
Resumen proyecto

ET5EVUTIC

Aplicación de técnicas avanzadas de análisis de datos en estudios de Vida útil en los alimentos.

Objeto del proyecto:

Los estudios de vida útil (EVU) son claves para garantizar la seguridad de los alimentos, la rentabilidad de su comercialización, y la satisfacción de los clientes. Por un lado, están sometidos a una estricta legislación, que atiende principalmente a parámetros microbiológicos: de manera general, un alimento es viable si carece de proliferaciones microbianas. Por otro lado, las propiedades químico-físicas y organolépticas (aspecto, olor y sabor) determinan su aceptación por el cliente, de manera que un alimento puede ser viable pero no apetecible. La determinación de las fechas de caducidad y de consumo preferente deben tener estos factores en cuenta, además de que no se desechen antes de tiempo, para minimizar el desperdicio de alimentos saludables.

Un EVU requiere de múltiples experimentos en los que se analicen las propiedades microbiológicas, fisicoquímicas y organolépticas de los alimentos recurrentemente hasta que se alcance su límite de vida útil, lo que resulta particularmente difícil en el caso de productos como las conservas, en las que este tiempo puede ser de varios años. En estos casos se emplean EVUs acelerados, en los que los alimentos se conservan incubados a mayor temperatura, incrementándose la velocidad de las reacciones de degradación que experimentan, y los resultados se extrapolan a la temperatura ambiente o refrigerada mediante un parámetro Q_{10} , que es característico de cada alimento. Sin embargo, los valores de este parámetro no son conocidos en todos los casos, no están tabulados, y de manera general se utilizan aproximaciones muy conservadoras que generan fechas de caducidad y consumo recomendado mucho menores que las reales, lo que por un lado limita el riesgo alimentario y las reclamaciones de clientes, pero por otro favorece el desperdicio de alimentos, con el consiguiente impacto en la productividad, el consumo de agua y de energía necesarios para su producción.

Por otra parte, los constantes avances tecnológicos abren nuevas posibilidades como complemento o alternativa de los análisis de laboratorio habituales en un EVU, que son costosos, lentos, y requieren de personal cualificado e instrumentos costosos y difíciles de operar. Destaca el análisis automático de imágenes, que mediante el uso de técnicas de aprendizaje automático permite detectar y localizar con precisión y rapidez cualquier característica de interés en un alimento, como colonias de microorganismos o podredumbres, y trazar su evolución en el tiempo.

Con estas premisas, el objetivo general de este proyecto es mejorar la precisión, la velocidad, y la capacidad predictiva de los ensayos de envejecimiento acelerado de alimentos, empleando nuevos procedimientos y técnicas avanzadas de análisis de datos basadas en inteligencia artificial, que permitan garantizar la seguridad alimentaria y la evolución temporal de los atributos alimentarios relacionados con propiedades microbiológicas, físico-químicas y organolépticas hasta alcanzar el límite de su vida útil.

El correcto planteamiento de este proceso requiere un procedimiento complejo, pues debe permitir identificar los factores limitantes del proceso y sus límites de aceptación, elegir las

condiciones ambientales que permitan un aumento significativo de la velocidad del proceso, y disponer de una base técnica para extrapolar los resultados hasta las condiciones reales de almacenamiento a lo largo de toda la vida útil de un alimento.

Metodología:

Durante el año de duración de este proyecto se han realizado diversos EVUs tanto con alimentos frescos como en conserva, recopilando la batería de parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y organolépticos habituales en estos ensayos, que representan los atributos alimentarios que resultan limitantes para su vida útil. Asimismo, se han complementado con fotografías tomadas regularmente durante su evolución bajo distintas condiciones.

Posteriormente, estos datos experimentales se han analizado usando diversas técnicas estadísticas, de aprendizaje automático e inteligencia artificial, para generar criterios válidos para la toma de decisiones apropiadas, precisas y en corto periodo de tiempo, comparado con la vida útil real de los alimentos estudiados, dotando al proyecto de un mayor reto desde el punto de visto científico-tecnológico, al valorar la incorporación de técnicas de análisis que en mayor medida han estado destinadas al estudio de sistemas de una alta complejidad, para los que se requiere una capacidad de cálculo destacada.

La cooperación conjunta entre los Centros Tecnológicos CTNC y CENTIC aporta un valor añadido al proyecto contribuyendo de manera importante a la reducción de la brecha tecnológica en la Región de Murcia.

Resultados del proyecto:

Algunos de los datos de este proyecto pertenecen a EVUs de productos comerciales sometidos a acuerdos de confidencialidad y secreto industrial. Por ello, los resultados que se muestran en este documento han sido filtrados y seleccionados, omitiendo cualquier información que pudiese violar dichos acuerdos, aunque aspiran a transmitir de forma objetiva y eficiente las conclusiones que se alcanzan con ellos. Para consultar resultados más detallados o para cualquier aclaración adicional sobre el proyecto pueden contactar directamente con los Centros Tecnológicos CTNC y CENTIC.

En esta sección se muestran dos de los resultados más significativos desde la perspectiva del análisis de datos, que es la más trascendente para la participación del CENTIC en el proyecto. En primer lugar, la figura 1 muestra el resultado de la aplicación de técnicas de visión automática que permiten cuantificar objetivamente el estado de una manzana a partir de una secuencia de fotografías. Se han utilizado 150 fotografías capturadas durante 13 días, durante los que la fruta evolucionaba a temperatura ambiente. Cada punto se corresponde con una fotografía, ocho de ellas se muestran como referencia junto al diagrama. Se aprecia cómo en las etapas se producen leves cambios en su coloración, que

apenas pasan desapercibidos a simple vista, pero que quedan inequívocamente capturados en el diagrama. A partir de la fotografía 5 comienza a generarse una podredumbre en el lateral de la fruta, que poco a poco se va extendiendo hasta la figura 8, provocando un cambio evidente en la trayectoria del diagrama. Este tipo de diagramas, una vez generalizados para tolerar cualquier variación que pueda producirse en el entorno de la fotografía y su efecto de distorsión en el análisis, se puede utilizar para automatizar la monitorización de los alimentos en el laboratorio y controlar con gran resolución tanto temporal como espacial su evolución, definiendo los puntos clave de transición desde un estado óptimo para el consumo hasta el final de su vida útil.

En segundo lugar, se ha desarrollado un procedimiento analítico que permite calcular el valor del parámetro Q_{10} anteriormente mencionado que presenta importantes ventajas respecto al procedimiento habitual:

- No se basa en valores apriorísticos y aproximados de Q_{10} . Permite realizar su estimación experimental, manteniendo la coherencia entre los parámetros utilizados y los resultados obtenidos.
- Estima la vida útil de un alimento en el menor tiempo posible. Solo es necesario que se alcance la fecha de caducidad del alimento incubado a la mayor temperatura (en este caso 45°C). Gracias al uso de modelos multivariantes las conclusiones a esta temperatura se pueden extrapolar analíticamente a otras temperaturas de trabajo.
- Implica un incremento mínimo de la complejidad experimental. Para realizar las estimaciones es necesario emplear tres series de temperaturas distintas en lugar de una (en teoría sería posible emplear solo dos series, aunque a costa de incrementar la incertidumbre), pero no requiere de ningún análisis más allá de los ya programados. Es una manera de poner en valor los numerosos datos que se registran durante un ensayo de vida útil y que en muchos casos se descartan.
- Reduce la incertidumbre de las estimaciones al combinar varios parámetros. Como genera un índice sintético que combina distintos parámetros aislados, sus errores asociados tienden a cancelarse al realizar combinaciones lineales sobre ellos.

La figura 2 muestra la representación de los datos necesarios para realizar el cálculo, que deben cumplir varias condiciones: deben ser parámetros experimentales cuantitativos que varíen gradualmente conforme aumenta el tiempo de incubación del alimento, y que la variación de dicha velocidad debe depender de la temperatura.

Como ya se ha comentado, para más detalles sobre este procedimiento contactar por favor con CTC y CENTIC.

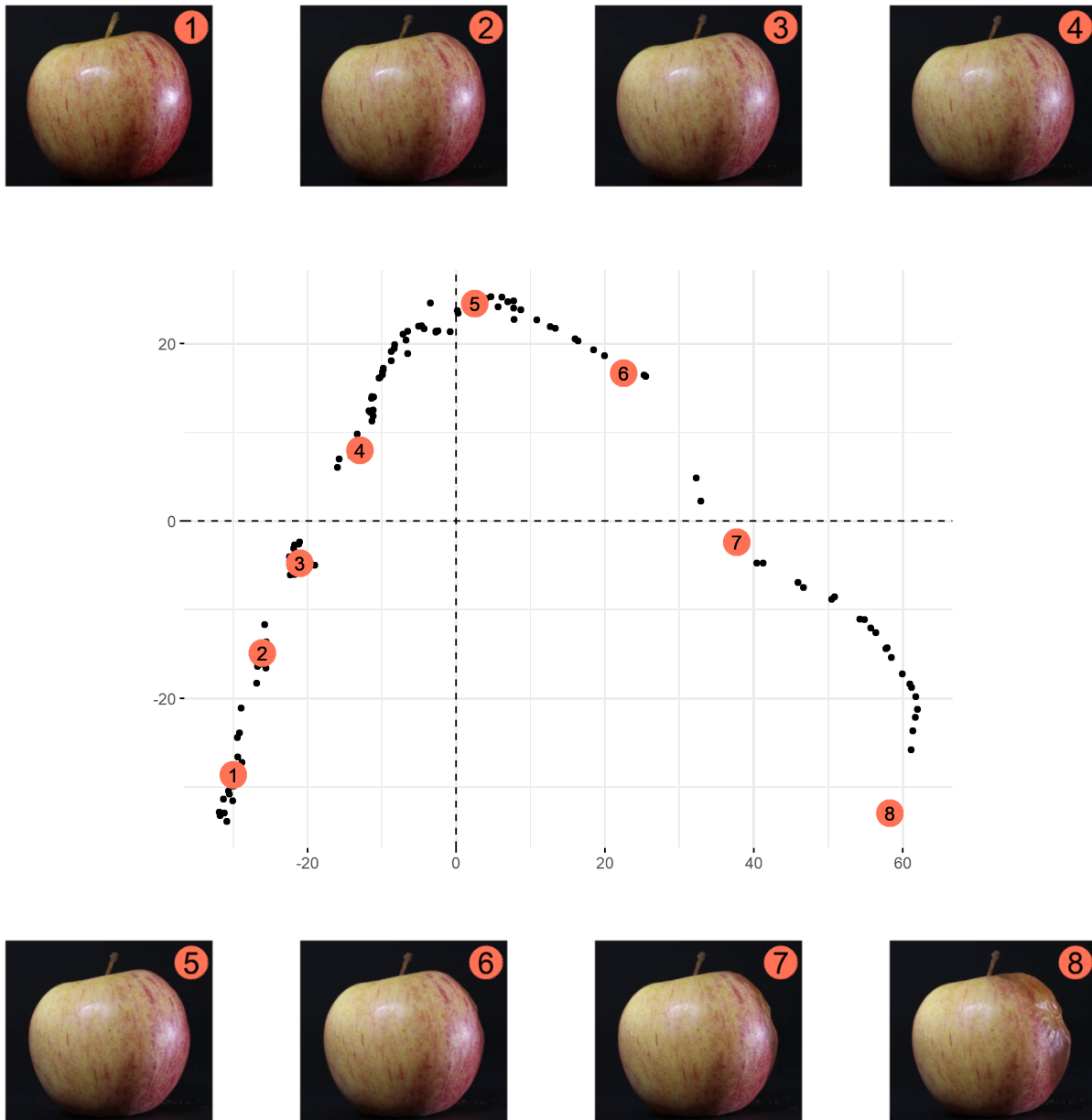


Figura 1. Diagrama que muestra la evolución de una pieza de fruta conservada a temperatura ambiente durante 13 días determinado a partir de análisis de fotografías tomadas de regularmente durante todo el proceso y analizadas mediante técnicas de visión automática, acompañado de ocho imágenes de referencia de entre las 150 utilizadas.

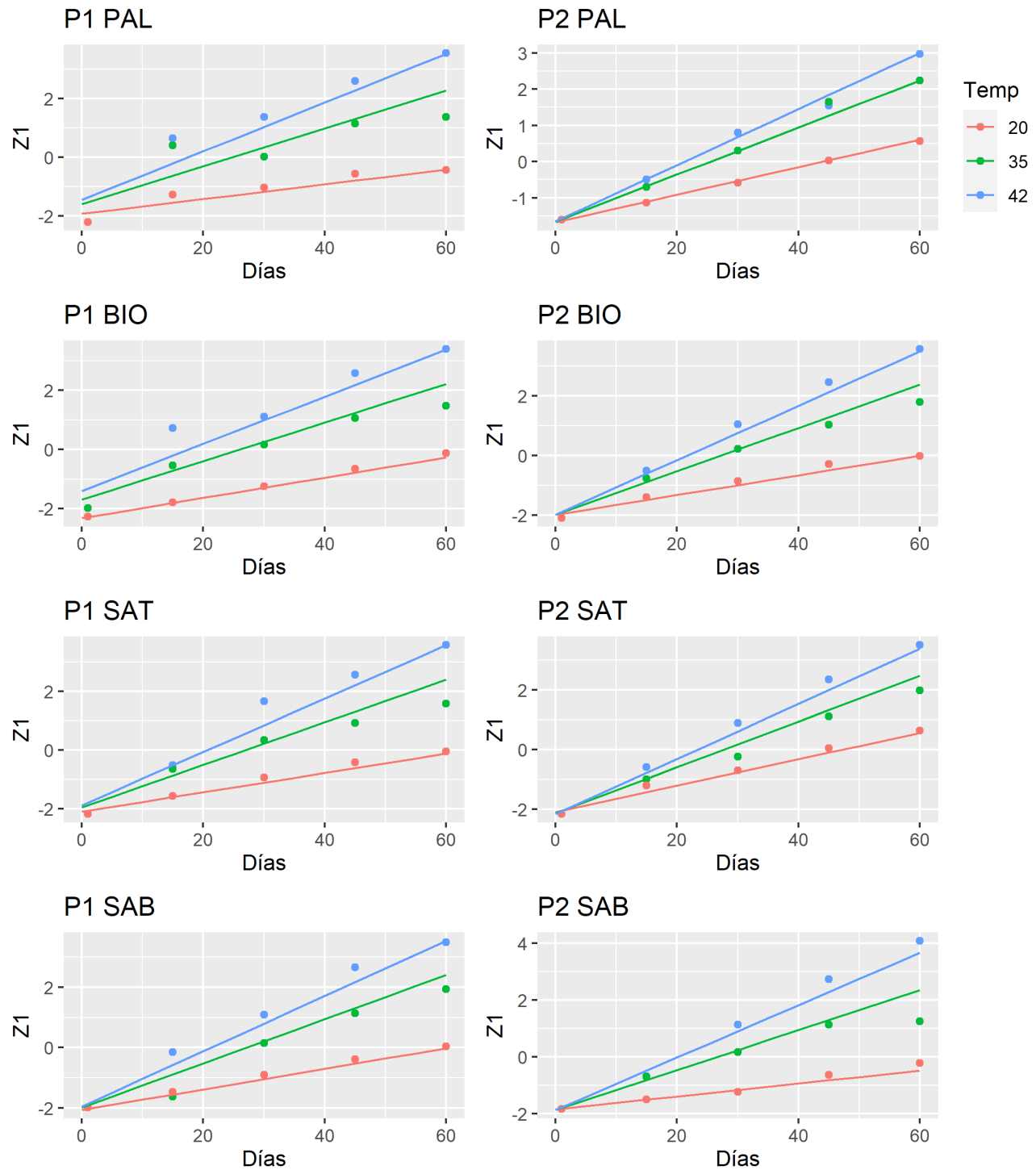


Figura 2. Datos utilizados para el cálculo del parámetro Q_{10} necesario en EVUs acelerados, correspondientes a dos productos (P1 y P2) conservados en cuatro medios (PAL, BIO, SAT y SAB) incubados a tres temperaturas distintas (20, 35 y 42 grados).

Más información del proyecto:

<https://centic.es/et5-evutic/>

Por email: centic@centic.es

Este Proyecto/Programa está financiado hasta el 80% con recursos del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) asignados al Instituto de Fomento de la Región de Murcia con arreglo a la Subvención Global mediante la Decisión C(2015)3408, de la Comisión, por la que se aprueba el Programa Operativo de intervención comunitaria FEDER 2014-2020 en el marco del objetivo de inversión en crecimiento y empleo, en la Comunidad Autónoma de Murcia, como Región calificada en transición.

Para cualquier información adicional relativa a este Proyecto/Programa puede dirigirse a:

Asociación Centro Tecnológico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, CENTIC
Parque Científico de Murcia, Edf. T, 30100 - Murcia
Tel: 968 96 44 00
centic@centic.es

A.E.I. Centro Tecnológico Nacional de la Conserva
C/ Concordia s/n.30500 Molina de Segura (Murcia)
Tel: 968 389 011
jfernandez@ctnc.es