.6	0.15
Upper Confidence Limit :	5.0	0.21

**Calculated**

Water Activity: 0.997  
deg. F: 99.5

**Time Scale**

Hours  
 Days

*Escherichia coli* O157:H7

**MODELO  
TERCIARIO**

Inicio

12:04

# USDA Pathogen Modeler

Version 5.1



Eastern Regional  
Research Center  
ARS - USDA



## Microbial Food Safety Re

Multiple Growth Plots - Non-Interactive

### Conditions

**20.0** Degrees Centigrade **degrees F**  
68.0

pH: **6.5**

**4.0** g/Dl Sodium Chloride **Water Activity**  
0.977

**30** mg/L Sodium Nitrite

log(initial level): **0.0**

Maximum Time (hours): **250**

Time Scale

Hours  
 Days

### Atmosph

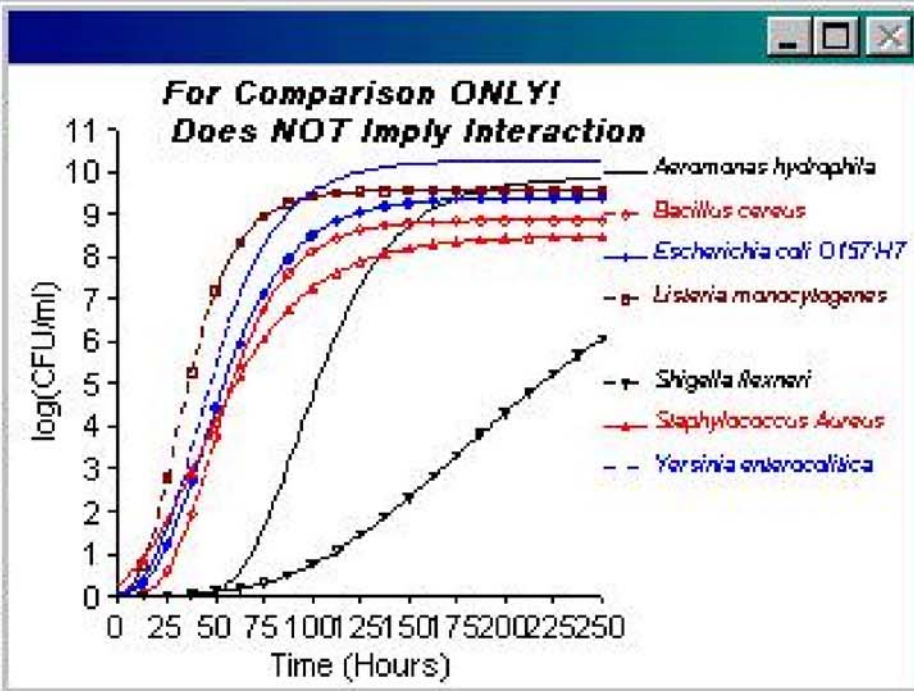
Aer

### Microorganism(s)

- Aeromonas hydrophila*
- Bacillus cereus*
- Escherichia coli* O157:H7
- Listeria monocytogenes*
- Salmonella* spp.
- Shigella flexneri*
- Staphylococcus Aureus*
- Yersinia enterocolitica*

microbial

milieux  
of the







# Common Database for Predictive Microbiology

- Home
- Browse ComBase
- Related Programs
- References
- Contact us

## About ComBase

**ComBase** is an internet-based, publicly and freely available database of food microbiology data.

The database is recommended for research and training/education purposes, for food microbiologists, manufacturers, risk assessors and legislative officers.

[▶ More](#)

## Petition for a common format and data submission

The **ComBase** Partners invite microbiology laboratories in academia, government and industry to submit relevant predictive microbiology data to **ComBase**. This international effort will:

- avoid unnecessary repetition of experiments, therefore increasing the efficiency of research efforts;
- improve predictive models, therefore improving food safety and quality;
- standardize the data sources for microbial risk assessors, therefore decreasing potential trade disputes;

- ▶ [view technical description of the data structure \[PDF\]](#)
- ▶ [view a demo of ComBase \[EXCEL\]](#)

## ComBase Partners

 <b>FOOD STANDARDS AGENCY</b> Food Standards Agency	 <b>USDA: US Department of Agricultural</b>
 <b>Institute of Food Research, Norwich, UK</b>	 <b>ARS: Agricultural Research Service</b>
	 <b>Eastern Regional Research Centre, Wyndmoor PA, USA</b>

## Predictive Power

In a future project, the consortium will utilize **ComBase** to produce a package of unified predictive models known as ComBase-PMP: Combined Database and Predictive Microbiology Program. During the development phase of the



Welcome to ComBase - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Atrás Búsqueda Favoritos Multimedia Ir Vínculos Norton AntiVirus

Dirección http://wyndmoor.arserrc.gov/combase/


Sign In Register\* Start Search Data Submission Information

**COMBINED DATABASE OF PREDICTIVE MICROBIOLOGY INFORMATION**



**Welcome to ComBase**

ComBase is a relational database of Predictive Microbiology information. ComBase contains thousands of data sets that describe the growth, survival and inactivation of bacteria under diverse environments relevant to food processing operations.

Home

Sign In

Register\*

Search

Data Submission Information



The data sets have been donated by researchers and institutions, and have been derived from the published literature.

**Search ComBase**

- or -

**Sign In (if you are a registered user)**

- or -


**Register**

**Start Search**


**Register**

ComBase is a joint effort of:


USDA Agricultural Research Service  
Eastern Regional Research Center  
Wyndmoor, Pennsylvania U.S.A.



Food Standards Agency  
London, UK



Institute of Food Research  
Norwich, UK



Internet

Inicio PMP6.1 ComBase, Common Data... Welcome to ComBase... Microsoft PowerPoint - [...] Escritorio 9:26

Search Results - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Búsqueda Favoritos Multimedia

Dirección <http://wyndmoor.arserc.gov/combase/Search.aspx> Ir Vinculos Norton AntiVirus

File Number 1 of 9 files returned

Record ID  Information

Organism:  Environment:

Maximum Rate ( $\log_{10}$ (CFU/h))  Temperature  °C pH   $a_w$

Doubling time(growth) or D-value(survival) (h)

Source

Beuchat\_96 (et al.), 1996: Inhibitory effects of sucrose fatty acid esters, alone and in combination with

Conditions

Further specifications

Strain(s): E09 E0019 932 933 505B, In: raw ground beef (sirloin). Mixed culture of strains produced the response. Measurement by colony counts.

ComBase ID = By31\_Ec  
Time to Reach 3 log Change

Time (h)	Concentration (log cells/g)
0	4.5
400	1.5

Details

NO MORE DETAILS ARE AVAILABLE FOR THIS RECORD

Search Criteria

Organism:  Temperature °C from  to

Environment:  pH from  to

Conditions:  Water activity from  to

Source:

Inicio ComBase, Common Data... Search Results - Micr... Microsoft PowerPoint - [...]

Escritorio 9:28


Hastings Data Loggers - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Atrás Búsqueda Favoritos Multimedia Ir Vínculos >>

Dirección http://www.hdl.com.au

# Hastings Data Loggers



Home  
Our Customer's Say  
What Are Loggers?


Choose a Product  
Choose an Application  
Technical Information  
New Products/Apps

Support/FAQ  
News/Press Releases  
About HDL  
Contact us  
Links

www.hdl.com.au  
Australia's  
Electronic  
Data Logging  
Specialists

## New Products / Apps

### FSP© - Food Spoilage Predictor© Tool




The impact of temperature fluctuations on the safe life of many foods is a subject well understood by scientists, but often poorly grasped by employees of food related industries. Already being used by exp

Internet

Dibujo Autofomas Diapositiva 1 de 1 Diseño predeterminado español (España - alfab. internacional)

Inicio Microsoft PowerPoint - [Pr... Hastings Data Logge... Escritorio 13:24





Seafood Spoilage Predictor

- Relative Rate of Spoilage (RRS) Models
  - Fresh seafood from temperate waters
    - Square root spoilage model
  - Fresh seafood from tropical waters
    - Tropical spoilage model
- Microbial Spoilage Models (MSM)
  - Photobacterium phosphoreum
    - Fresh MAP cod fillets stored at 0-15 deg. C
  - Shewanella putrefaciens
    - Fresh seafood stored at aerobic chilled storage

**RRS Model: Square root spoilage model**

Product characteristics | Log file

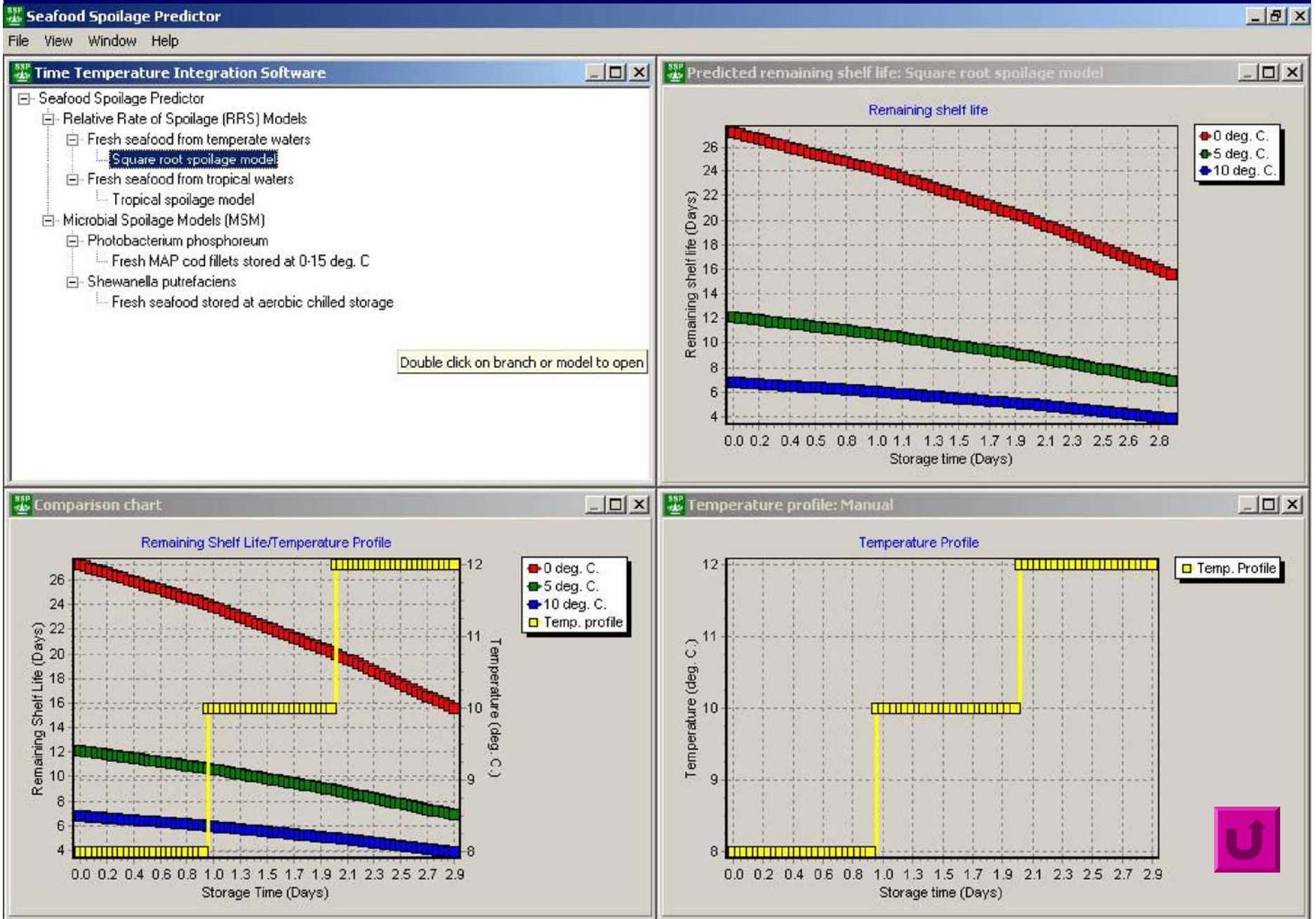
Product characteristics	Shelf life prediction
Storage temp. (deg. C.): <input type="text" value="4.0"/>	Storage temp. (deg. C.): <input type="text" value="10.0"/>
Shelf life (days): <input type="text" value="14.0"/>	Predicted shelf life (days): <input type="text" value="6.9"/>
Equivalent shelf life at 0 deg. C (days): <input type="text" value="27.4"/>	

Prediction of remaining shelf life for a series of constant storage temperatures

Temperature (deg. C):  Storage (hours):

Equivalent remaining shelf life (hours)

Temp. (deg. C.)	Storage (h)	0 deg. C. (h)	5 deg. C. (h)	10 deg. C. (h)
	Start	658.6	292.7	164.6
8.0	24.0	580.8	258.2	145.2
10.0	24.0	484.8	215.5	121.2
12.0	24.0	368.6	163.8	92.2



Log(cfu/g): RSL (d): -1.0 RSL 0 deg. C. (d): 0.0 RSL 5 deg. C. (d): 0.0 RSL 10 deg. C. (d): 0.0 Temp. (deg. C.):

# Direcciones web

- FMM:
- ComBase: <http://www.ifr.ac.uk/ComBase/>
- PMP 6.1:  
<http://www.arserrc.gov/mfs/pathogen.htm>
- Seafood Spoilage Predictor (SSP)  
<http://ww.dfu.min.dk/micro/ssp>

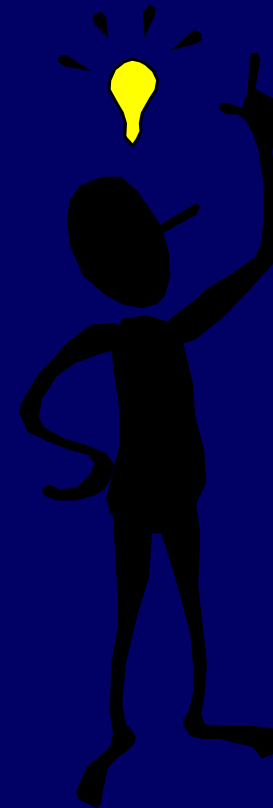
*¿Qué*

*aplicaciones*

*tienen los*

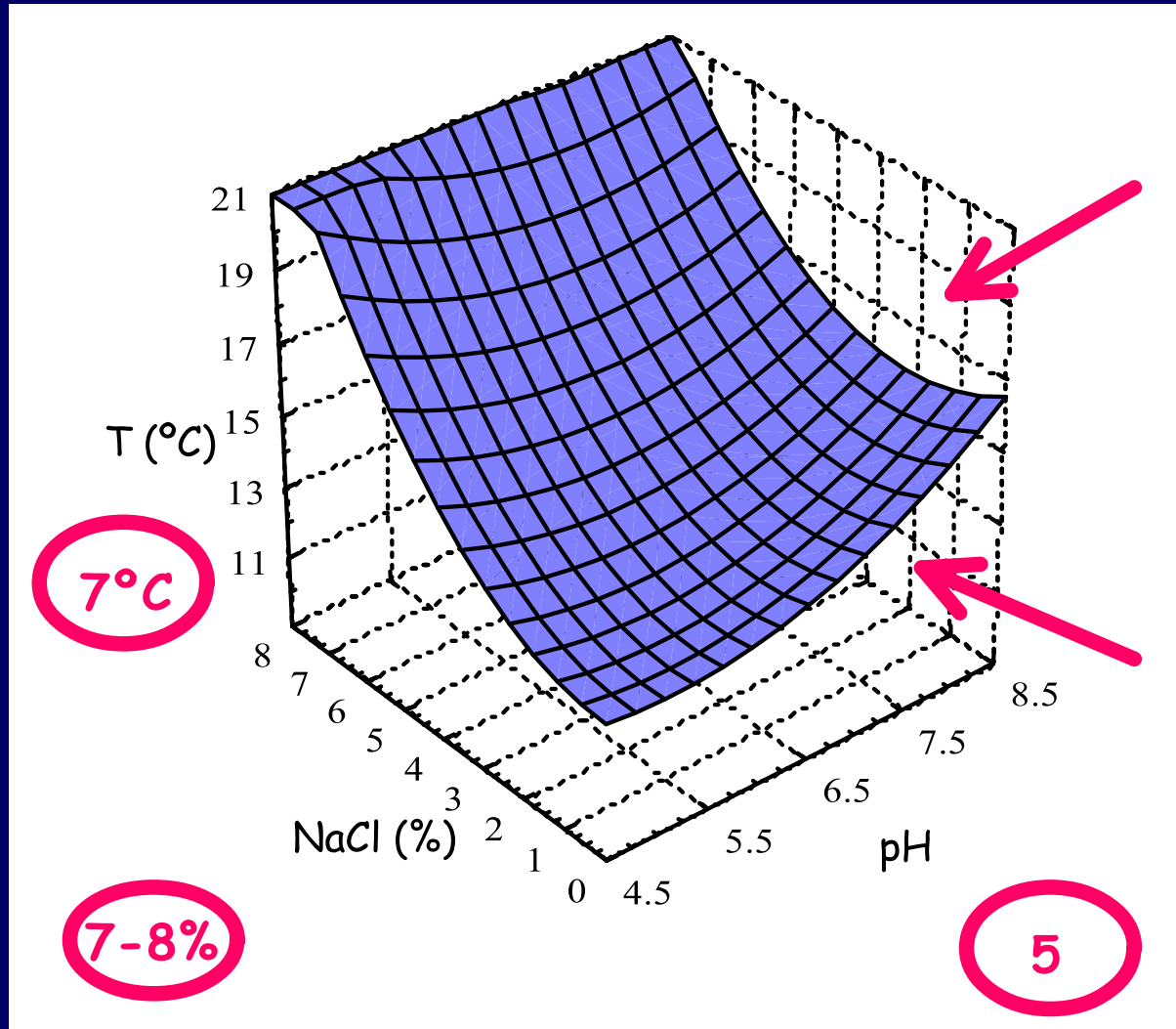
*modelos en los*

*alimentos?*





Conjunto de condiciones en función de la temperatura, pH y ClNa bajo las cuales *E. coli* O157:H7 es capaz o no de crecer



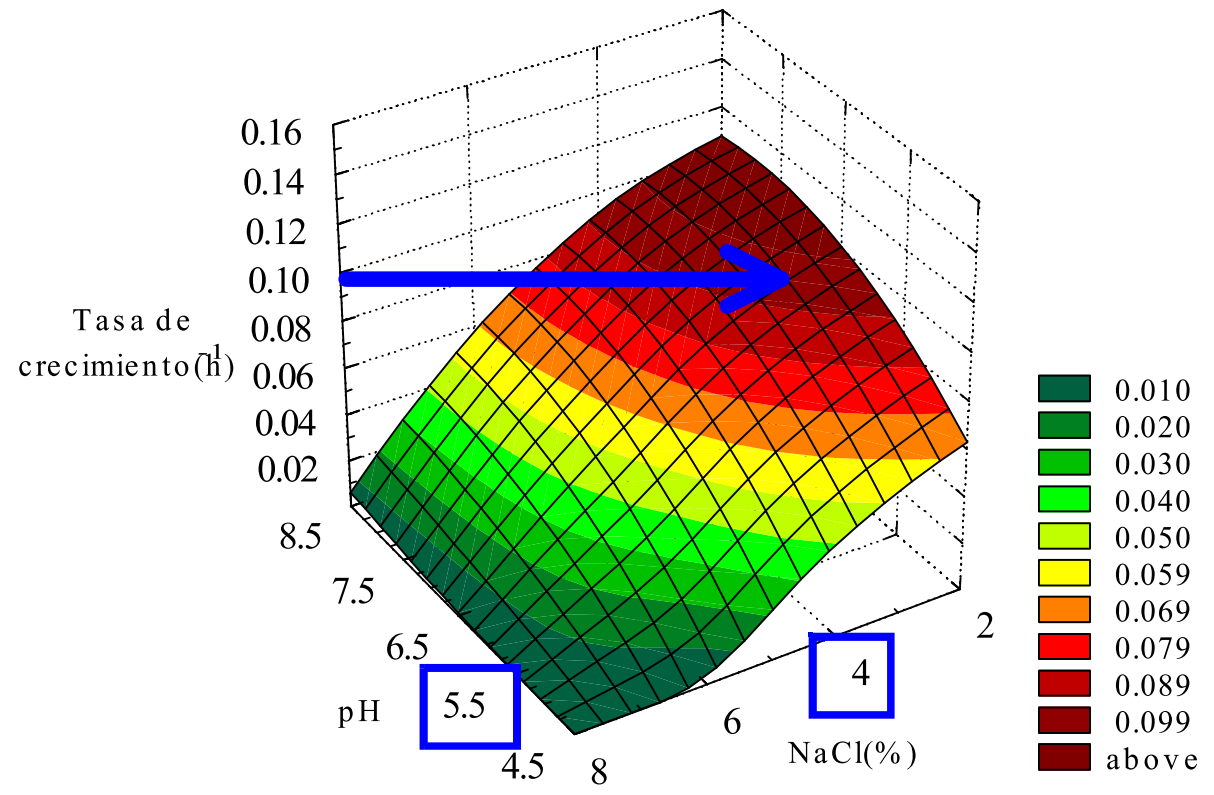
NO<sub>2</sub>Na

0-200ppm

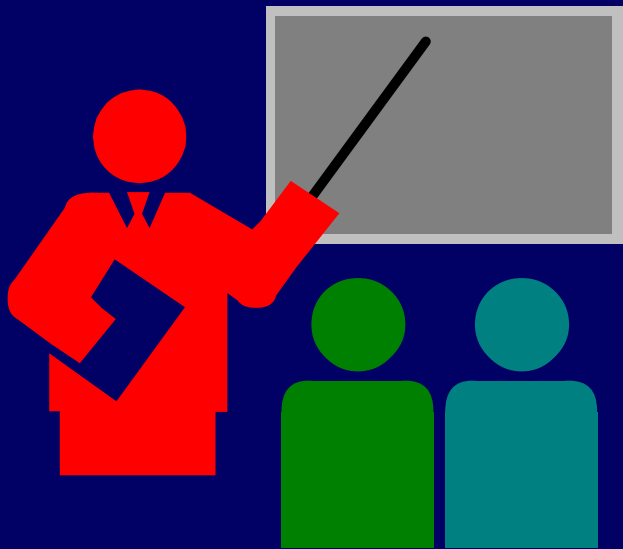
# PREDICCIONES

## GRÁFICOS

15°C  
30ppm NaNO<sub>2</sub>



Por medio de la computarización de los datos



**Educación y formación: Mostrar a personas no técnicas o especializadas como sería el comportamiento microbiano según los factores presentes en el medio.**

# *Escherichia coli* O157:H7

E.E.U.U en 1982 por consumo de ternera insuficientemente cocinada



**ALIMENTOS  
SEGUROS**

- Buenas Prácticas de Fabricación (GMP)
- Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (APPCC)

• Análisis de Riesgos

Evaluación del Riesgo

Control del Riesgo

Comunicación del Riesgo

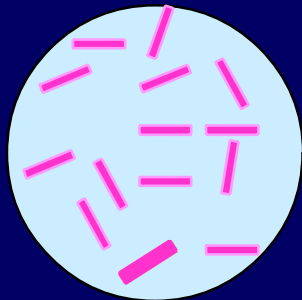
- 1°. Identificación del peligro
- 2°. Evaluación de la exposición
- 3°. Caracterización del peligro
- 4°. Caracterización del riesgo

# EVALUACIÓN DEL RIESGO

## 1°. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

se identifica el microorganismo para determinar si constituye un peligro potencial en el alimento

### 1. Características generales



bacilo Gram-negativo  
flagelos peritricos  
aerobio/anaerobio facultativo  
oxidasa y catalasa negativo

Serogrupos de *E. coli*

Enteropatógenos (EPEC)

Enterotoxigénico (ETEC)

Verocitotoxigénico (VETC)

Enteroinvasor (EIEC)

Enteroagregante (EaggEc)

Difusamente adherente (DAEC)

*E. coli* O157:H7

157° antígeno somático

7° antígeno flagelar

# EVALUACIÓN DEL RIESGO

## 1º. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

### 2. Factores de virulencia

Adherencia

Plasmido 60Mda

Gen ████████ 157

Shiga toxina

Shiga toxina 1

Shiga toxina 2

Otros factores de virulencia

Hemolisina EHEC

Catalasa KatP

Exopolisacarido

### 3. Incidencia de la enfermedad

1<sup>er</sup> brote en EEUU en 1982

Canadá

Japón

Europa

Escocia Finlandia

Gales Italia

Inglaterra Hungría

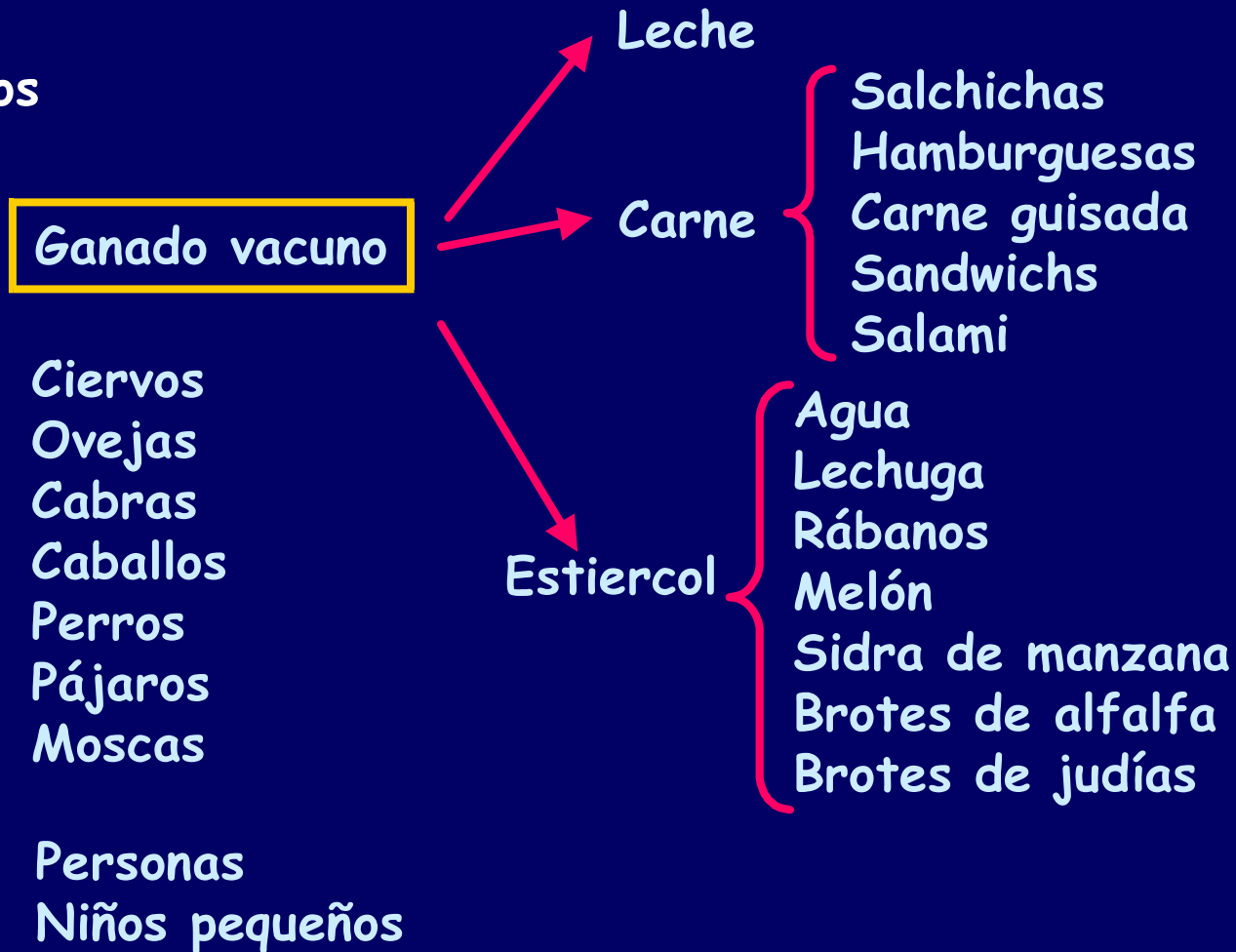
Alemania España

Barcelona 158 afectados  
Septiembre 2000

# EVALUACIÓN DEL RIESGO

## 1º. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

### 4. Reservorios



## EVALUACIÓN DEL RIESGO

### 2°. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

Estudio de la inactivación o multiplicación de *E. coli* O157:H7 durante el proceso de fabricación del alimento





## EVALUACIÓN DEL RIESGO

### 3°. CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO

1° Enfermedad producida por  O157:H7

2° Factores que influyen en el crecimiento y supervivencia de E. coli O157:H7

Temperatura

pH

Aw

3° Relación dosis-respuesta

Estudios epidemiológicos

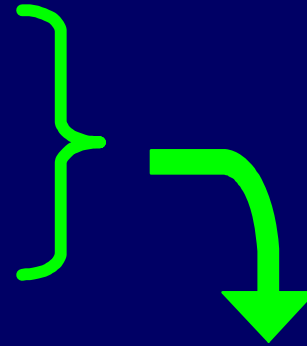
 100 CÉLULAS

## EVALUACIÓN DEL RIESGO

### 4°. CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO

Estimación de la PROBABILIDAD de que ocurra el peligro y de la severidad de los efectos adversos sobre la salud

- 1°. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO
- 2°. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN
- 3°. CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO



Incorpora al estudio las estrategias para controlar el riesgo analizado y el estudia el porcentaje de reducción de la enfermedad

# EVALUACIÓN DEL RIESGO

## ·EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

### MODELOS PREDICTIVOS

Jamón de cerdo cocido

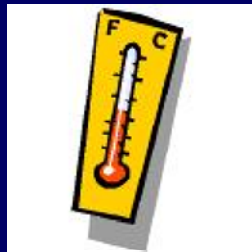
pH: 6.35

NaCl: 1.84%

NaNO<sub>2</sub>: 30ppm



2 células/g de  
alimento



T: 13.5°C?

Producción de la materia prima

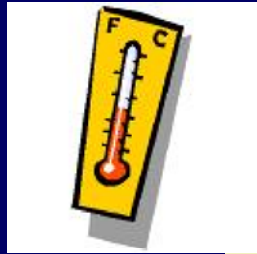
Elaboración del producto

Envasado

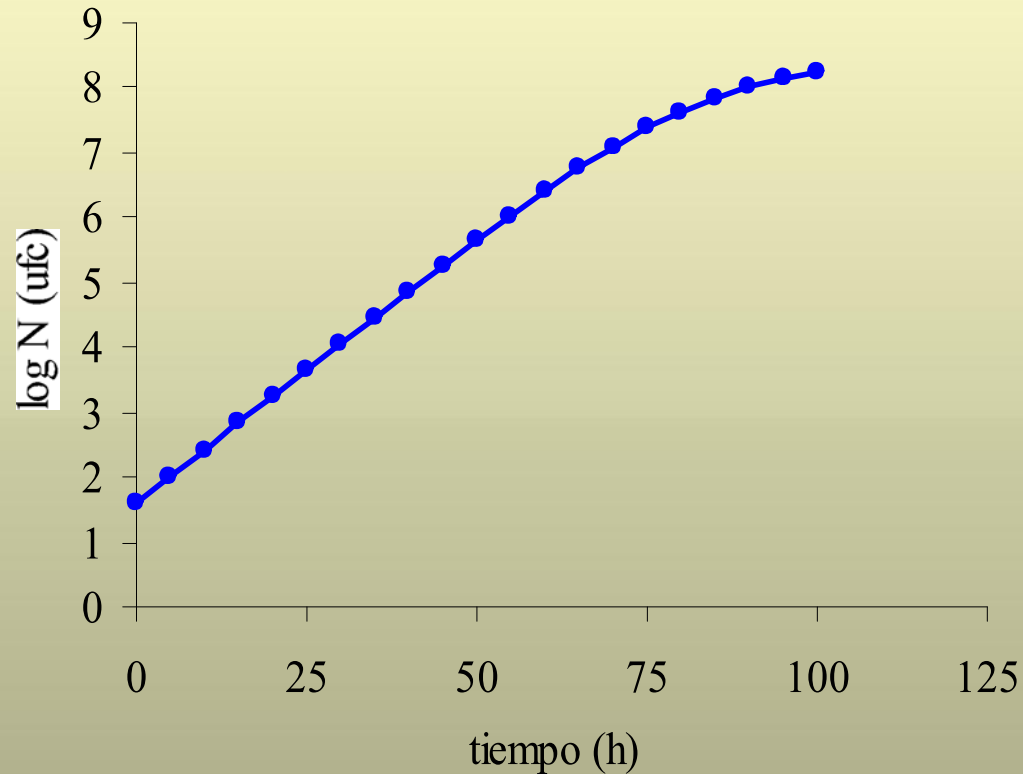
Distribución y venta

Consumidor

# ·EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN



T: 13.5°C



MODELO DE REDES

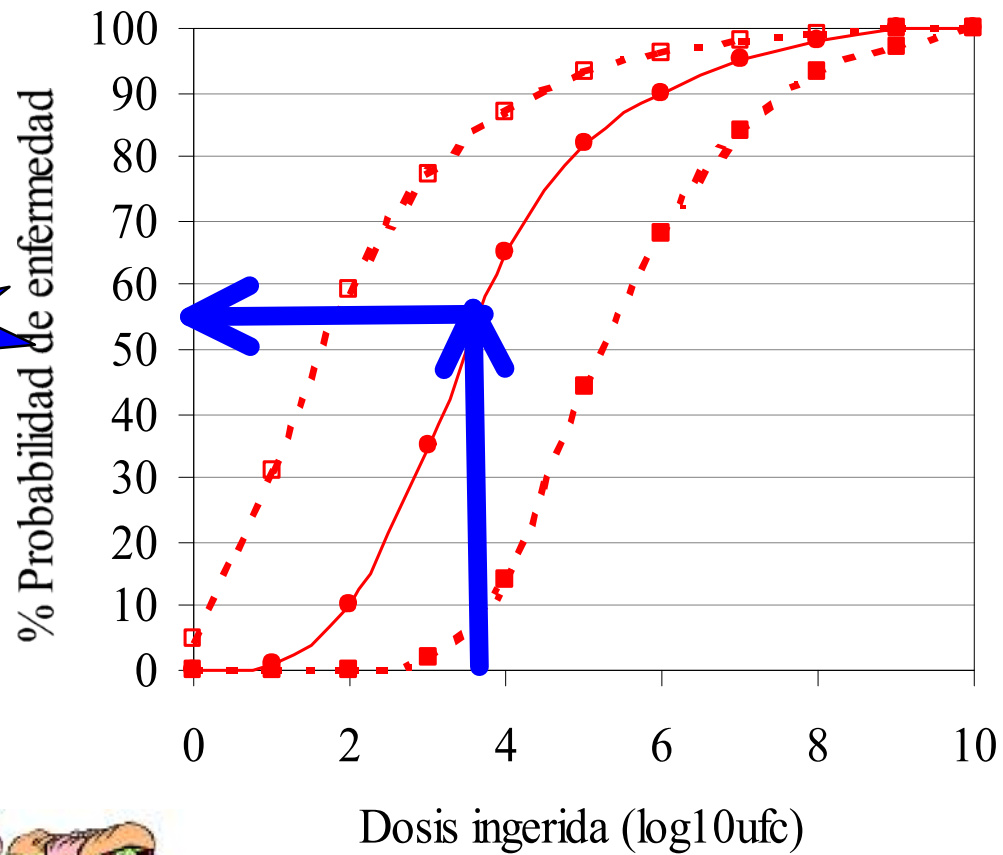
Tasa de crecimiento  
 $0.0822h^{-1}$

Predicciones de crecimiento de *E. coli* O157:H7 según redes neuronales

# • CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO



55%



3.57

# • CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO

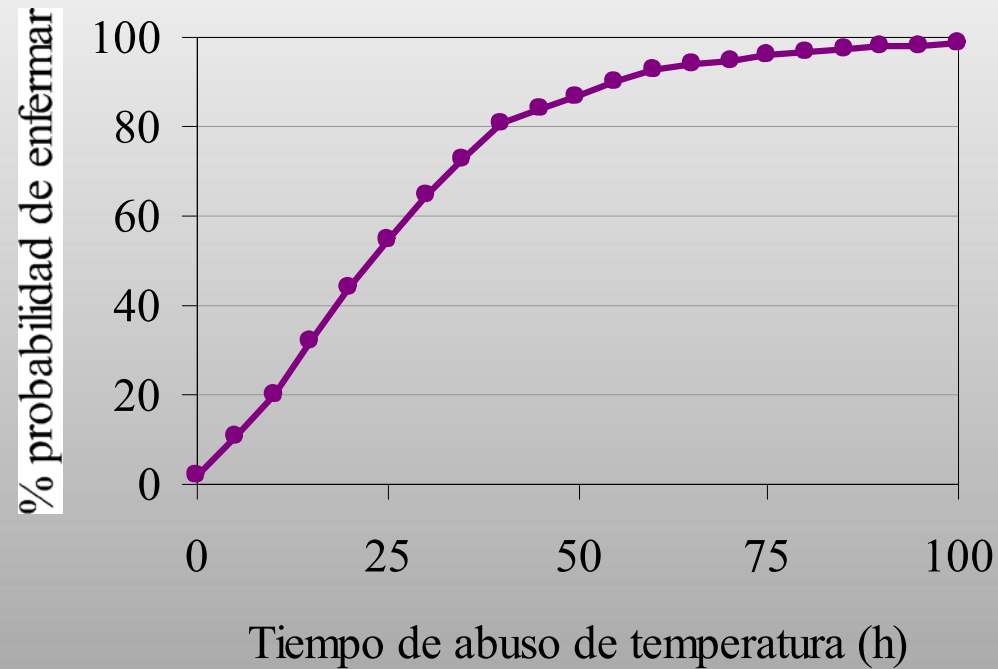
Jamón  
de  
cerdo  
cocido



T: 13.5 °C

TIEMPO ?

Predicción  
REDES



# ESTIMACIÓN DE VIDA COMERCIAL

## VIDA COMERCIAL OBSERVADA

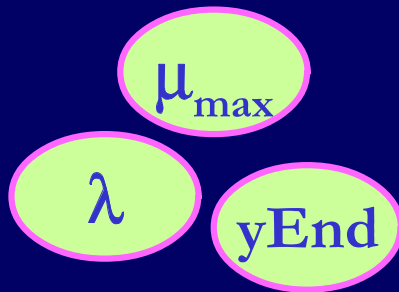
- ➔ ANÁLISIS SENSORIAL
- ➔ CALIDAD SENSORIAL GLOBAL

Korkeala y Björkroth, 1997

García-Gimeno y col., 1998

## VIDA COMERCIAL PREDICTIVA

- ➔ MODELOS SECUNDARIOS



Baranyi y Roberts (1994)

$$y(t) = y_0 + \mu_{\max} A(t) - \text{Ln} \left[ 1 + \frac{e^{\mu_{\max} A(t)} - 1}{e^{y_{\max} - y_0}} \right]$$

$10^6 - 10^8$  ufc/g

# ESTIMACIÓN DE VIDA COMERCIAL

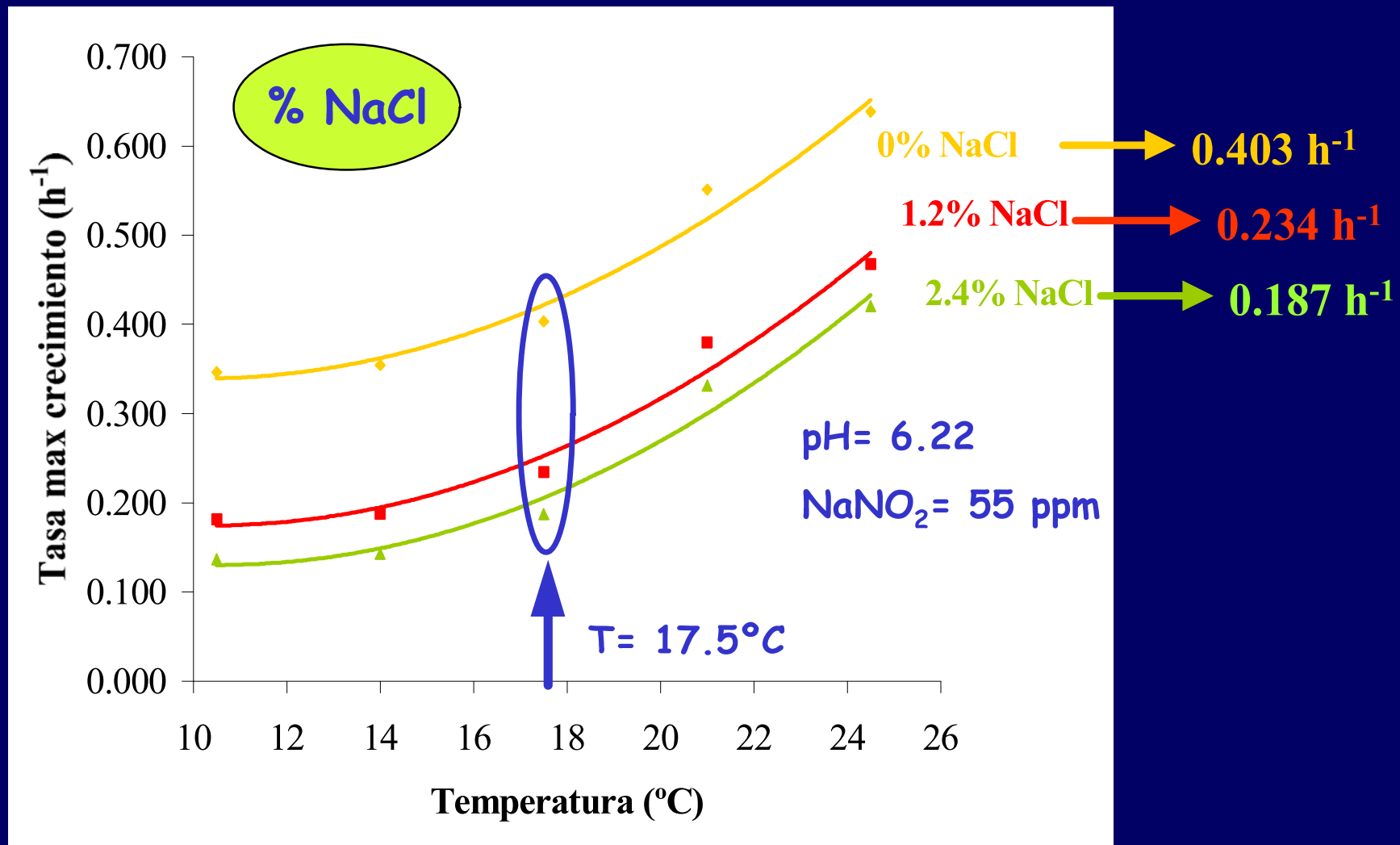
## VIDA COMERCIAL PREDICTIVA

	T (°C)	Vida comercial OBS (días)	Vida comercial PRED (días)	$10^{6.5}$ BAL
POLLO	10.5	27	23	
	13.5	21	20	
	17.7	16	17	
PAVO	10.5	25	24	
	13.5	22	21	
	17.7	20	17	
JAMÓN	10.5	31	22	
	13.7	21	19	
	17.7	12	16	



¿Qué aplicaciones?

# FORMULACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS



TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO DE ALIMENTOS PERECEDEROS

SUMMARY DATA FROM FOOD MICROMODEL

Food: Cooked Sliced Meats - Ham

Table A.4.7 Time (in days) for a 10<sup>2</sup> increase in growth of *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in cooked sliced meat over a temperature range 1 - 15 °C

Temperature (°C)	No. Days for a 10 <sup>2</sup> Increase in Growth <sup>1,2</sup>			
	<i>Cl. botulinum</i> <sup>2,4</sup>	<i>Salmonella</i> <sup>3,4</sup>	<i>Listeria</i> <sup>3,5</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>5</sup>
1	. <sup>4</sup>	-	35.4 - > 126.4	-
3	-	-	21.2 - > 105.0	-
5	34.1 - > 93.5	-	13.2 - > 116.8	-
7	18.7 - > 95.0	39.4 - > 144.2	8.4 - > 100.9	-
9	11.0 - > 95.7	22.1 - > 90.7	5.58 - > 83.7	8.2 - > 46.9
11	11.4 - > 61.4	13.0 - 70.8	3.81 - > 77.2	4.5 - 40.5
13	4.6 - > 79.3	7.9 - 40.2	2.69 - 71.3	2.6 - 19.0
15	3.3 - > 58.6	5.1 - 23.9	1.96 - 49.5	1.6 - 9.7

<sup>1</sup> Starting population 10 cfu/g

<sup>2</sup> pH 5.5 - 6.5

<sup>3</sup> nitrite 60 - 140 ppm

<sup>4</sup> a<sub>w</sub> 0.974 - 0.980

<sup>5</sup> a<sub>w</sub> 0.93 - 0.98

<sup>6</sup> Model not available

Shelf-life data

4-45 days (end of production); 45 days

SCOOP

*¿Qué aplicaciones?*

# MICROBIOLOGIA PREDICTIVA Y APPCCs

Etapa 1º

Identificación de peligros



Ejemplo:

Materia prima contaminada con diferentes patógenos.

- a) ¿Cual de ellos tiene mayor capacidad para reproducirse en esas condiciones? Y en su caso,
- b) ¿Que probabilidad tenemos que crezca en nuestras condiciones?
- c) ¿Podemos estimar el efecto del procesado sobre estos patógenos sin recurrir al análisis?

¿Qué aplicaciones?

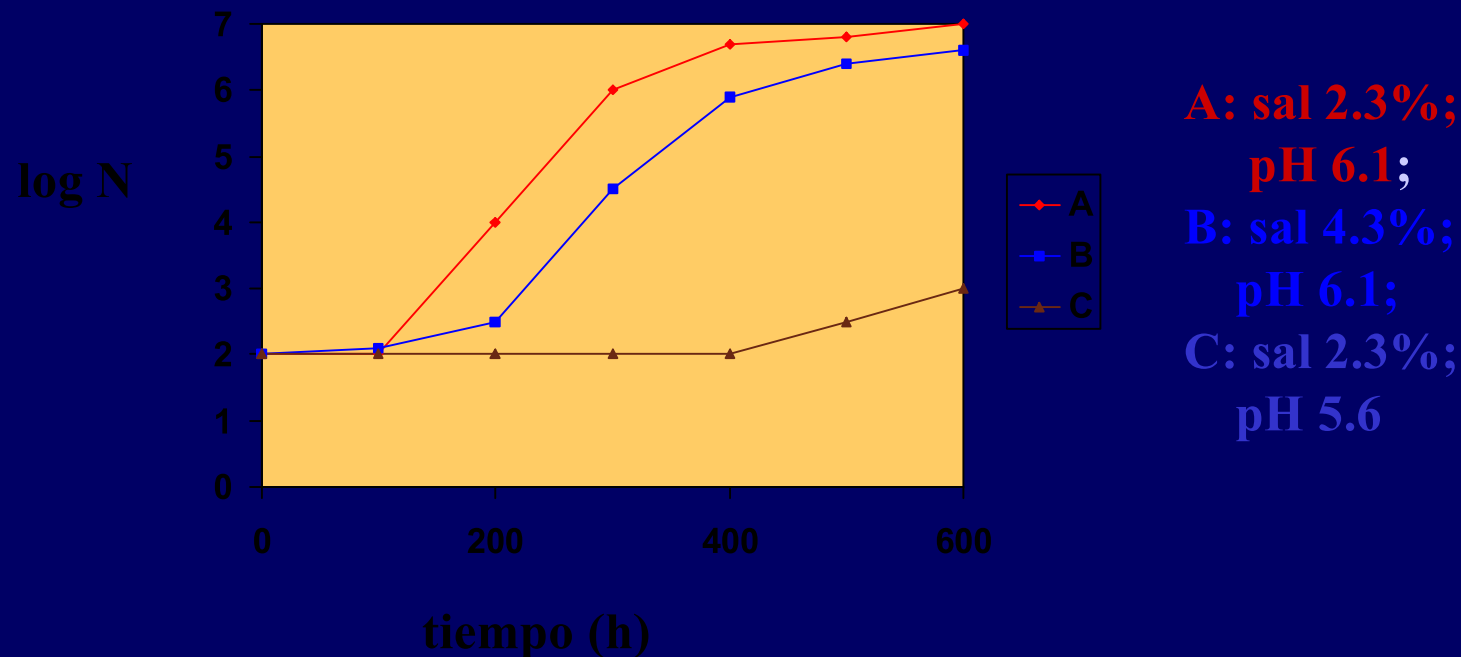
# MICROBIOLOGIA PREDICTIVA Y APPCCs

Etapa 1°

Identificación de peligros



Ejemplo: Efecto de la formulación del producto en el crecimiento de *Aeromonas hydrophila* a 7°C.



Etapas 2º

Determinación de puntos críticos

Ej: ¿Que ocurriría si se perdiera el control de una determinada etapa del proceso consistente en mantener una temperatura de 7°C/15 minutos necesarios para mantener a *St. aureus* a niveles aceptables?

Incremento estimado (%) en el número de *Staphylococcus aureus* para varias combinaciones tiempo-temperatura

T (°C)	En 15 minutos	En 120 minutos
➡ 7	0	0
15	3	30
20	10	108
25	20	321
➡ 30	35	978
35	56	3386

Podemos valorar las consecuencias microbiológicas del proceso y determinar objetivamente que etapas son críticas para la calidad y seguridad del producto.