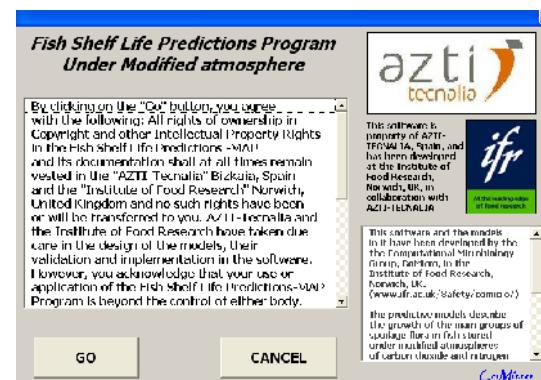


DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE MODELIZACIÓN PREDICTIVA PARA GARANTIZAR LA CALIDAD Y SEGURIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO “LIFEPREDICT” (2009-2011)

Unidad de Investigación Alimentaria

PROYECTO FINANCIADO POR: DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO,
VICECONSEJERÍA DE POLÍTICA E INDUSTRIA ALIMENTARIA, DPTO. AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN ,
EUSKO JAURLARITZA - GOBIERNO VASCO



- Debido a la **globalización del sistema productivo de alimentos**, es de vital importancia mantener la confianza de los consumidores garantizando la ausencia de microorganismos patógenos y evitando el rápido deterioro de los productos perecederos a lo largo de la cadena alimentaria.
- En productos perecederos, como los productos pesqueros, **el control de la temperatura** a lo largo de la cadena de distribución es clave para controlar el crecimiento microbiano y por tanto la vida útil de estos productos.
- Los productos alimentarios son ecosistemas microbianos complejos donde las interacciones microbianas juegan un papel muy importante en el deterioro y la supervivencia/crecimiento de patógenos (Mc Donald and Sun, 1999; Malakar et al., 2003; Leroy et al., 2007).
- **Avances científicos** que aporten un mayor conocimiento del crecimiento y la actividad de los microorganismos responsables del deterioro en productos pesqueros y en general en productos alimentarios son cruciales para el desarrollo de técnicas de conservación.
- La **microbiología predictiva** es una herramienta útil mediante la cual pueden ser modeladas las respuestas de crecimiento de microorganismos de interés en los alimentos respecto a los principales parámetros de control (temperatura, pH, aw, composición gaseosa).

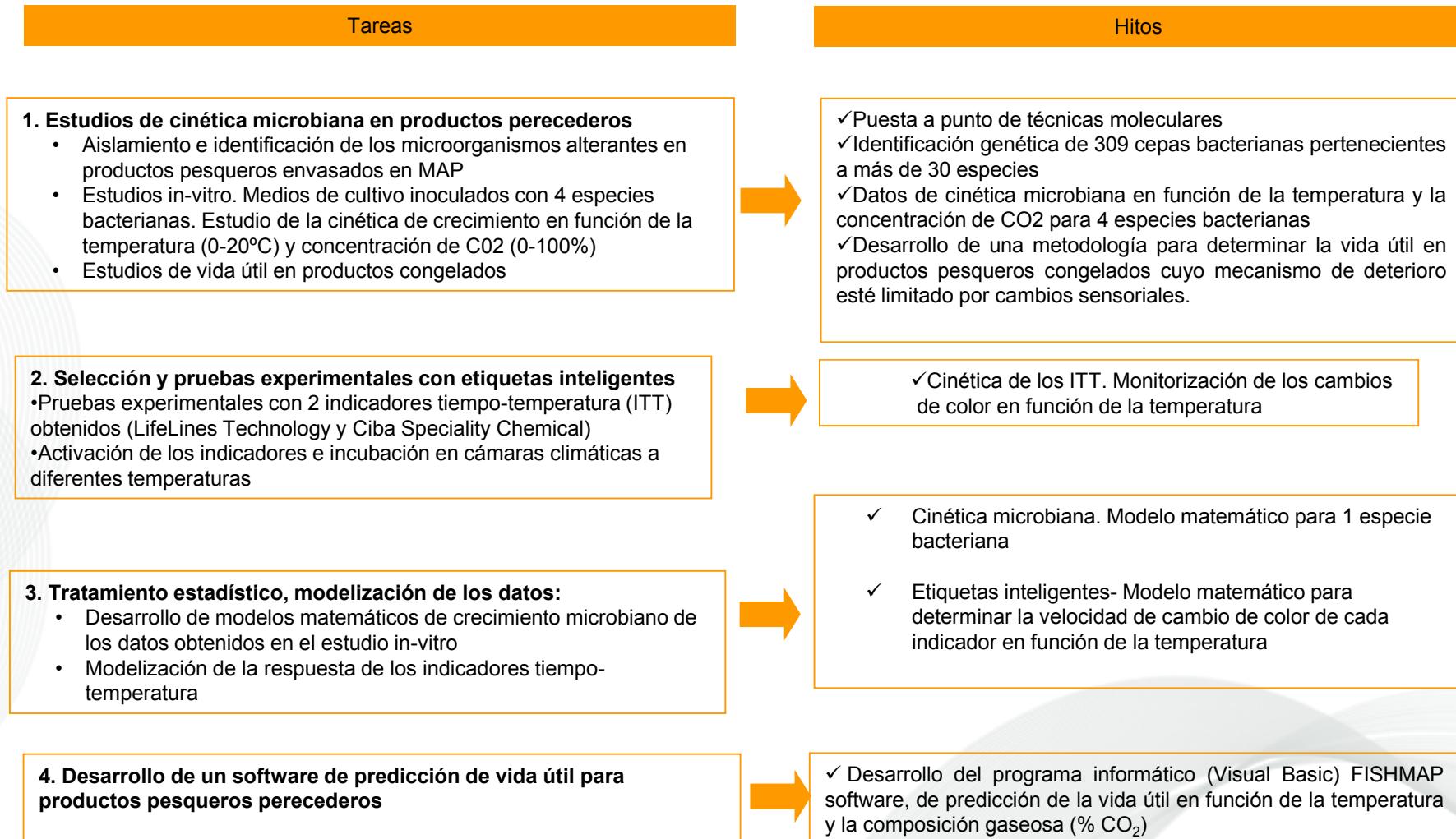
Justificación del proyecto:

- **Mercado:** Satisfacer la demanda actual del consumidor . Garantizar la calidad y seguridad microbiológica de productos de alto riesgo a lo largo de la cadena de distribución.
- **Empresas:** Ofrecer herramientas que permitan reducir los costes generados por las pérdidas económicas de producto deteriorado y optimización de los procesos productivos.

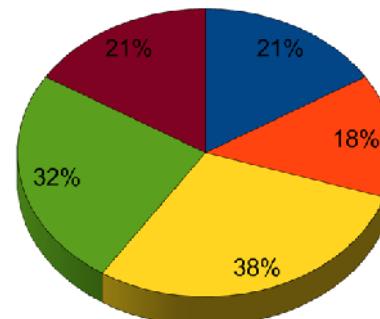
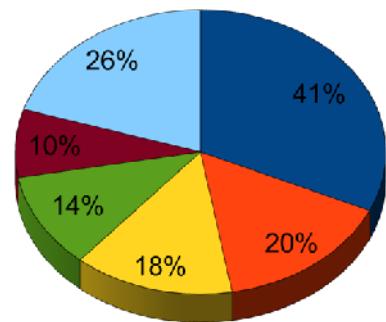
Este proyecto pretende abordar el desarrollo de **nuevas metodologías y herramientas** que permitan predecir la vida útil tanto en productos perecederos así como en productos de larga duración, lo que contribuirá a garantizar la calidad y seguridad de estos productos a lo largo de la cadena de distribución.

Los **objetivos específicos** del presente proyecto se agrupan en:

- Desarrollo de modelos matemáticos basados en parámetros microbiológicos, sensoriales y/o físico-químicos de productos alimentarios perecederos, como los productos pesqueros y de productos congelados que permitan predecir su vida útil en diferentes condiciones de almacenamiento.
- Diseño y desarrollo de programas informáticos (software) basados en modelos matemáticos que permitan predecir parámetros de calidad y seguridad en productos perecederos que permitan incorporar y procesar datos provenientes de etiquetas inteligentes a tiempo real.
- Disponer de metodologías de modelización y tratamiento de datos específicos para productos congelados cuyo mecanismo de deterioro esté limitado por cambios sensoriales.



- ✓ Puesta a punto de técnicas moleculares para la identificación de 309 colonias aisladas de pescado fresco envasado en atmósfera modificada.
- ✓ Identificación de los microorganismos mayoritarios en productos pesqueros envasados en MAP mediante caracterización genotípica a día 1 después del envasado y a día 5 (cuando se alcanza el deterioro sensorial).



- ✓ Disponer de modelos matemáticos que describen el crecimiento microbiano de 4 especies bacterianas a lo largo del tiempo en función de la temperatura y el % CO₂.
- ✓ Validación interna y externa de los modelos matemáticos de predicción de crecimiento microbiano en productos pesqueros envasados en atmósfera modificada.
- ✓ Desarrollo de una metodología para determinar la vida útil en productos pesqueros congelados cuyo mecanismo de deterioro esté limitado por cambios sensoriales
- ✓ Diseño y desarrollo de un programa de predicción de vida útil en productos pesqueros envasados en atmósfera modificada. “**FISHMAP Program**”. Disponible gratuitamente en la Web de AZTI.



Implementación de FISHMAP en el sector pesquero:



BENEFICIOS:

- Las industrias pesqueras pueden evaluar el impacto de la temperatura y la atmósfera gaseosa del envasado en el crecimiento bacteriano.
- La herramienta ayuda a seleccionar las mejores condiciones de envasados permitiendo así optimizar la calidad y la vida útil de los productos pesqueros.
- Los operadores logísticos de productos perecederos, como los productos pesqueros refrigerados, pueden integrar el uso del programa FISHMAP en sus procedimientos de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC).
- Puede ser integrado en estudios de Análisis Evaluación cuantitativa de riesgos microbiológicos durante la producción y distribución del pescado.
- Puede contribuir a reducir las pérdidas de producto generadas a lo largo de la cadena de distribución

Descarga del software FISHMAP

1. Conecte el ordenador a internet y vaya al siguiente link:

www.azti.es/azti-store/fishmap/



2. Click "FISHMAP":

[ZIP file to download with User Guide \(PDF\)](#)

3. Click "FISHMAP.xls"

Descargas > FISHMAP (1).zip > FISHMAP						
Nombre	Tipo	Tamaño comprimido	Protegido...	Tamaño	Relación	Fecha de modificación
FISHMAP.xls	Hoja de cálculo Microsoft Excel	761 KB	Sí	761 KB	93%	06/09/2012 07:54
FISHMAP_Manual.pdf	Archivo PDF (versión revisada)	476 KB	Sí	480 KB	127%	14/11/2012 16:49
Thumbs.db	Data Base File	11 KB	No	17 KB	35%	05/09/2012 13:21

The "FISHMAP" program is property of AZTI-Tecnalia and has been developed by the Institute of Food Research, Norwich, UK in collaboration with AZTI-Tecnalia.

fishmap

[ZIP file to download with User Guide \(PDF\)](#)

Product Description

The "FISHMAP" program is property of [AZTI-Tecnalia](#) and has been developed by the [Institute of Food Research](#), Norwich, UK in collaboration with AZTI-Tecnalia.

The "FISHMAP" program is a software that allows the prediction and the visualization of growth of spoilage bacteria in fish products under modified atmosphere packed (MAP) with different concentration of carbon dioxide (CO₂) at constant and fluctuating temperatures. Moreover, the program includes the prediction of growth of spoilage bacteria under air conditions. The spoilage bacteria included in this program are:

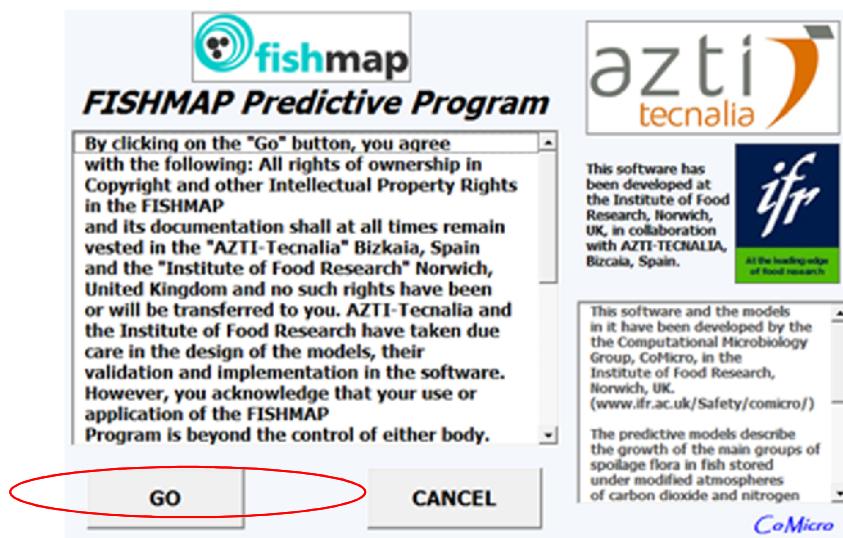
- *Carnobacterium maltaromaticum*
- *Serratia proteamaculans*
- *Shewanella baltica*
- *Yersinia intermedia*
- Mixed bacteria: (*C. maltaromaticum*, *S. proteamaculans*, *S. baltica* and *Yersinia intermedia*)

Furthermore, the software allows the graphical comparison of experimental growth microbiological data with the respective microbial growth model at either constant or fluctuating temperature. Optionally, predictions and plots can be saved as an Excel workbook. The predictive models are based on experimental data of bacterial growth in a liquid medium performed at AZTI-Tecnalia under different environmental conditions: temperature interval (0-20°C); enriched CO₂ atmospheres (0-100% CO₂ v/v, nitrogen balanced) and under regular air condition (21% O₂).

Please follow the Instructions Included in the user manual for a complete use of this program. For further information, please contact Beaña Alfonso.

Pantalla de inicio

Abra el complemento de Excel “FISHMAP” y habilite las macros. Haga clic en el botón “ENTRAR” de la pantalla de apertura y una nueva barra de herramientas se instalará en la barra de herramientas de Excel

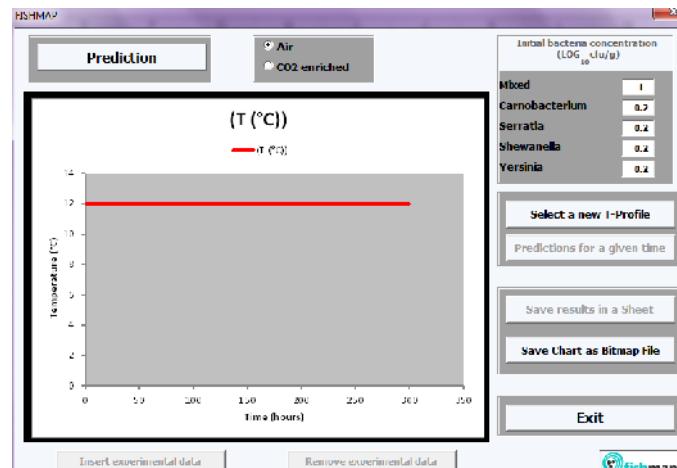


Como generar una predicción

-Para generar una predicción debemos tener un registro de tiempo y temperatura en una hoja Excel. En una columna debe aparecer el registro de tiempo (empezando en "0") y en la columna adjunta a la drcha. el registro de temperatura correspondiente

-Pulse el botón “Predicción durante fluctuaciones de temperatura”, y seleccione las columnas tiempo y temperatura. Seleccione los datos únicamente, sin títulos, y pulse “OK”.

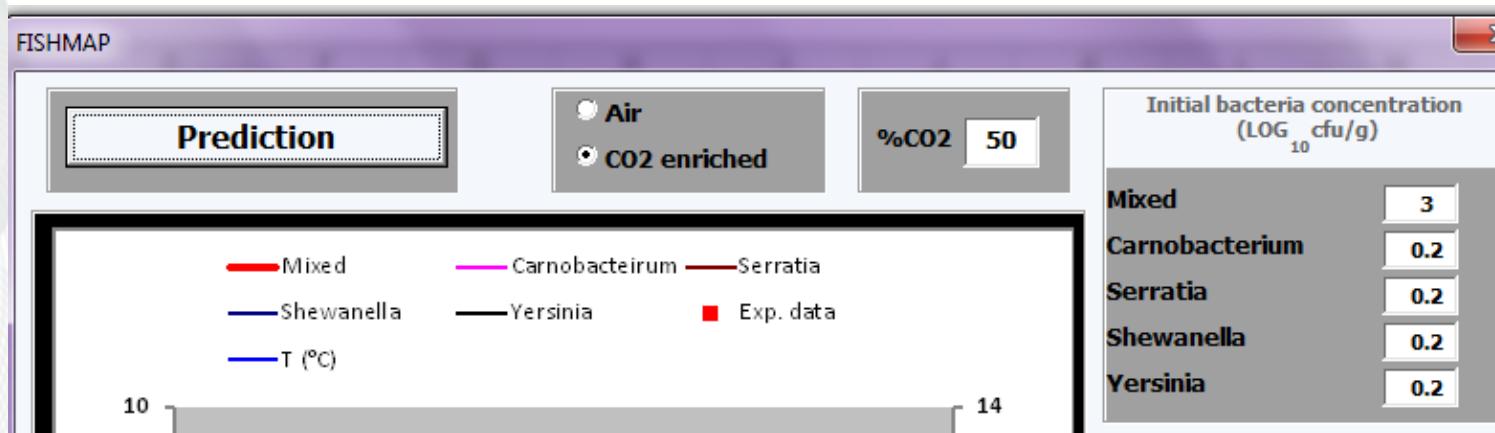
Debe seleccionar, al menos, 5 datos de tiempo-temperatura



	A	B	C
4	10	6	50
5	16	6	50
6	22	6	50
7	28	6	50
8	34	6	50
9	40	6	50
10	46	6	50
11	52	6	50
12	58	6	50
13	64	6	50
14	70	6	50
15	76	6	50
16	82	6	50
17	88	6	50
18	94	6	50
19	100	6	50
20	106	6	50
21	112	6	50
22	118	6	50
23	124	6	50
24	130	6	50
25	136	6	50
26	142	6	50
27	148	6	50
28	154	6	50
29	160	6	50
30	166	6	50
31	172	6	50
32	178	6	50
33	184	6	50
34	190	6	50
35	196	6	50
36	200	6	50
37	225	6	50
38	250	6	50
39	300	6	50
40			

Como generar una predicción

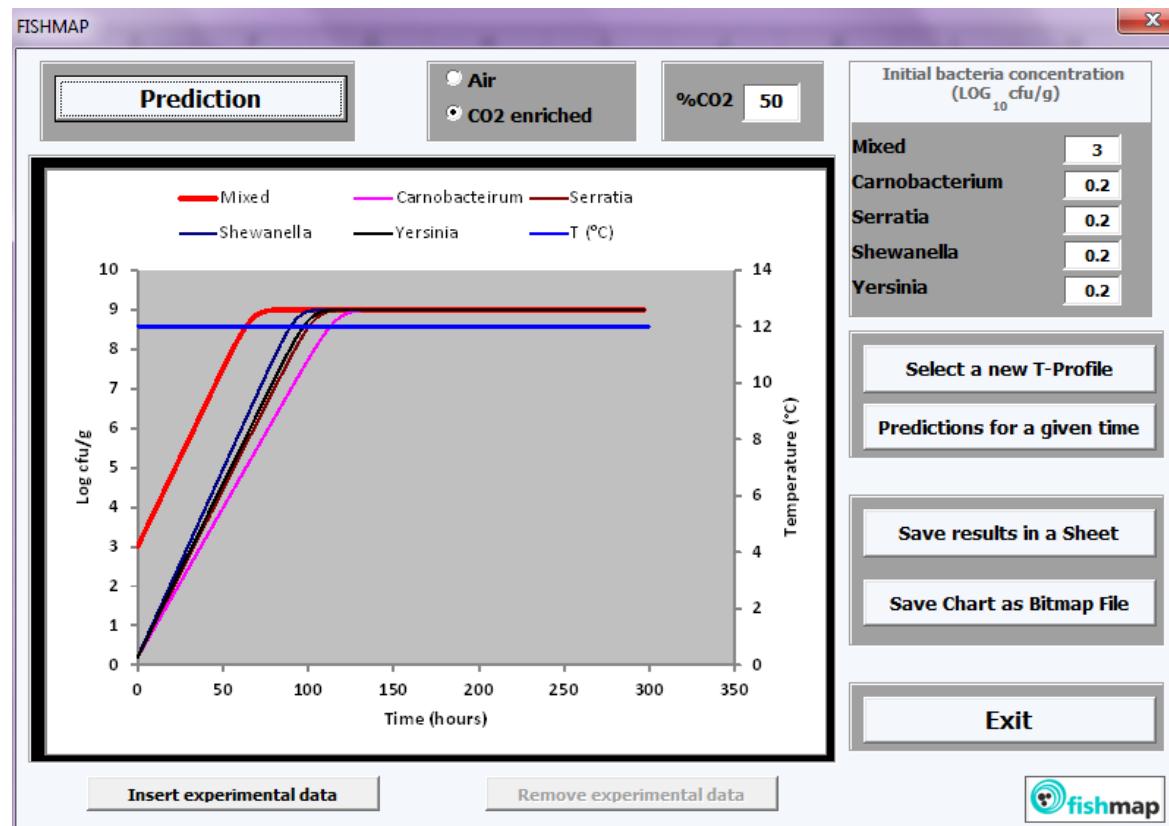
En el cuadro de diálogo:



- Seleccione el tipo de atmósfera en el que está envasado su producto pesquero (en atmósfera de dióxido de carbono (% CO₂) o envasado en aire).
- Introduzca en el cuadro de diálogo la concentración bacteriana inicial estimada (log₁₀ ufc/g) para cada uno de los microorganismos estudiado y/o para el recuento total (mixed).

Generating a prediction

FISHMAP mostrará la predicción del crecimiento microbiano en una gráfica:



Predicción a un tiempo determinado

- Pulse la barra "Predictions for a given time". Introduzca el tiempo en horas y pulse "Predict". El programa muestra una tabla con la predicción de la concentración de cada especie bacteriana en el momento deseado (horas).

Predictions for a given time

Write here time in hours and click "Predict"

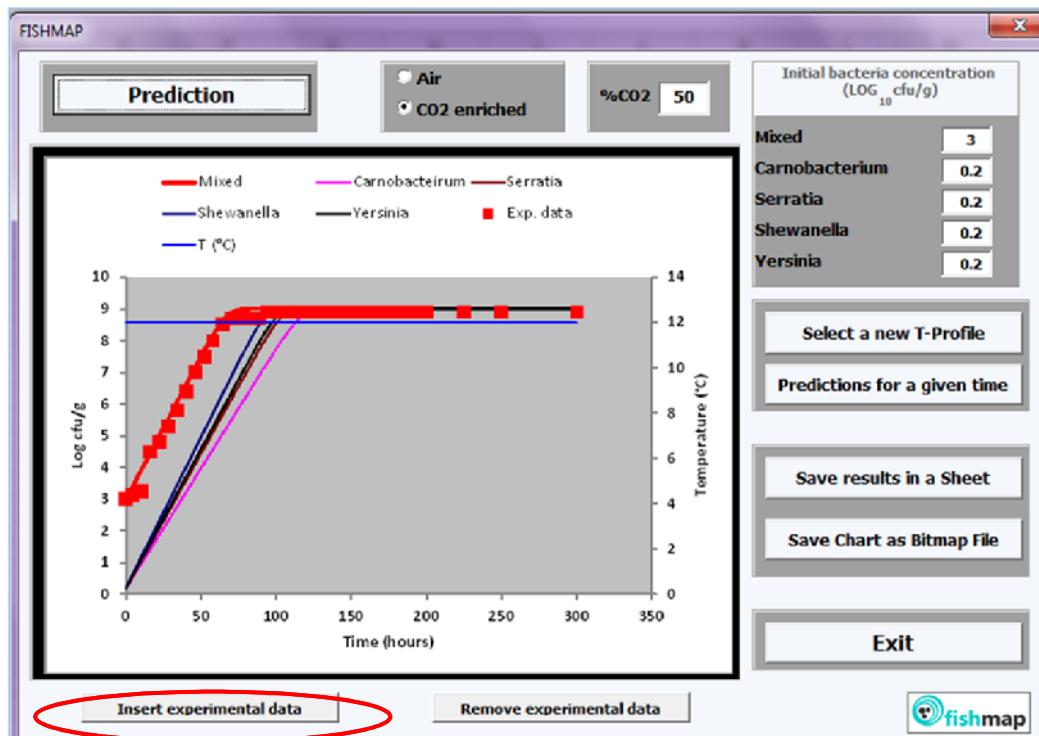
Predicted total bacterial load	7.6	\log_{10} cfu/g
Predicted Carnobacterium concentration	4.1	\log_{10} cfu/g
Predicted Serratia concentration	4.5	\log_{10} cfu/g
Predicted Shewanella concentration	5.1	\log_{10} cfu/g
Predicted Yersinia concentration	4.7	\log_{10} cfu/g
Out		

Initial bacteria concentration (\log_{10} cfu/g)	
Mixed	3
Carnobacterium	0.2
Serratia	0.2
Shewanella	0.2
Yersinia	0.2

Select a new T-Profile
Predictions for a given time

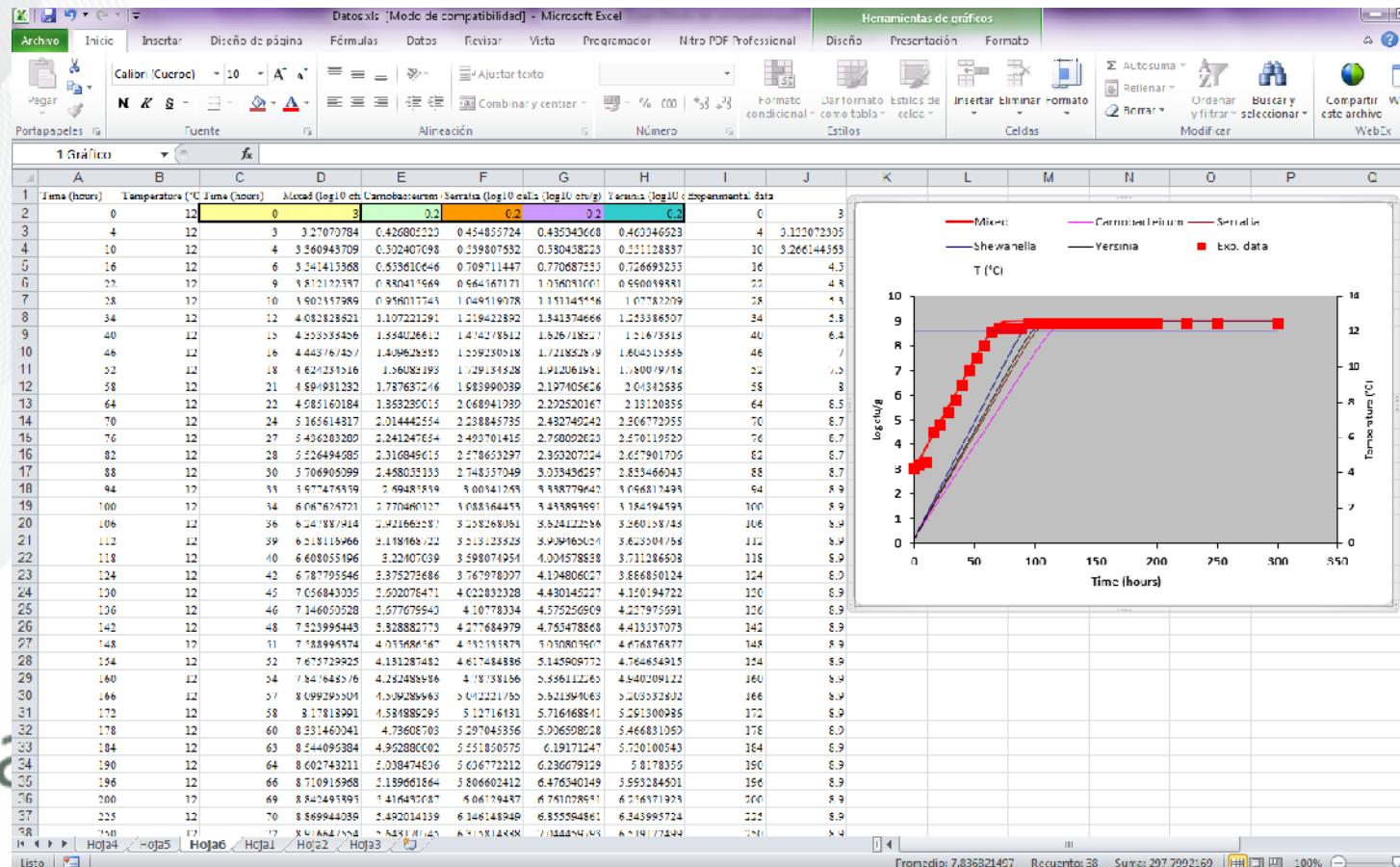
Comparación de los datos observados y los estimados

- Haga click en el cuadro de diálogo “Insert experimental data”
- Seleccione los datos experimentales en la hoja Excel correspondiente. Los datos deberán estar en dos columnas, en la primera aparecerán los datos de tiempo (en horas) y en la segunda los recuentos determinados experimentalmente (\log_{10} ufc/g).



Guardar los datos obtenidos

- Para guardar los datos y gráficos obtenidos, seleccione el botón “Save results in an Excel Sheet”.
- Para salir de las predicciones y cerrar el programa, pulse el botón “Exit”.



TRANSFERENCIA REALIZADA POR AZTI A EMPRESAS/ADMINISTRACIONES PUBLICAS/FAO

- ✓ **JORNADA Predicción de vida útil ¿Cómo determinar la vida útil de un producto alimentario?". Seminario para técnicos de Salud Pública de la Comunidad Autónoma del País Vasco.** AZTI-Tecnalia. 2010.
- ✓ **CURSO DIRIGIDO A INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS: "Herramientas para determinar la vida útil en productos alimentarios".** Basque Culinary Center, Mugaritz. AZTI-Tecnalia. 2011.
- ✓ **CURSO Quality and Safety Assessment of fish and fishery products.** "Shelf life and safety prediction in fish and fishery products". CIHEAM and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011.
- ✓ **CURSO "MICROBIOLOGIA PREDICTIVA: Herramientas para la gestión de la seguridad microbiológica de los alimentos".** Formación teórico-práctica en herramientas basadas en microbiología predictiva para determinar la seguridad microbiológica en alimentos. Técnicos del Departamento de Sanidad y Consumo. de la Comunidad Autónoma del País Vasco. 2012.

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

- ✓ Alfaro, B., Hernández, I., Le Marc, Y. y Pin, C. (2013). Modeling the effect of the temperature and carbon dioxide on the growth of spoilage bacteria in packed fish products. *Food Control*, 29(2), 429-437.

- ✓ Alfaro, B. y Hernandez, I. (2013). Evolution of the indigenous microbiota in modified atmosphere packaged Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) identified by conventional and molecular methods. *International Journal of Food Microbiology*, 167(2), 117-123.



Evolution of the indigenous microbiota in modified atmosphere packaged Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) identified by conventional and molecular methods

Begoña Alfaro, Igor Hernández*

AZTI-Tecnalia, Food Research Division, Parque Tecnológico de Bizkaia, Astondo Bideo, Sif. G08, 48100 Derio, Bizkaia Spain

ARTICLE INFO

Article history:
Received 4 March 2013
Received in revised form 14 July 2013
Accepted 23 August 2013
Available online 31 August 2013

Keywords:
Atlantic horse mackerel

ABSTRACT

A combination of conventional methods and genetic identification (PCR sequencing) was used to study the dynamics of the bacterial population during the spoilage of modified atmosphere packaged (MAP) Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) fillets. The cultivable microbiota in Atlantic horse mackerel samples packaged in a modified atmosphere (48% CO₂, 50% N₂ and 2% O₂) at refrigeration temperature (0 °C) was measured on days 1, 5 and 7 using non-selective (Long and Hammer agar) and selective media (Miller's Innn Agar, STAA and MRS). The microbiota was genetically characterized using partial amplification of 16S rRNA gene sequences from 305 bacterial isolates obtained from Long and Hammer agar. At the end of the shelf life (5 days), the total



Modelling the effect of the temperature and carbon dioxide on the growth of spoilage bacteria in packed fish products

Begoña Alfaro^{a,*}, Igor Hernández^a, Yvan Le Marc^b, Carmen Pin^b

^aAZTI-Tecnalia, Parque Tecnológico de Bizkaia, Astondo Bideo, Edif. G08, 48100 Derio, Bizkaia, Spain

^bInstitute of Food Research, Norwich Research Park, Norwich NR4 7UA, UK

ARTICLE INFO

Article history:
Received 22 December 2011
Received in revised form
23 April 2012
Accepted 16 May 2012

Keywords:
Kinetic modelling
Spoilage bacteria
Horse mackerel
Software application

ABSTRACT

We have investigated the effect of storage temperature (0–20 °C) and carbon dioxide concentration (0–100% v/v balance nitrogen) on the growth of *Corynebacterium marinorum*, *Serratia proteamaculans*, *Yersinia enterocolitica* and *Stenotrophomyces* sp., as well as on the growth of a mixed culture of the four species. These species were identified as the organisms responsible for spoilage in mackerel fillets packed under modified atmosphere in preliminary studies. The growth rates of all those strains were measured at several temperatures between 0 and 20 °C in cultures stored under air. Models describing the behaviour of the maximum specific growth rate on temperature, CO₂ and O₂ were developed for each organism. *C. marinorum* was the organism that showed the highest resistance to CO₂ and to the lack of O₂, while under aerobic condition at 0 °C, *S. marinum* showed the fastest growth rate. Model predictions were compared with observations on naturally contaminated horse mackerel fillets packed

PRESENTACIONES EN CONGRESOS CIENTIFICOS

- ✓ Alfaro, B., Hernández I., M., Pin C. & Le Marc Y. (2011). Modelling the effect of the temperature and carbon dioxide on the growth of spoilage bacteria in packed fish products. **7th International Conference on Predictive Modelling in Quality and Safety**. Dublin (Irlanda).
- ✓ Alfaro, B., Hernández I. (2012). Monitoring the bacterial population dinamics during storage of fresh fish under modified atmosphere. **23rd International ICFMH Symposium FoodMicro** Estambul (Turquía).
- ✓ Alfaro, B., Hernández I. (2012). Evolución y caracterización de la población bacteriana implicada en el deterioro del pescado fresco envasado en atmósfera modificada. **XVIII Congreso Nacional de Microbiología de los Alimentos (SEM)**. Logroño (España)
- ✓ Alfaro, B., Hernández I., M., Pin C. & Le Marc Y. (2013). FISHMAP- “A computing tool for prediction the shelf life of fish products”. **8th International Conference on Predictive Modelling in Food**. Paris (Francia).



www.azti.es | www.alimentatec.com | www.itsasnet.com

T. +34 94 657 40 00

Txatxarramendi ugartea z/g
48395 Sukarrieta, Bizkaia

Herrera Kaia, Portaldeoa z/g
20110 Pasaia, Gipuzkoa

Astondo Bidea, Edificio 609
Parque Tecnológico de Bizkaia
48160 Derio, Bizkaia