



NEWFRESH®
PATENTED

ACTIVE PACKAGING

*Keeps the product fresher
Extends shelf life
Reduces food waste
Antimicrobial. Better food safety*

Presentación del envase activo de cartón *NEWFRESH*



Resultados de validación de este envase activo de cartón en mejora de la conservación y la seguridad alimentaria de productos hortofrutícolas frescos

Resultados de los Proyectos de I+D:

Proyecto Europeo: “*NEW MULTI-ACTIVE CARDBOARD PACKAGING SOLUTION TO EXTEND THE SHELF-LIFE OF FRESH FRUITS AND VEGETABLES BY 40%*”

(H2020-SMEInst-2018-2020-2: ref-812001), 2018-2020

Proyecto RIS3-Mur 2016: “*NUEVA CAJA DE CARTÓN ACTIVA ANTIMICROBIANA PARA ALARGAR LA VIDA ÚTIL DE TOMATES Y PIMIENTOS FRESCOS ENVASADOS A GRANEL*”.

(Convocatoria RIS3Mur- Orden 12 agosto 2016 Consejería de Desarrollo Económico, Turismo y Empleo, Región de Murcia). Expediente aprobación nº: 2 / 16SAE00006, 2017-2018

Índice de esta presentación



1. Problemas que viene a resolver este tipo de envase activo:
 - Pérdidas de producto por llegar en mal estado al mercado de destino
 - Reclamaciones por mal estado del producto, podredumbres, oxidaciones, deshidratación.
2. ¿Cómo trabaja la tecnología que encierra este innovador envase activo?
 - Antecedentes de envases activos de cartón
 - Nanotecnología que incluye este nuevo envase activo de cartón
3. Validación de su multiactividad como envase activo, en distintos productos
4. Resumen de resultados de validación en distintos productos.

Pérdidas de producto que llega en mal estado al mercado de destino



El 5% del total de frutas y hortalizas que se comercializan cada año en la Unión Europea (EU28) nunca llega a los supermercados porque se estropea en el camino (debido a podredumbres provocadas principalmente por hongos y bacterias, y la acción del etileno, que es la hormona vegetal responsable de la maduración de los frutos, que provoca el deterioro de productos sensible)

Impacto anual en la EU28:



8.970 M€ de pérdidas



3,9 Mt de vertidos

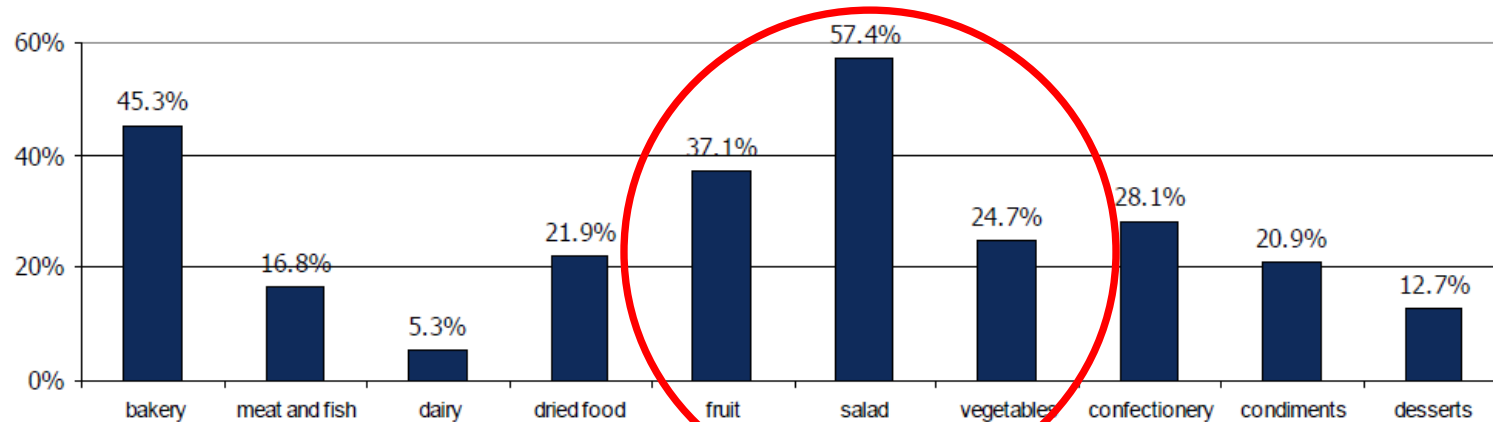


7,4 Mt de CO2 emitido en vano en su producción agrícola

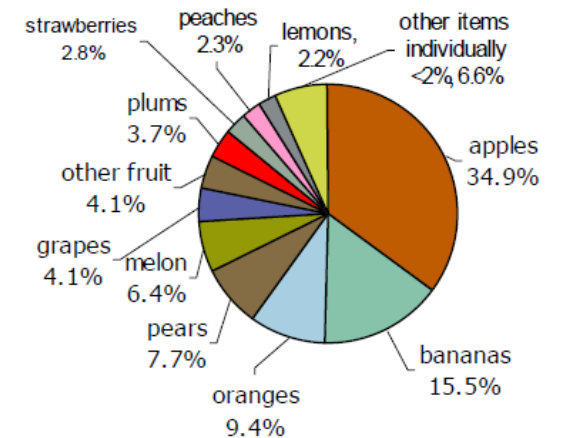
La tercera parte de los alimentos que compramos la tiramos a la basura



proportion of the weight of food items purchased that is thrown away adults & children households



weight of avoidable fresh fruit waste by type



Reclamaciones por mal estado del producto, (podredumbres, mal aspecto, oxidaciones, deshidratación)



Impacto anual en las empresas:

Cuando se supera cierto grado de podredumbre en el producto (5% o más) enviado al cliente (mercado de destino) se descuentan cantidades importantes, lo que supone:

- Pérdidas económicas para la empresa exportadora hortofrutícola
- Posibilidad de pérdida de clientes
- Pérdida de imagen de empresa



1% de pérdidas económicas de la facturación total (del orden de 500.000 € en una empresa con unas ventas de 50 M €)



NEWFRESH®
PATENTED
ACTIVE PACKAGING

¿Cómo trabaja la tecnología que encierra este innovador envase multiactivo?





Este envase multiactivo incorpora aceites esenciales naturales como agentes activos, con actividad antimicrobiana, antioxidante, y de cierto control del etileno.

Para controlar podredumbres, oxidaciones, deshidrataciones, y avance hacia la sobremaduración de los productos



Se han presentado al mercado otros desarrollos de envases activos de cartón que han utilizado aceites esenciales como agentes antimicrobianos

Pero liberaban estos aceites de manera continua. Los envases olían demasiado y no eran eficaces. Esta es la razón de que finalmente no se hayan comercializado.



En estas soluciones de envase QUE NO HAN TENIDO ÉXITO, los aceites esenciales no se liberaban progresivamente, sino que lo hacían de forma continua desde que se fabricaba la caja de cartón. Las dosis aplicadas de aceites tenían que ser altas. El envase era caro, poco eficaz, y olía mucho.

EJEMPLOS:

Utilizaban aceite esencial como agente antimicrobiano.

El aceite esencial era aplicado directamente en la parafina o emulsión de recubrimiento de una de las caras del cartón.

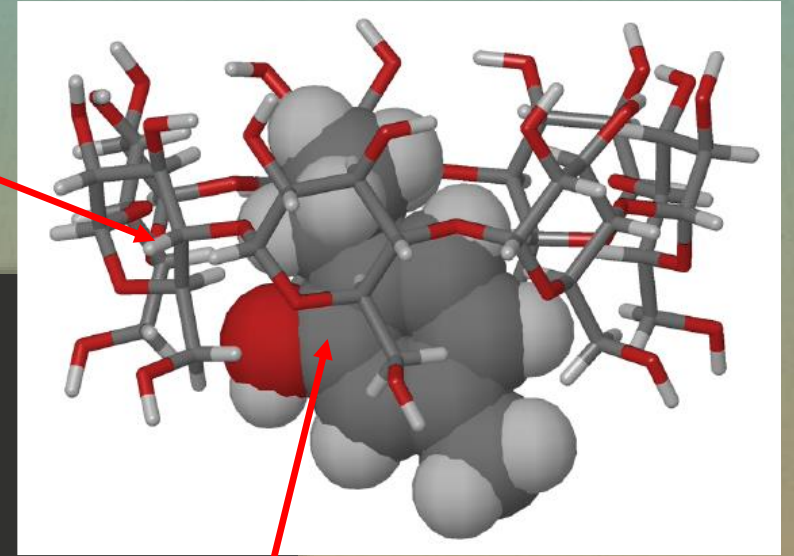
Una parte importante de aceite esencial era perdido durante la fabricación del cartón (en el secado de la parafina), y durante el almacenamiento de las cajas. El envase vacío olía mucho a aceites esenciales.

(1) Caso de la propuesta de Repsol, desarrollada en colaboración con la Universidad de Zaragoza (España)

(2) Caso de la propuesta del Consorcio Italiano Bestack, desarrollada en colaboración con la Università di Bologna (Italia)



Cápsula molecular que atrapa el aceite esencial, y lo libera cuando la HR es elevada



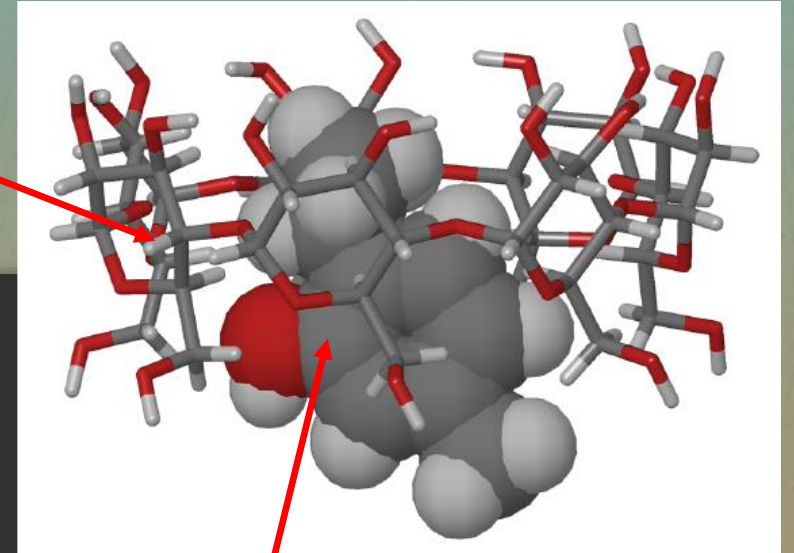
Moléculas de aceite esencial atrapado en la cápsula molecular que evita que se libere desde la superficie del cartón

¿Cuál es la tecnología innovadora que encierra este envase multiactivo de cartón?

Se aplican los aceites esenciales nanoencapsulados en la emulsión de recubrimiento del cartón. La liberación de los aceites esenciales activos es progresiva y solo se produce cuando se tiene el producto envasado en la caja, cuando la Humedad Relativa (HR) es elevada en las proximidades de la superficie de las paredes de la caja

(Esta tecnología está patentada a nivel internacional y es exclusiva de SAECO)

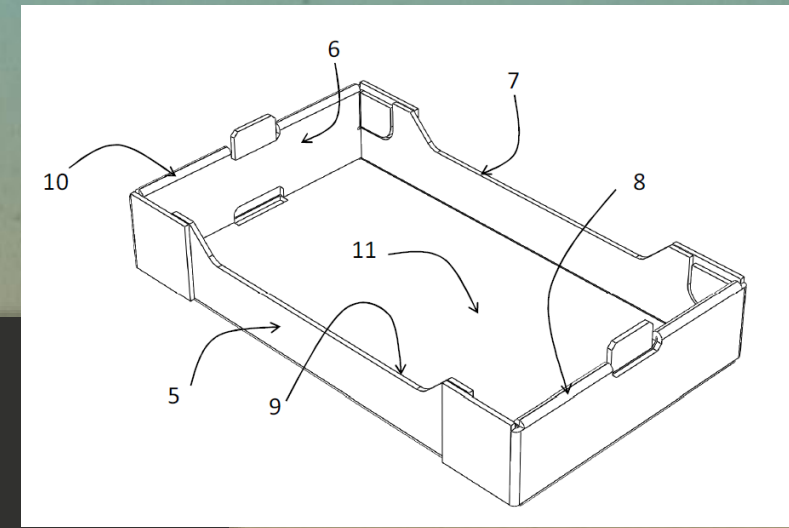
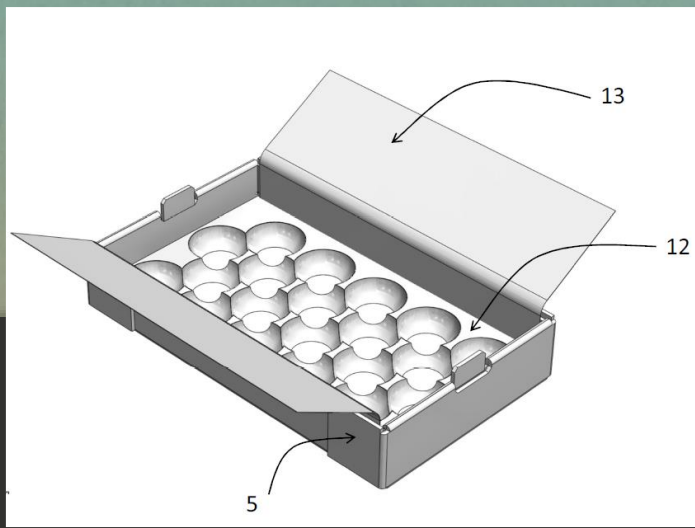
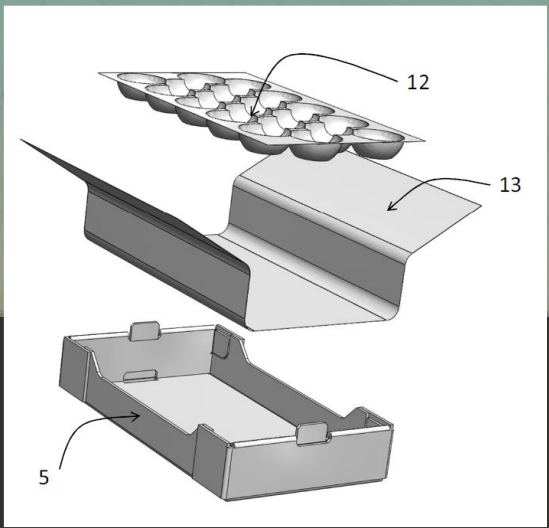
Cápsula molecular que atrapa el aceite esencial, y lo libera cuando la HR es elevada



Moléculas de aceite esencial atrapado en la cápsula molecular que evita que se libere desde la superficie del cartón

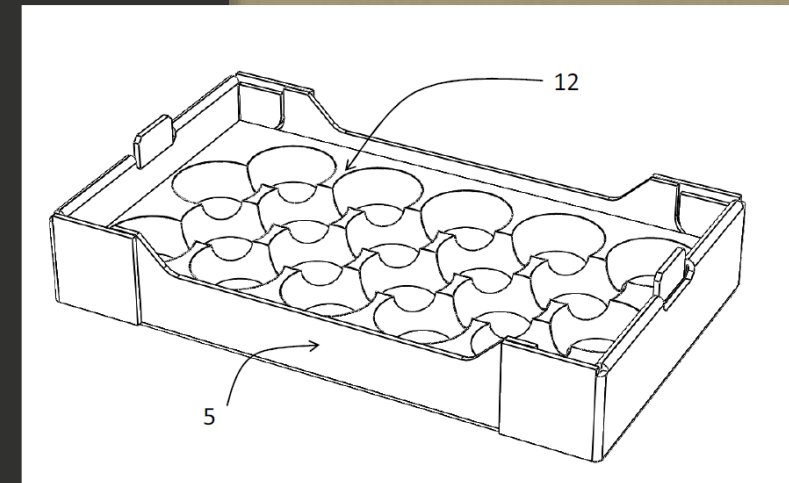
Los aceites esenciales nanoencapsulados, aplicados en combinación con la emulsión en base agua sobre el cartón, son:

- más resistentes al calor,
- no se liberan durante el secado a alta temperatura en la fabricación del cartón, y
- no se evaporan –liberan- del cartón después de su fabricación a no ser que se tenga una elevada HR en el ambiente (>80%)



El recubrimiento activo se puede aplicar también en los alveolos y en las envolturas de papel, y en barquetas de cartoncillo o cartón microcorrugado

Y se puede aplicar en combinación con agentes de adsorción de etileno





Validación de su multiactividad como envase activo
en distintos productos

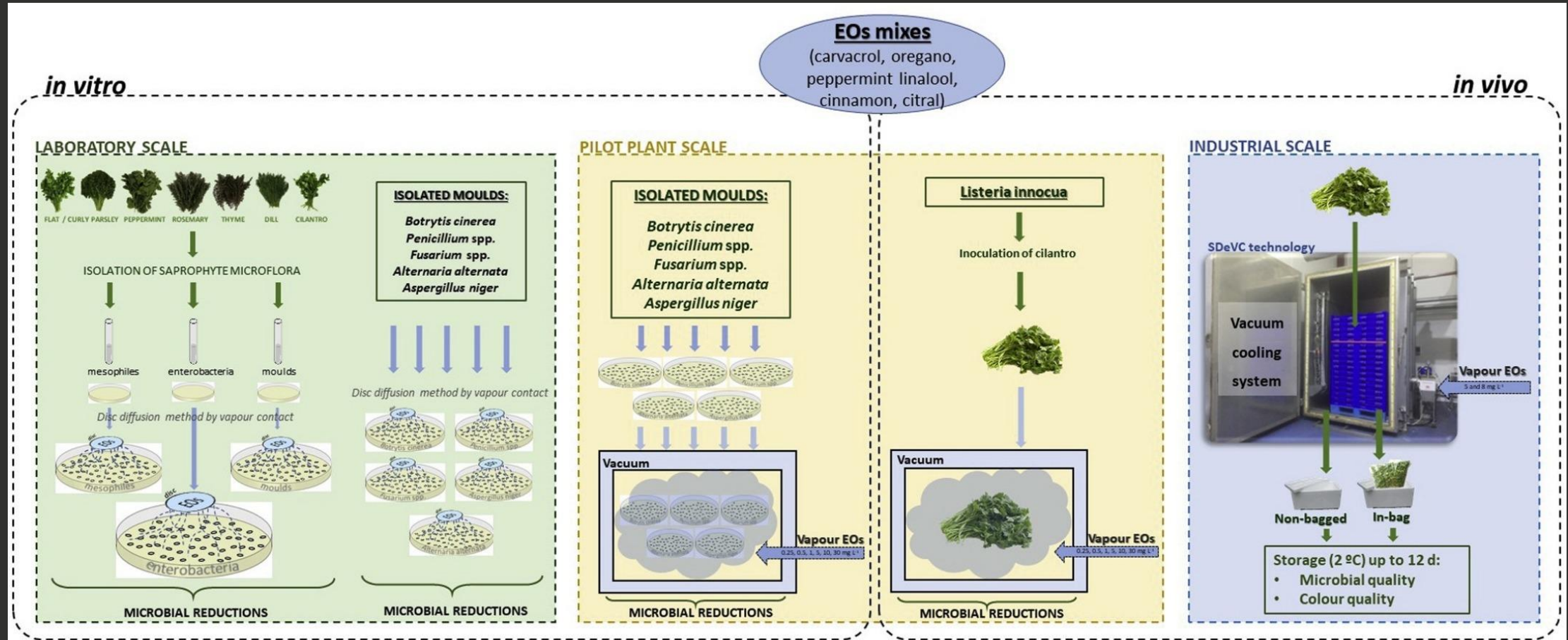
Se ha estudiado y validado este envase multiactivo de cartón

En envasado de diversas frutas y hortalizas frescas
(Estudios realizados por la Universidad Politécnica de Cartagena)



Universidad
Politécnica
de Cartagena | Campus
de Excelencia
Internacional

Diseño experimental, ejemplo de obtención de una de las fórmulas activas



Seguridad Alimentaria. Efecto antimicrobiano de la concentración de vapor de aceites esenciales en contacto con la piel del producto (en mg/L aire)

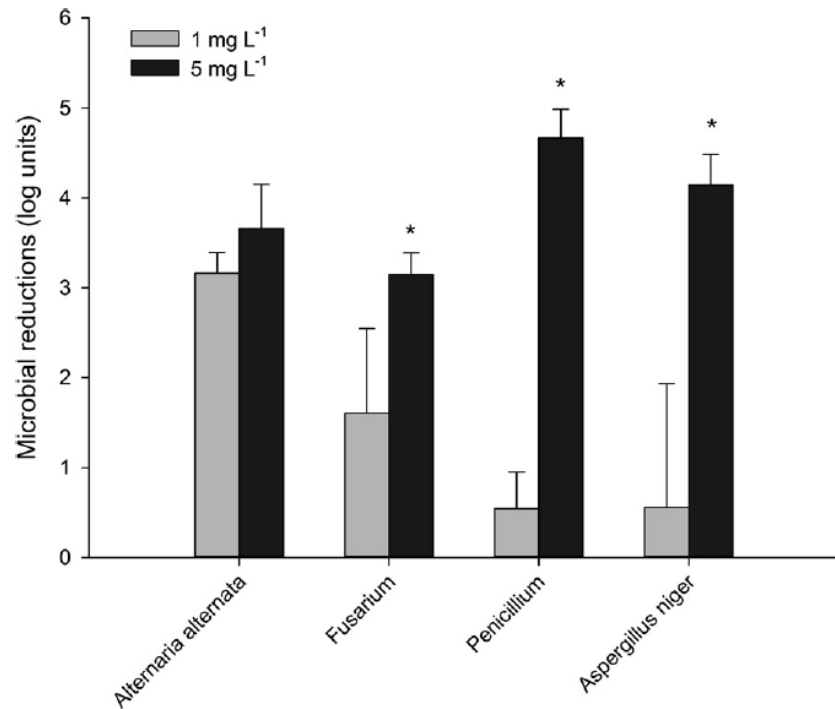
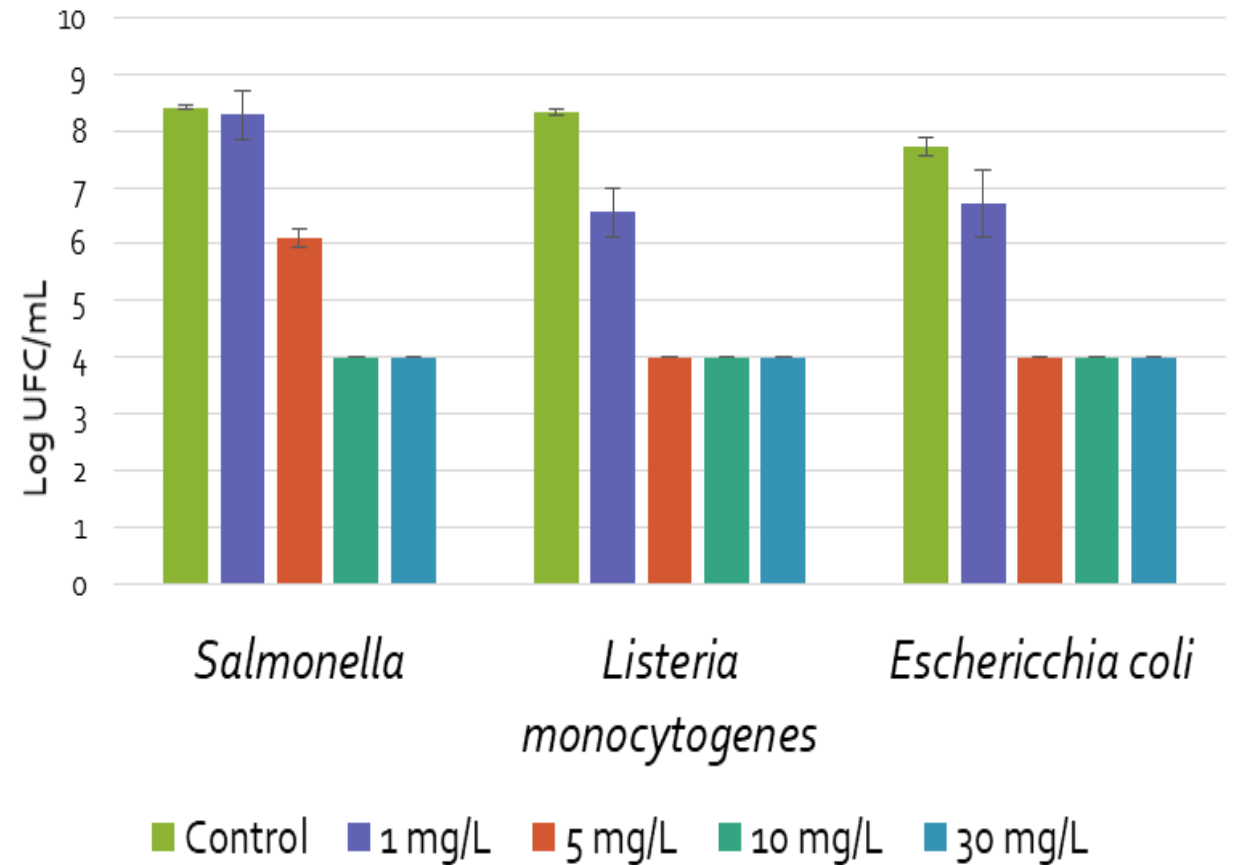


Fig. 3. *In vitro* microbial reductions (log units) in isolated molds after carvacrol:oregano (80:20 v:v) vapor treatment at pilot plant scale based on the SDuVC technology (n = 3 ± SD). Asterisks denote significant differences (p < 0.05) among EOs concentrations for the same mold.



Aplicación a la conservación de cítricos

Con resultados de alargamiento de
la vida útil y disminución de las
podredumbres



Caja activa de cartón ondulado



Aplicación a la conservación de hortalizas

Con resultados de alargamiento de la vida útil y disminución de las podredumbres. En el caso del brócoli hasta los 45 días, a 2°C, en caja de cartón activa.

Caja activa de cartón microcorrugado



Caja activa de cartón ondulado



Día 7 de
envasado



Día 20 de
envasado



Día 34 de
envasado



Día 28 de
envasado



Día 46 de
envasado

Caja activa de cartón ondulado



Aplicación a la conservación de fruta de hueso

Con resultados de alargamiento de la vida útil y disminución de las podredumbres

Barqueta activa de cartón microcorrugado



ALGUNOS RESULTADOS MÁS DETALLADOS

En tomate y pimiento, y otros
productos

Pimientos defectuosos y podridos / caja
a los 21 días de conservación en cajas de 5 kg,
en palets, y en cámara a 8 °C y HR 80%



Envasados en
caja normal

CR
Envasados en
caja activa NewFresh

ENSAYOS DE CONSERVACIÓN EN CÁMARAS FRIGORÍFICAS INDUSTRIALES

Pimiento Variedad California, tricolor

Caja SIN recubrimiento
(Negra)

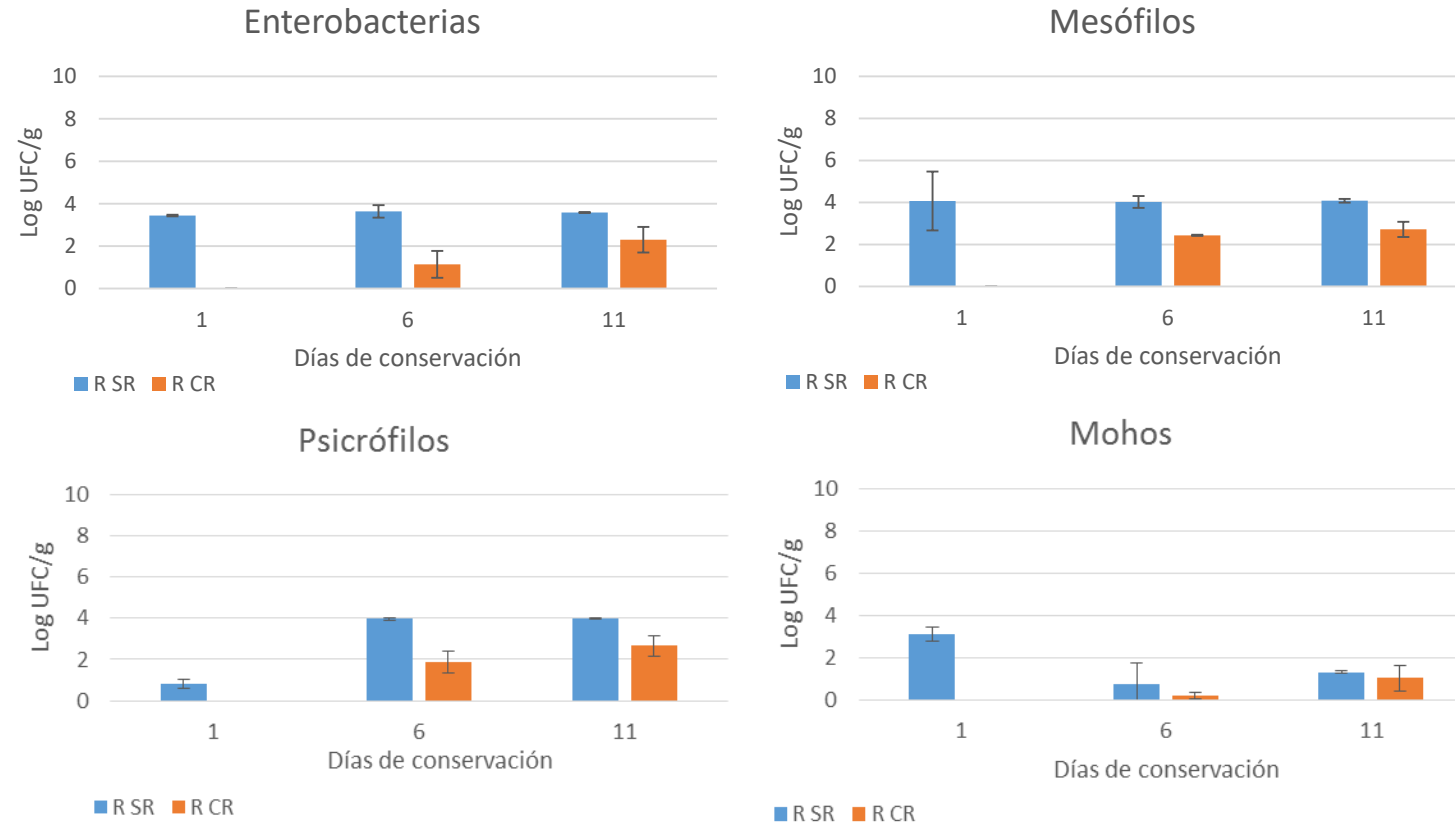


Caja CON recubrimiento
(Azul)



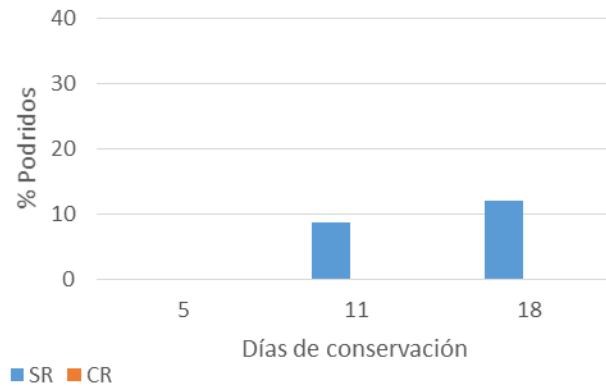
Muestras realizadas por triplicado en pimiento Verde, Rojo y Amarillo los días 0, 5, 11 y 18 de conservación para su análisis
(SE TOMA UNA CAJA DE CADA TIPO DE PIMIENTO Y MUESTRAS EN BOLSA ESTÉRIL PARA LA MICROBIOLOGÍA SUPERFICIAL).

LA CAJA ACTIVA REDUCE EL RECuento MICROBIANO SUPERFICIAL DEL PRODUCTO ENVASADO. Ejemplo: PIMIENTO ROJO



RECuentos Microbianos en Superficie del Fruto (expresados en Log UFC/g de producto): Enterobacterias, aerobios mesófilos y psicrófilos totales y mohos a lo largo de la conservación en caja Sin recubrimiento (SR barra azul) y Con recubrimiento (CR barra naranja) activo (8 °C, 80% HR).

LA CAJA ACTIVA REDUCE EL PORCENTAJE DE PODRIDOS DEL PRODUCTO ENVASADO. Ejemplo: PIMIENTO VERDE



Recuento de podridos en cajas Sin recubrimiento (columna azul) y con recubrimiento activo (columna naranja) de pimiento verde expresados en porcentaje a lo largo de su período de conservación.

LA CAJA ACTIVA REDUCE EL PORCENTAJE DE PODRIDOS DEL PRODUCTO ENVASADO. Ejemplo: PIMIENTO VERDE

Día 5

Sin recubrimiento



Con recubrimiento



Día 11

Sin recubrimiento



Con recubrimiento

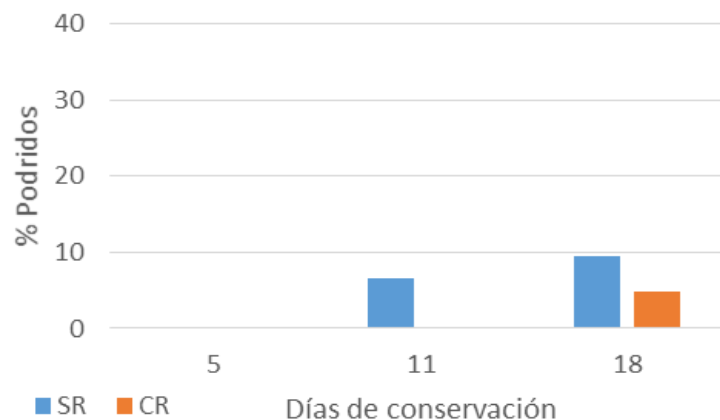


Día 18

Sin recubrimiento



Con recubrimiento



Recuento de podridos en cajas Sin recubrimiento (columna azul) y con recubrimiento (columna naranja) de pimiento rojo expresados en porcentaje a lo largo de su período de conservación

LA CAJA ACTIVA CONSERVA MEJOR LA FRESCURA DEL PRODUCTO ENVASADO. Ejemplo: PIMIENTOS VERDE Y AMARILLO

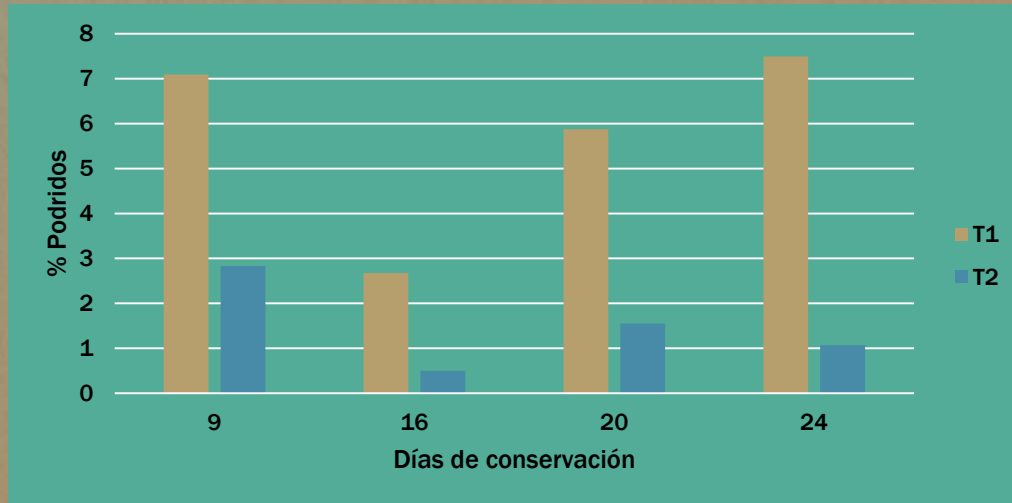
La diferencia en aspecto, calidad global, firmeza, estado de frescura y de porcentaje de podridos es muy significativa entre los pimientos envasados en cajas activas (color azul) y los envasados en cajas normales (color negro).

(Fotos del día 21 de conservación)

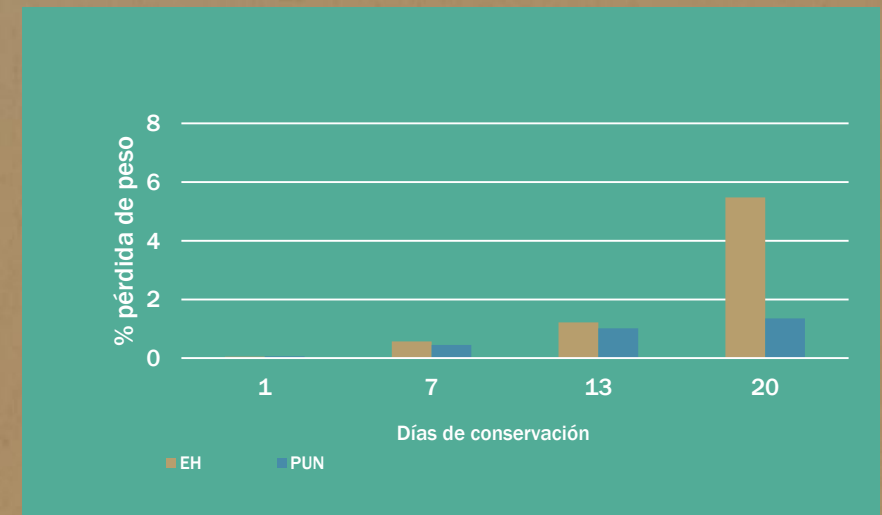




ENSAYOS EN TOMATES FRESCOS.
 Los tomates envasados en cajas activas son mejor valorados sensorialmente que los envasados en cajas normales



Porcentaje de podridos en tomate fresco envasado en caja de cartón normal (T1, barras marrones) y en caja de cartón activa (T2, barras azules), en conservación refrigerada a 8 °C y 90% HR. En el día 0 no habían podridos en ninguno de los casos.



Análisis sensorial (arriba) y porcentaje de pérdida de peso (abajo) en tomate canario fresco envasado en caja de cartón normal (EH) y en caja de cartón activo (PUN), en conservación refrigerada a 8 °C y 90% HR.



¿Qué ocurre si se maneja la caja de cartón vacía en el campo ?

Hasta que no se carga con producto, la caja activa no empieza a liberar agente activo

La caja de cartón activa se conserva perfectamente, siempre que la caja no se moje por lluvia o rocío o escarcha, lo cual es negativo también para una caja normal



¿Qué ocurre si se cargan estas cajas activas con producto y se meten en el vacuum cooling? ¿Se pierde actividad?

Las cajas activas no se ven afectadas por el tratamiento en vacuum cooling del producto. Se comportan como una caja normal.



No se pierde actividad, porque en estas condiciones de alto vacío y baja temperatura no se libera el agente activo. La caja activa conserva su actividad.



¿Qué ocurre si se transporta producto en estas cajas activas en camiones o se conserva en cámaras frigoríficas junto a otros productos envasados en cajas normales de cartón o de plástico?

Transporte frigorífico. Las cajas conservan su actividad incluso teniendo palés de cajas activas junto con palés de cajas normales y de otros productos

Almacenamiento frigorífico. Las cajas conservan su actividad incluso teniendo palés de cajas activas junto con palés de cajas normales y de otros productos



¿Qué ocurre si el producto envasado en esta caja activa de cartón sigue la ruta logística habitual hasta su venta en el supermercado?

La caja es activa con independencia de la temperatura, siempre que esté en contacto con el producto fresco

- Se genera una HR elevada en las inmediaciones de las frutas y verduras frescas (incluso a temperaturas fuera de las cámaras), y esto hace que se liberen vapores de aceites esenciales que conservan el producto, incluso a temperatura ambiente
- Ver ejemplo en la diapositiva siguiente.

La caja activa libera agentes activos que conservan el producto fresco a temperatura ambiente





CONSERVACIÓN EN FRÍO Y A TEMPERATURA AMBIENTE

Pimiento California
EN CAJAS ACTIVAS *NewFresh*®
Y EN CAJAS CONTROL NORMALES
de 300x400x210

Condiciones conservación

- 24 días de conservación a 8 °C y 90% HR.
- Después los pimientos se conservan 5 días más (hasta el día 29) a 25 °C y 80% HR

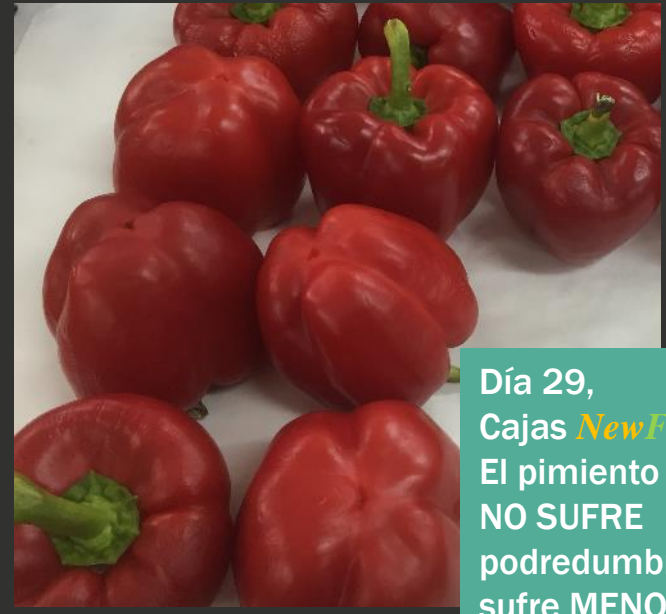
(HR medida dentro de la caja, entre los pimientos, pero la HR en el aire de la sala a T ambiente era del 54%)

Día 29,
Cajas CONTROL:
El pimiento SUFRE más
podredumbre y más deshidratación

Día 24, cajas CONTROL:
El pimiento SUFRE podredumbres



Día 24, cajas *NewFresh*®:
El pimiento NO SUFRE podredumbres



Día 29,
Cajas *NewFresh*®:
El pimiento
NO SUFRE
podredumbre y
sufre MENOS
DESHIDRATACION

Fichas de validación del envase activo de cartón

En distintos productos



1. Ensayos de validación industrial de la caja activa NewFresh en conservación de pimiento fresco (California, rojo, amarillo y verde)

Conservación en cámara industrial en pallets de cajas de cartón tradicional y cajas activas de cartón NewFresh



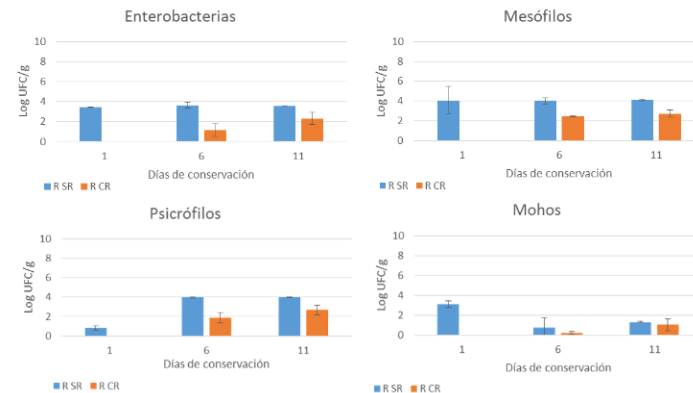
Pallets de cajas activas y tradicionales



Caja normal

Caja activa NewFresh

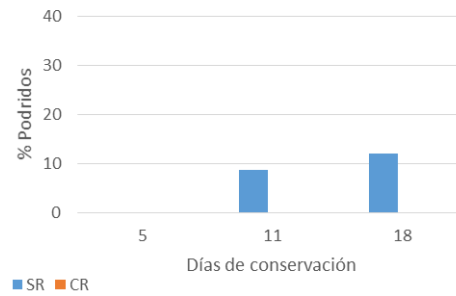
Evolución de la microbiología en superficie del fruto



La caja activa NewFresh reduce la carga microbiana de la superficie del fruto. Reduce las podredumbres y mejora la seguridad alimentaria microbiana.

Recuentos microbiológicos de pimiento rojo expresados en Log UFC/g de producto para los microorganismos enterobacterias, aerobios mesófilos y psicrófilos totales y mohos durante su periodo de conservación en cajas de cartón tradicional (SR, barra azul) y activa NewFresh (CR, barra naranja).

Evolución del porcentaje de podridos en pimiento



Recuento de podridos en cajas tradicionales (columna azul) y cajas activas NewFresh (columna naranja) en el envasado de pimiento verde, a lo largo de la conservación.

La caja activa NewFresh reduce el porcentaje de podridos hasta menos de la mitad que en cajas de cartón tradicionales o de plástico (hasta el 0% en la mayoría de los casos)

Evolución de la firmeza y frescura del pimiento



Pimiento de caja tradicional

La caja activa NewFresh mantiene la frescura del pimiento. En el día 18 de conservación el pimiento de caja tradicional tiene menos firmeza y se arruga con facilidad cuando apretamos con el dedo. En caja activa NewFresh, el pimiento mantiene su firmeza y no se arruga cuando apretamos en la piel



Pimiento de caja activa NewFresh

2. Ensayos de validación industrial de la caja activa NewFresh en conservación de tomate fresco (variedades Caniles, Ventero, Canario y Cherry)

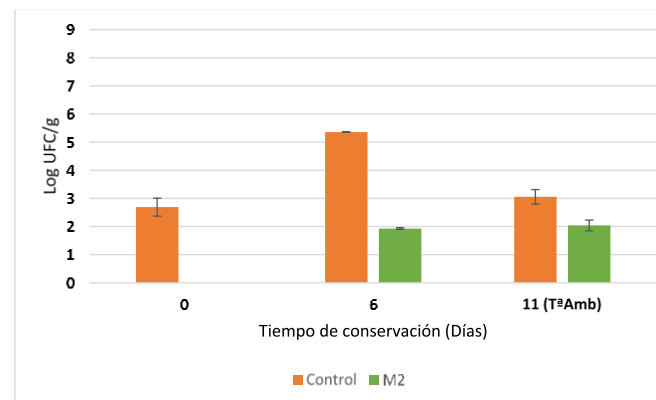
Conservación en cámara industrial en pallets de cajas de cartón tradicional y cajas activas de cartón NewFresh



Pallets de cajas activas (negras) y normales (verdes)



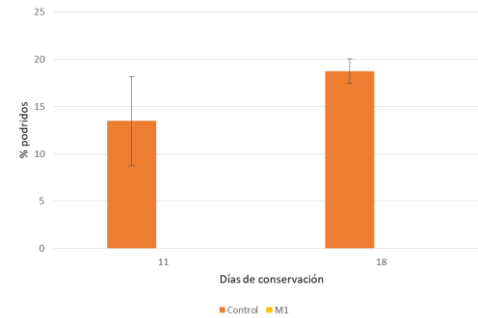
Evolución de la microbiología en superficie del tomate



La caja activa NewFresh reduce la carga microbiana de la superficie del fruto. Reduce las podredumbres y mejora la seguridad alimentaria microbiana

Recuento de Levaduras (Log UFC/ g) en tomate Caniles conservados en refrigeración a 8 °C y HR 85% (los días 0 y 6) y a temperatura ambiente (desde el día 6 al 11), en cajas de cartón control (barra naranja: **Control**), y en caja de cartón activa (barra verde).

Evolución del porcentaje de podridos en tomate



Porcentaje de podridos en conservación de tomate var Ventero (8 °C 90%HR 6 días, y resto a temperatura ambiente). En naranja el control, caja tradicional, y en amarillo la caja activa.

Evolución de la firmeza y podridos en el tomate



Aspecto de los tomates var Ventero de caja control (Izda) y caja activa (Dcha), en el día 18 de conservación a T ambiente (hasta el día 6 se mantiene a 8 °C 90% HR).

La caja activa NewFresh reduce el porcentaje de podridos hasta menos de la mitad que en cajas de cartón tradicionales o de plástico (hasta el 0% en la mayoría de los casos)

La caja activa NewFresh mantiene la frescura del tomate. En el día 18 de conservación el tomate de caja tradicional tiene menos firmeza con gran proporción de podridos. En caja activa NewFresh, el tomate mantiene su firmeza y no presenta podridos

3. Ensayos de validación industrial de la caja activa NewFresh en conservación de lechugas (Iceberg, Romana, Little Gem, a granel con liner, con envoltura de campo o en flow pack)

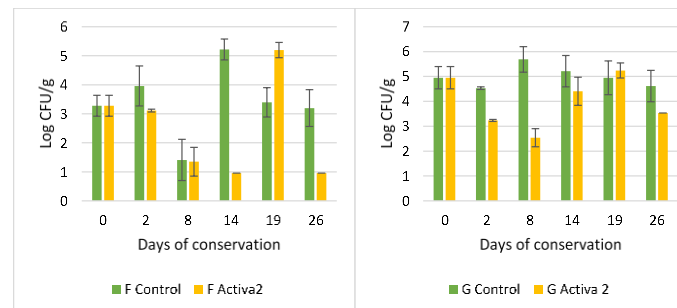
Conservación en cámara industrial en pallets de cajas de cartón tradicional y cajas activas de cartón NewFresh



Caja activa NewFresh

Caja normal

Evolución de la microbiología en superficie de la lechuga



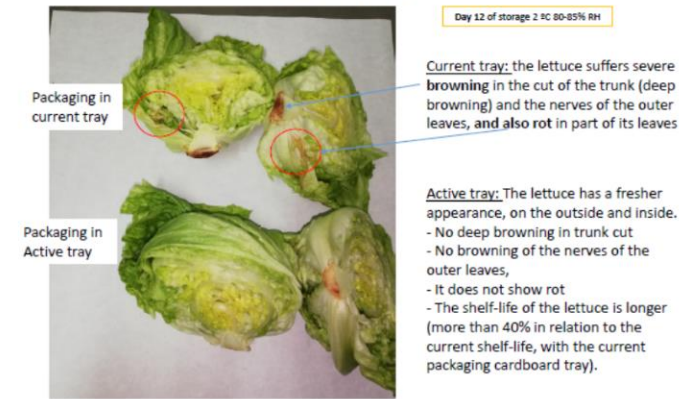
La caja activa NewFresh reduce la carga microbiana de la superficie de la lechuga. Reduce las podredumbres y mejora la seguridad alimentaria microbiana

Recuento de *Enterobacterias* en lechuga Iceberg (Izda, con bolsa de campo; Dcha, con liner en la caja), a lo largo de la conservación en cámara a 2 °C y 85% HR.

Evolución de la podredumbre en lechuga

LETTUCE ICEBERG (with field wrap film or liner film)

Active Tray Test



La caja activa NewFresh reduce el porcentaje de podridos hasta menos de la mitad que en cajas de cartón tradicionales o de plástico (hasta el 0% en la mayoría de los casos)

Evolución de la frescura de la lechuga. Evolución de la oxidación

LETTUCE ICEBERG (with liner film in the tray)

Active Tray Test

Day 8 of storage 2 °C 80-85% RH



When Iceberg lettuce is packaged in the active tray suffers less browning in the cut of the trunk and in the nerves of the outer leaves

La caja activa NewFresh mantiene la frescura de la lechuga durante más de 24 días. El estado de oxidación del corte del tronco y de los nervios se mantiene mejor en la lechuga envasada en cajas activas NewFresh. Esto ocurre en las lechugas envueltas en bolsa de campo, en cajas con liner interior, y en las variedades Iceberg, Romana y Little Gem.

4. Ensayos de validación industrial de la caja activa NewFresh en conservación de cítricos (Naranjas, mandarinas, limones)

Conservación en cámara industrial en pallets de cajas de cartón tradicional y cajas activas de cartón NewFresh



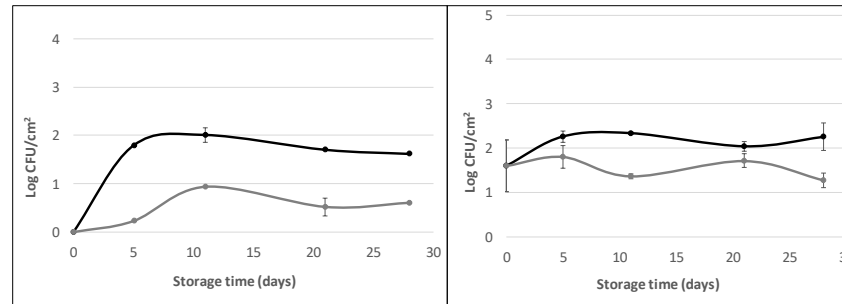
Pallets de cajas activas (marrones) y tradicionales (negras)

Caja tradicional (Izda) y caja activa (Dcha)



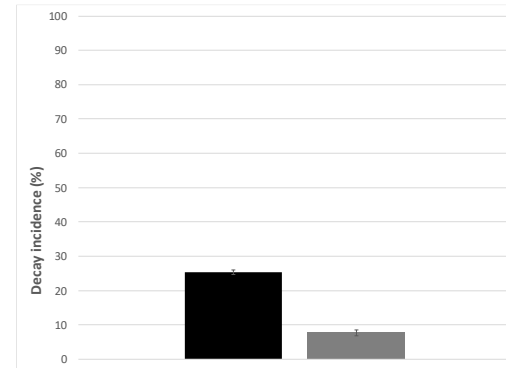
La caja activa NewFresh reduce la carga microbiana de la superficie del fruto. Reduce las podredumbres y mejora la seguridad alimentaria microbiológica

Evolución de la microbiología en superficie del fruto



Evolución del recuento de *Enterobacteriaceae* spp. (Izda) y Aerobios Mesófilos Totales (Dcha) en la superficie de Clementina, en cajas tradicionales (línea negra) y cajas activas (línea gris).

Evolución del porcentaje de podridos



Proporción de frutos podridos a los 28 días de conservación en cajas control (barra negra) y cajas activas (barra gris).

La caja activa NewFresh reduce el porcentaje de podridos hasta menos de la mitad que en cajas de cartón tradicionales o de plástico (hasta menos del 5 % a los 28 días de conservación)



Evolución de la frescura del fruto



La caja activa NewFresh mantiene la frescura del fruto cítrico. En el día 11 de conservación a temperatura ambiente, el fruto de caja tradicional tiene menos firmeza y frescura (con síntomas de pérdida de firmeza en los gajos y aparición de sabores impropios del fruto fresco; fruto de la Izda). En caja activa NewFresh, el fruto mantiene su firmeza y frescura, que se pone de manifiesto cuando se corta el fruto (fruto de la Dcha)



La caja activa NewFresh puede aplicarse como bandeja o cajita con tapa o con otros formatos. La caja NewFresh con cualquiera de estos formatos mantiene la frescura del fruto cítrico.

5. Ensayos de validación industrial de la caja activa NewFresh en conservación de frutas de hueso (Melocotones, nectarinas, paraguayos)

Conservación en cámara industrial en pallets de cajas de cartón tradicional y cajas activas de cartón NewFresh

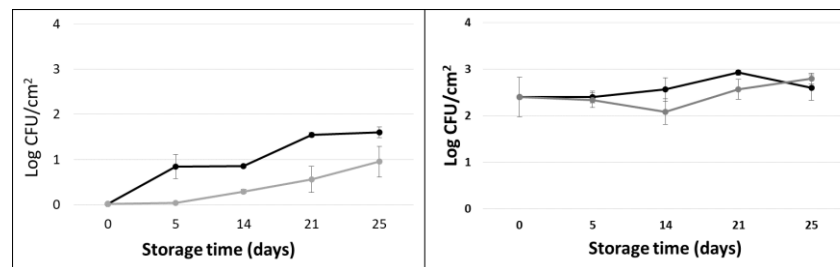


Pallets de cajas de melocotón



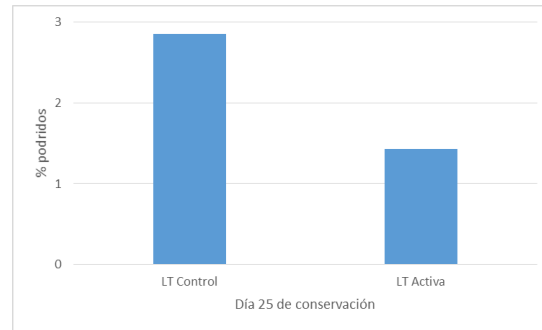
La caja activa NewFresh reduce la carga microbiana de la superficie del fruto. Reduce las podredumbres y mejora la seguridad alimentaria microbiológica

Evolución de la microbiología en superficie del fruto



Recuento de Enterobacterias (Izda) y Aerobios Mesófilos Totales (Dcha) en nectarina a lo largo de su conservación en caja tradicional (línea negra) y en caja activa (línea gris)

Evolución del porcentaje de podridos en nectarina

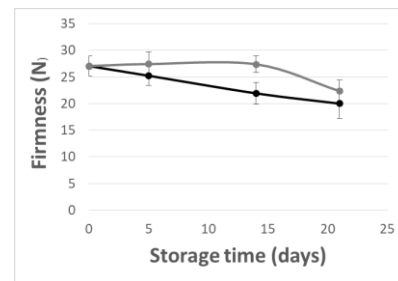


Proporción de podridos en nectarina envasada en caja tradicional (Izda) y caja activa (Dcha). Día 28 de conservación (después de 7 días a temperatura ambiente).

La caja activa NewFresh reduce el porcentaje de podridos hasta menos de la mitad que en cajas de cartón tradicionales o de plástico (hasta menos del 5 % a los 28 días de conservación)



Evolución de la firmeza y fresca del fruto



Firmeza de la nectarina a lo largo de su conservación en caja tradicional (línea negra) y en caja activa (línea gris)

La caja activa NewFresh mantiene la frescura del fruto. En el día 21 de conservación el fruto de caja tradicional tiene menos firmeza y fresca (no es aceptable desde el día 15 de conservación). En caja activa NewFresh, el fruto mantiene su firmeza y fresca, y presenta menor estado de oxidación cuando se corta el fruto.

Nectarina día 28 de conservación.
Caja tradicional (arriba), y Caja activa (abajo)



La caja activa NewFresh puede aplicarse en producto envasado en flow-pack. La caja NewFresh con cualquiera de los formatos de envase mantiene la frescura de la fruta de hueso. En cesta de plástico y flow-pack macroperforado, la caja NewFresh mejora también la conservación respecto de la caja tradicional de cartón.

6. Ensayos de validación industrial de la caja activa NewFresh en conservación de fresa

Conservación en cámara industrial en pallets de cajas de cartón tradicional y cajas activas de cartón NewFresh



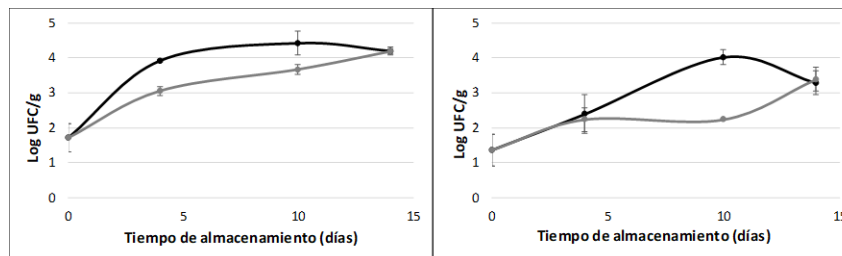
Pallet de fresas en cajas activas NewFresh



Izda: fresas de cajas activas. Dcha: fresas de cajas de carton tradicionales

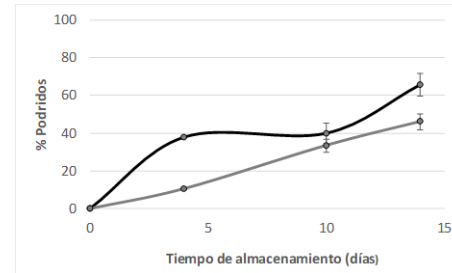
La caja activa NewFresh reduce la carga microbiana de la superficie del fruto. Reduce las podredumbres y mejora la seguridad alimentaria microbiológica

Evolución de la microbiología en superficie del fruto



Recuento de mohos (Izda) y Levaduras (Dcha) en fresa a lo largo de su conservación en caja tradicional (línea negra) y en caja activa (línea gris)

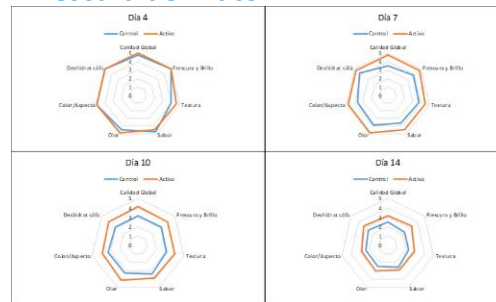
Evolución del porcentaje de podridos en fresa



La caja activa NewFresh reduce el porcentaje de podridos hasta menos de la mitad que en cajas de cartón tradicionales

Proporción de podridos en fresa envasada en caja tradicional (línea negra) y caja activa (línea gris), a lo largo de su conservación refrigerada.

Evolución de la firmeza y frescura del fruto



La caja activa NewFresh mantiene la frescura del fruto. En el día 14 de conservación el fruto de caja tradicional tiene menos firmeza y frescura (no es aceptable desde el día 7-8 de conservación). En caja activa NewFresh, el fruto mantiene su firmeza y frescura hasta el día 14, y presenta un cáliz menos deshidratado.

Análisis sensorial de la fresa a lo largo de su conservación en caja tradicional (línea azul) y en caja activa (línea naranja)



Fresa, día 10 de conservación. Caja tradicional (abajo), y Caja activa (arriba)

La caja activa NewFresh puede aplicarse en producto envasado en flow-pack, con cesta de plástico, como es el caso de la fresa. La caja NewFresh mantiene la frescura de la fresa. La caja NewFresh mejora la conservación respecto de la caja tradicional de cartón.

7. Ensayos de validación industrial de la caja activa NewFresh en conservación de brócoli

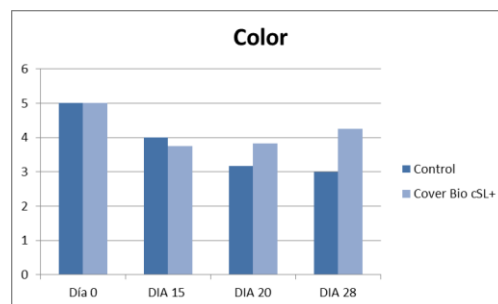
Comparación de la conservación en cajas de poliestireno (PS) con bolsa y hielo, con la conservación en cajas activas de cartón NewFresh (en cámara a 2°C y 90% HR)



Caja activa NewFresh, con cobertura, no con bolsa. Las cabezas de brocoli van sin hielo, directamente sobre la caja de cartón NewFresh

Caja de Poliestireno + bolsa + hielo

Evolución de la calidad global y el color



La caja activa NewFresh mantiene la calidad global que, a los 28-35 días, se aprecia prácticamente como en el primer día (4 puntos sobre 5). Este resultado es consecuencia del mantenimiento de las características de frescura (textura, olor, deshidratación inapreciable y color de fresco) durante todo el periodo de conservación, más allá de los 28 -35 días.

Evolución de la calidad global del brócoli a lo largo de 46 días de conservación, en la caja NewFresh



Día 7 de conservación



Día 20



Día 28



Día 34



Día 46



Control, el día 28 de conservación, con problemas de amarilleamiento y podredumbre

La caja activa NewFresh mantiene la frescura del brócoli durante más de 40 días (no hay separación de las floretas, ni amarilleamiento). El color y la turgencia se mantiene mejor en el brócoli envasado en cajas activas NewFresh. Esto ocurre también en las cabezas de brócoli envueltas en bolsa y envasadas en este tipo de caja activa de cartón NewFresh.

8. Ensayos de validación industrial de la caja activa NewFresh en conservación de uva

Conservación en cámara industrial en pallets de cajas de cartón tradicional y cajas activas de cartón NewFresh, a 2 °C, 90% HR



Cesta de plástico con tapa y caja activa

Evolución de la calidad global y el color

Estado de la uva a los 10 días de conservación en barqueta, directamente sobre la caja
Caja activa (Izda) y caja normal (Dcha)



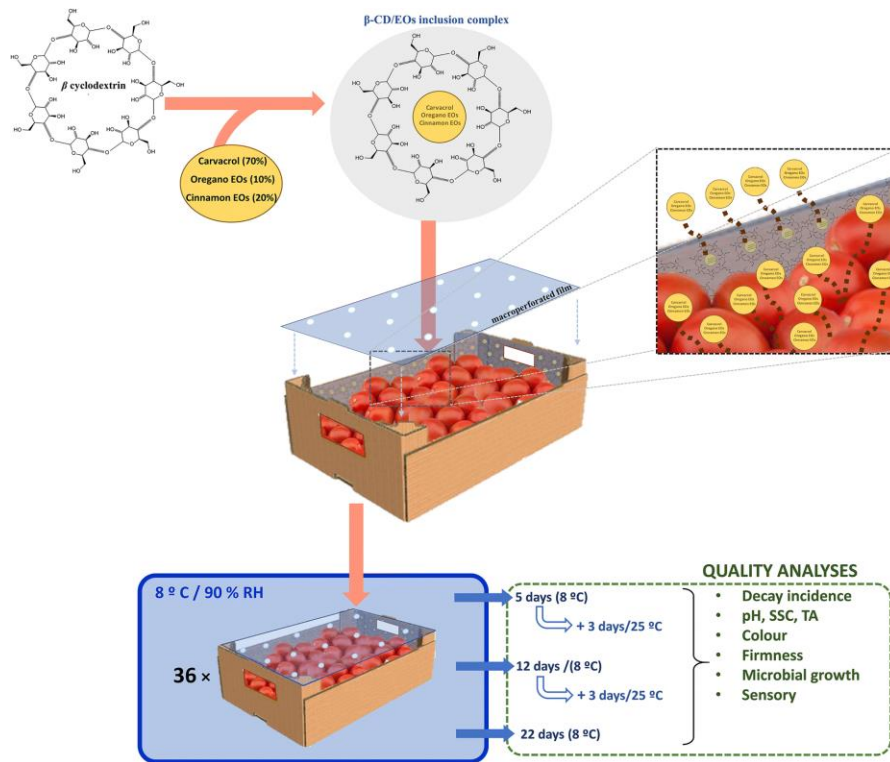
Estado de la uva a los 30 días de conservación en caja con separadores
Caja activa (Izda) y caja normal (Dcha)



La caja activa NewFresh mantiene la calidad global que, a los 30 días, se aprecia con un buen estado de conservación (4 puntos sobre 5). Este resultado es consecuencia del mantenimiento de las características de frescura (color del tallo, color del grano, deshidratación inapreciable y color de fresco) durante todo el periodo de conservación, más allá de los 28 -30 días. Además, el grano de uva se desgrana menos.

Parte de los resultados de validación de esta tecnología se han publicado en varias revistas científicas internacionales de gran prestigio (Postharvest Biology and Technology, Food Control, Food and Bioprocess Technology, LWT, ...)

Artículo científico - 1



Buendía-Moreno, L., Ros-Chumillas, M., Navarro-Segura, L., Sánchez-Martínez, M. J., Soto-Jover, S., Antolinos, V., Martínez-Hernández, G.B., & **López-Gómez, A.** (2019). Effects of an Active Cardboard Box Using Encapsulated Essential Oils on the Tomato Shelf Life. *Food and Bioprocess Technology*, 12 (9): 1548-1558.

<https://doi.org/10.1007/s11947-019-02311-0>.

Food and Bioprocess Technology (2019) 12:1548–1558
<https://doi.org/10.1007/s11947-019-02311-0>



Effects of an Active Cardboard Box Using Encapsulated Essential Oils on the Tomato Shelf Life

Laura Buendía-Moreno¹ · María Ros-Chumillas¹ · Laura Navarro-Segura¹ · María José Sánchez-Martínez¹ · Sonia Soto-Jover¹ · Vera Antolinos¹ · Ginés Benito Martínez-Hernández¹ · Antonio López-Gómez¹

Received: 5 June 2019 / Accepted: 5 July 2019 / Published online: 31 July 2019
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019

Abstract

The effects of a cardboard active packaging were studied on the quality of fresh tomatoes during storage up to 22 days at 8 °C and after complementary commercialisation periods (3 days at 25 °C). The inner surface coating of this active cardboard packaging included an essential oil-β-cyclodextrin inclusion complex. The physicochemical quality (soluble solid content, pH and titratable acidity), colour and firmness of tomatoes were not highly affected by the active packaging during cold storage and commercialisation periods. Particularly, tomato colour was better retained during the first 6 days of storage at 8 °C. The decay incidences of 3.7% and 36% from samples within the non-active box after 12 days+commercialisation period and 22 days at 8 °C were reduced to 2.4% and 22%, respectively, using the active box. Overall sensory perception of tomatoes, which was highly influenced by flavour, was still over the limit of usability after 22 days at 8 °C and the 12 days+commercialisation period when packaged within the active box. On the contrary, samples packaged within the non-active box were not marketable after 22 days and 12 days+commercialisation periods. Conclusively, the controlled release of essential oil vapours from the active box extended the shelf life of tomatoes up to 22 days at 8 °C and 12 days (8 °C)+commercialisation period. The very low essential oil residues in tomato fruits (lower than 1 µg g⁻¹ during storage periods) were not detected as off-flavours by the sensory panel.

Keywords Nanoencapsulation · Carvacrol · β-cyclodextrin · Firmness · Decay incidence · Quality

Introduction

Tomato is one of the most worldwide consumed horticultural products with a world production of 182 million tons in 2017 (FAOSTAT 2017). Tomato shelf life is highly influenced by softening together with colour changes. The tomato shelf life may be even more reduced when temperature is increased to room temperature during commercialisation periods. In general, firmness of plant products is based on the existence and interactions of different plant compounds, like pectins in the middle lamellae and the cellulose/hemi-cellulose matrix in the primary cell wall, and on physical aspects like cellular architecture and turgor (Van Dijk et al. 2006). Nevertheless, enzymatic (pectin methyl-esterase, polygalacturonase, etc.) degradation of pectin occurs during plant products' shelf life leading to product

softening. Consequently, degradation of plant cell structures leads to water loss, which implies important economic losses for the related food industries, and other plant cell electrolytes, with the consequent nutritional value of the product (Opara et al. 2012). Tomato red colour development during ripening is the result of the lycopene formation from its colourless precursor phytoene, while chlorophylls are degraded at the same time (Giuliano et al. 1993). On the other side, tomato decay incidence (mainly caused by *Botrytis cinerea*) also reduces the tomato shelf life leading to high economic losses (Wei et al. 2018). In that sense, different postharvest techniques can extend the shelf life of horticultural products as for example low-temperature storage with high relative humidity (RH), modified atmosphere packaging, controlled atmospheres and sanitizing treatments (Artés-Hernández et al. 2017). Active packaging is an emerging technology that also allows extending the shelf life of food through a controlled release of compounds with different properties. Particularly, antimicrobial active packaging has been widely studied in the last decades (Rojas-Graü et al. 2009; García-García et al. 2013).

Essential oils (EOs) are natural oily liquids extracted from plants that show excellent *in vitro* antimicrobial properties.

Antonio López-Gómez
antonio.lopez@upct.es <http://www.upct.es/~lago@upct>

¹ Food Safety and Refrigeration Engineering Group, Department of Agricultural Engineering, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena, Murcia, Spain

Artículo científico - 2

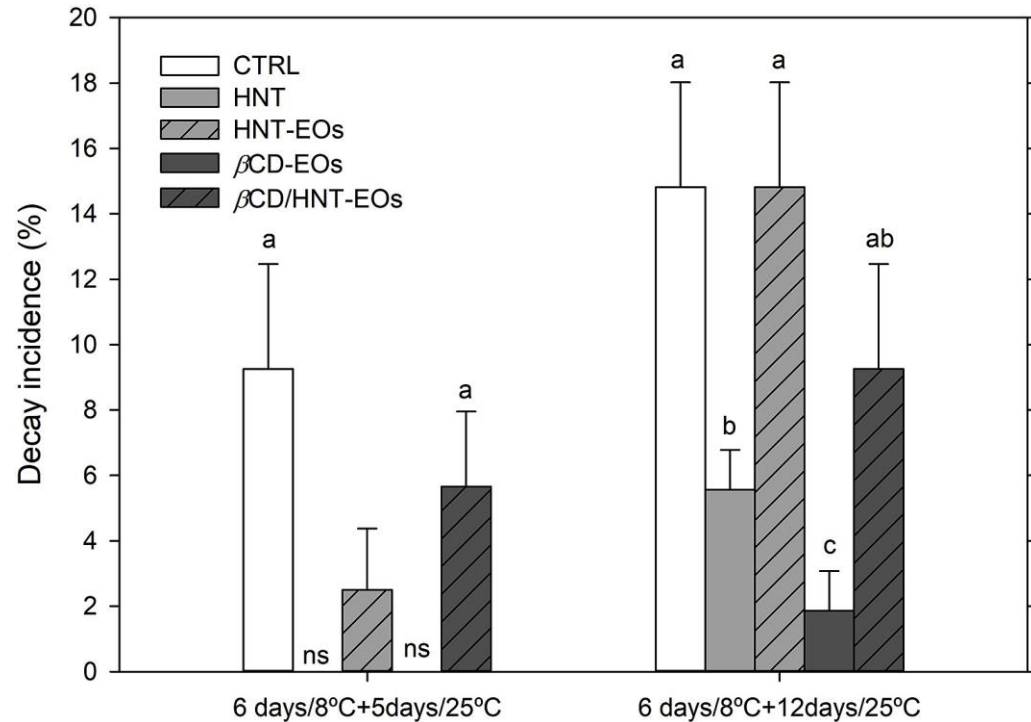


Figure 4. Decay incidence of fresh tomatoes non-packaged (CTRL) or packaged under different active packaging after 6 days at 8 °C+commercialization period (5 days at 25 °C) and an abusive commercialization period of 12 days at 25 °C (total: 6 days/8°C+12 days/25°C) (n=3±SD). Different letters denote significant (p<0.05) differences among packaging treatments for the same sampling time. ns, not significant changes.

Buendía-Moreno, L., Sánchez-Martínez, M. J., Antolinos, V., Ros-Chumillas, M., Navarro-Segura, L., Soto-Jover, S., Martínez-Hernández, G.B., & **López-Gómez, A.** (2020). Active cardboard box with a coating including essential oils entrapped within cyclodextrins and/or halloysite nanotubes. A case study for fresh tomato storage. *Food Control*, 107, 106763. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106763>

Food Control 107 (2020) 106763

Contents lists available at ScienceDirect

Food Control

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodcont

Active cardboard box with a coating including essential oils entrapped within cyclodextrins and/or halloysite nanotubes. A case study for fresh tomato storage

Laura Buendía – Moreno, María José Sánchez – Martínez, Vera Antolinos, María Ros – Chumillas, Laura Navarro – Segura, Sonia Soto – Jover, Ginés Benito Martínez – Hernández, Antonio López – Gómez*

Food Safety and Refrigeration Engineering Group, Department of Agricultural Engineering, Universidad Politécnica de Cartagena, Puerto Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena, Murcia, Spain

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords: Nanoencapsulation; Carvacrol; β -cyclodextrin; Halloysite nanotubes; Firmness; Decay incidence

Different antimicrobial active packaging treatments were studied on the fresh tomato quality after 6 days/8 °C (short transport simulation) followed by 5 days/25 °C (commercialization). Particularly, active cardboard boxes were coated with a water-based acrylic emulsion containing essential oils (EOs) nanoencapsulated within β -cyclodextrin (β CD), halloysite nanotubes (HNT) or their combination. As controls, boxes were coated with the pure acrylic emulsion (CTRL) or this emulsion including pure HNT. The initial physicochemical, colour and microbial quality of tomatoes were not affected ($p > 0.05$) by the active packages. Firmness remained unaffected ($p > 0.05$) after 6 days at 8 °C using the β CD – EOs and control HNT (no EOs) boxes. Furthermore, decay incidence of tomatoes within β CD – EOs boxes was reduced from 9 – 15% (rest of treatments) to 2% after an abusive storage period (6 days/8 °C + 12 days/25 °C). Conclusively, β CD – EOs active boxes highly retained the fresh tomato quality during the studied storage periods being postharvest losses due to decay highly reduced.

1. Introduction

Tomato is one of the most commercialized plant products reaching a worldwide production of 182 million tons in 2017 (FAOSTAT, 2017). Tomato acceptability by the consumer is mainly influenced by firmness, colour and flavour (Serrano-Medias and López-Nicolás, 2006). Softening during tomato storage is mainly due to enzymatic (mainly pectin methyl-esterase and polygalacturonase) degradation of cell walls, which also results in product water losses with the subsequent economic losses (Kalamaki, Stoforos, & Taoukts, 2012; Opars, Al-Ani, & Al-Rahbi, 2012). Furthermore, these postharvest economic losses are even enhanced due to decay incidence, which in tomato is principally caused by *Borys cinnearis* (Fagundes, Palou, Monteiro, & Pérez-Gago, 2014; Wei et al., 2018). In that sense the tomato shelf life may be extended using different conventional postharvest techniques like refrigerated storage (with high relative humidity (RH)), modified atmosphere packaging, controlled atmospheres, sanitizing treatments, etc. (Artés-Hernández, Martínez-Hernández, Aguayo, Gómez, & Artés, 2017). Active food packaging is considered as a modern food packaging technology, which consist of polymer-based materials incorporated with functional additives that are progressively released (Bodlaoui & Rafiee, 2016). Particularly, antimicrobial active packaging is an innovative and emerging packaging technology that inhibits microbial growth of pathogenic and/or spoilage microorganisms being the product shelf life increased while food safety is ensured (García-García, Taboada-Rodríguez, López-Gómez, & Martín-Iñiesta, 2013). Essential oils (EOs) are plant extracts that show excellent *in vitro* antimicrobial properties against a wide diversity of pathogens and food spoilage microorganisms (Burt, 2004). Nevertheless, the *in vivo* antimicrobial activity of EOs is reduced (mainly due to evaporation and other light/oxygen degradative reactions) being needed higher EOs concentrations with the subsequent EOs-related off-flavours. The latter EOs disadvantage may be eliminated through a controlled EOs release from the active packages (Wen et al., 2016). In that sense, different host molecules such as cyclodextrins (CDs) or halloysite nanotubes (HNTs) may be used to entrap EOs within active packages (Khoury, Auszova, Geigel-Gerges, & Fourmentin, 2019; Stavitskaya et al., 2019; Zanetti et al., 2018). CDs are cyclic oligomers of

* Corresponding author.
E-mail address: antonio.lopez@upct.es (A. López – Gómez).
URL: <http://www.upct.es/%7Eilopezg/> (A. López – Gómez).

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106763>
Received 2 June 2019; Received in revised form 9 July 2019; Accepted 11 July 2019
Available online 13 July 2019
0956-7135/© 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Artículo científico - 3

Buendía-Moreno, L., Soto-Jover, S., Ros-Chumillas, M., Antolinos, V., Navarro-Segura, L., Sánchez-Martínez, M. J., Martínez-Hernández, G.B., & **López-Gómez, A.** (2020). Innovative cardboard active packaging with a coating including encapsulated essential oils to extend cherry tomato shelf life. *LWT-Food Sci. Technology*, On-line 3 Sept 2019. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108584>

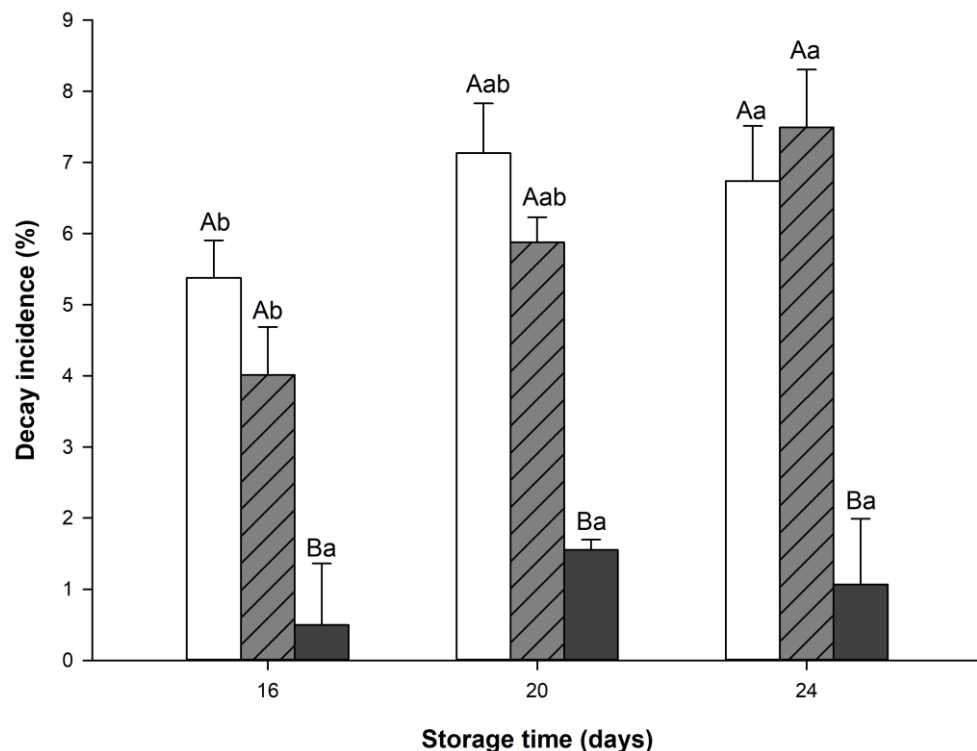


Figure 2. Decay incidence of fresh cherry tomatoes packaged with different packaging treatments (NOR: commercial polyethylene trays, opened white bars; CTRL: cardboard trays coated with lacquer without EOs-βCD inclusion complex, dashed bars; ACT: active cardboard trays coated with lacquer including EOs-βCD inclusion complex, opened grey bars) stored at 8 °C (n=3±SD). Capital letters denote significant (p<0.05) differences among treatments for the same sampling time. Lowercase letters denote significant (p<0.05) differences among sampling times for the same treatment.



Innovative cardboard active packaging with a coating including encapsulated essential oils to extend cherry tomato shelf life

Laura Buendía-Moreno, Sonia Soto-Jover, María Ros-Chumillas, Vera Antolinos, Laura Navarro-Segura, María José Sánchez-Martínez, Ginés Benito Martínez-Hernández, Antonio López-Gómez

Food Safety and Refrigeration Engineering Group, Department of Agronomical Engineering, Universidad Politécnica de Cartagena, Puerto Alfonso XII, 46, 30203, Cartagena, Murcia, Spain

ARTICLE INFO

Keywords:
β-cyclodextrin
Inclusion complex
Cavacrol
Decay incidence
Firmness

ABSTRACT

An active cardboard tray coated with a water-based emulsion including encapsulated (in β-cyclodextrin (CDs)) essential oils (EOs) was used to study the quality changes of cherry tomatoes (flow packaged using a macro-perforated film) during storage up to 24 days at 8 °C. Commercial polyethylene and non active cardboard trays were used as control materials. Firmness of samples was well maintained for 24 days, while decay incidence was reduced from 8% to < 1% at day 24. Tomato colour was also better preserved with the active cardboard tray. Sensory analyses revealed that cherry tomato shelf life was extended from 20 to 24 days at 8 °C. The tray material (polyethylene or cardboard) itself did not affect tomato quality during storage. EOs were completely released from the active cardboard tray after 16 days at 8 °C, although EOs beneficial effect on tomato was maintained until day 24. In conclusion, the studied active cardboard tray was able to highly maintain cherry tomato quality extending its shelf life from 20 to 24 days at 8 °C.

1. Introduction

Cherry tomatoes have attracted the consumer attention in the last decades due to the low preparation time and its intense flavour compared to conventional tomato varieties. However, the main quality losses of cherry tomatoes during storage are related to softening and decay incidence, mainly by *Botrytis cinerea* (Wei et al., 2018). Colour and firmness are the main visual quality parameters of tomatoes, which greatly limit the shelf life of this plant product (López-Gómez & Gómez, 2004). Accordingly, several postharvest techniques have been proposed to extend the shelf life of plant products like low storage temperatures (together with high relative humidity, RH), modified atmosphere packaging, controlled atmospheres, sanitizing treatments (UV-C, ozone, chemical sanitizers, natural antimicrobials, etc.), edible coatings, etc. (Kader, 2002; Martínez-Hernández, Amodio, Valeria de Chiara, Russo, & Colelli, 2017; Valencia-Chamorro, Palou, del Río, & Pérez-Gago, 2011b). Essential oils (EOs) are natural oily liquids that have shown excellent *in vitro* antimicrobial properties (Burt, 2004). Accordingly, EOs have been used as antimicrobial postharvest treatments applied to fruit and vegetables to extend their shelf life (Aziz &

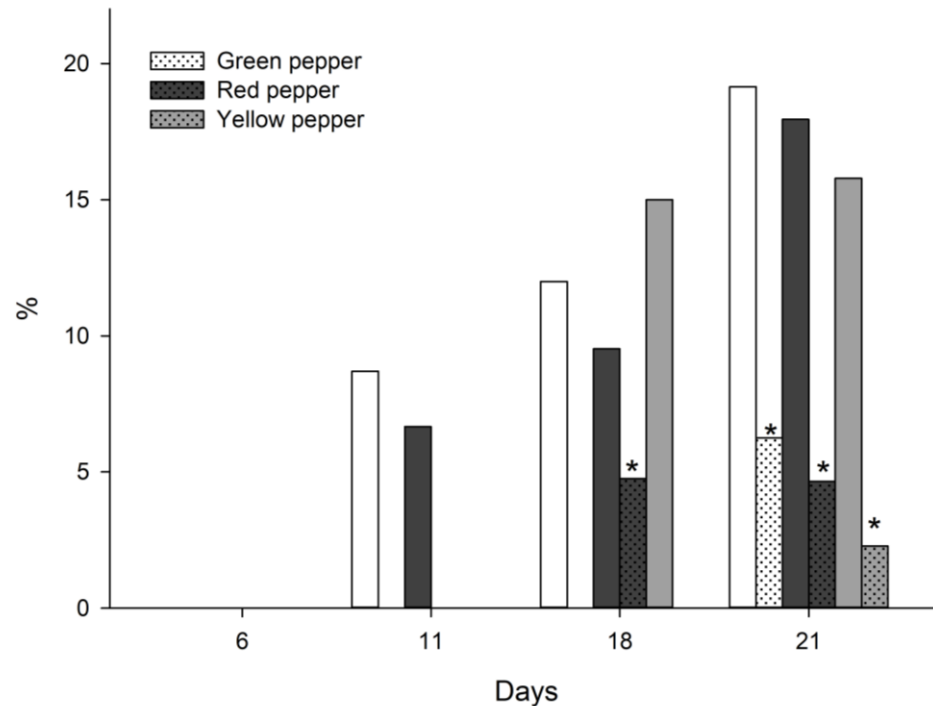
Karboune, 2016; Valencia-Chamorro, Palou, del Río, & Pérez-Gago, 2011a). Nevertheless, the needed EOs concentrations to achieve effective antimicrobial effects need to be increased when applied *in vivo*, leading to related off-flavours (Burt, 2004).

Active antimicrobial packaging is an emerging technology that allows shelf-life extension through a controlled release of antimicrobial compounds (Ramos, Beldón, Peláez, Valente, & Garrigós, 2014). Successful EOs incorporation within active packaging is limited since EOs are volatile compounds, have low solubility and are very susceptible to oxidation. In that sense, encapsulation techniques can increase EOs stability against oxidation, light-induced reactions, moisture and high temperatures, with successful EOs incorporation within active packaging (Ribeiro-Santos, Andrade, & Sanchez-Silva, 2017). Entrapment of EOs by nanocapsulation using cyclodextrins (CDs) has been widely studied in the last decades to increase their efficiency through a controlled EOs release. β-cyclodextrin (βCD) molecule is made up of 7 D-glucose monomers linked by α(1,4) bonds (Kamimura, Santos, Hill, & Gomes, 2014). *In vitro* antimicrobial properties of developed active packaging including βCD-encapsulated EOs have been recently reported (Adel, Ibrahim, El-Shafiq, & Al-Shemy, 2019; Chen & Liu, 2016; Das

* Corresponding author.
E-mail address: antonio.lopez@upct.es (A. López-Gómez).
URL: <http://www.upct.es/~i8aguid/> (A. López-Gómez).

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108584>
Received 16 May 2019; Received in revised form 30 August 2019; Accepted 31 August 2019
Available online 03 September 2019
0023-6438/ © 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Artículo científico - 4



Soto-Jover, S., Ros-Chumillas, M., Antolinos, V., Buendía-Moreno, L., Navarro-Segura, L., Sánchez-Martínez, M.J., Martínez-Hernández, G.B., López-Gómez, A. (2020). An innovative active cardboard box for bulk packaging of fresh bell pepper extends its shelf life. *Postharvest Biology and Technology*, en revisión final para su publicación.

Figure 2. Decay incidence (%) of bell peppers (green, red and yellow) packaged with different packaging treatments (AP: active packaging box with the EOs- β CD inclusion complex (bars with points); CTRL: active packaging box without the EOs- β CD inclusion complex (empty bars)) stored at 8 °C. *denotes significant differences (p<0.05) between AP and CTRL packaging treatments for the same sampling day..

Artículo científico - 5

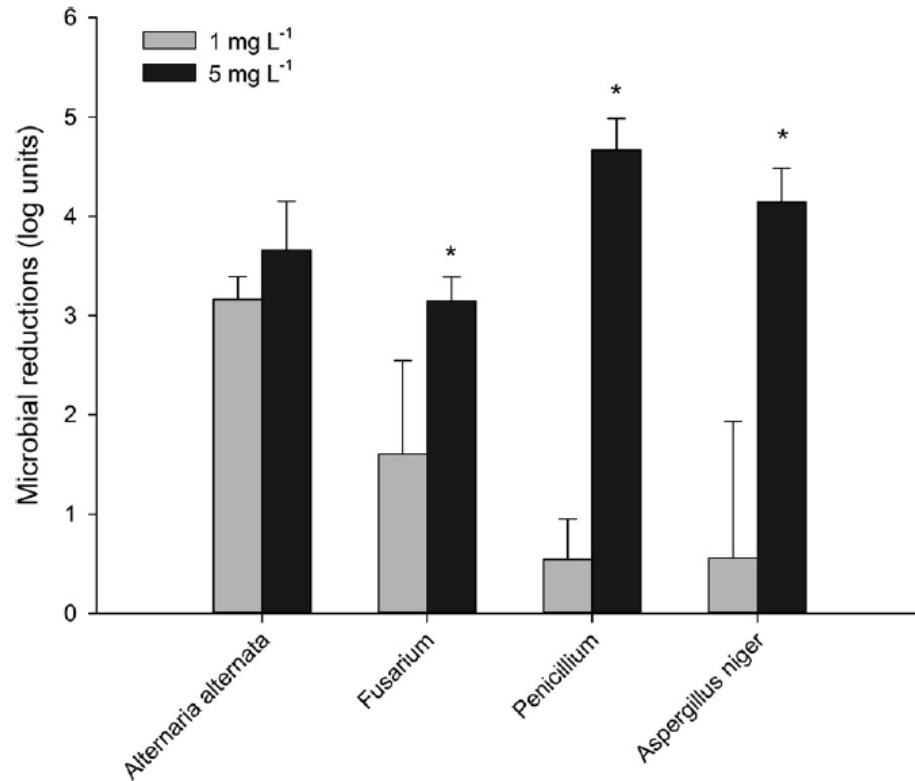


Fig. 3. *In vitro* microbial reductions (log units) in isolated molds after carvacrol:oregano (80:20 v:v) vapor treatment at pilot plant scale based on the SDuVC technology ($n = 3 \pm SD$). Asterisks denote significant differences ($p < 0.05$) among EO concentrations for the same mold.

López-Gómez, A., Ros-Chumillas, M., Antolinos, V., Buendía-Moreno, L., Navarro-Segura, L., Sánchez-Martínez, M.J., Martínez-Hernández, G.B. & Soto-Jover, S. (2019). Fresh culinary herbs decontamination with essential oil vapours applied under vacuum conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 156, 110942. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.110942>

Postharvest Biology and Technology 156 (2019) 110942

Contents lists available at ScienceDirect

Postharvest Biology and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/postharvbio

Fresh culinary herbs decontamination with essential oil vapours applied under vacuum conditions

Antonio López-Gómez^{a,1}, María Ros-Chumillas, Vera Antolinos, Laura Buendía-Moreno, Laura Navarro-Segura, María José Sánchez-Martínez, Ginés Benito Martínez-Hernández, Sonia Soto-Jover

^a Food Safety and Refrigeration Engineering Group, Department of Agricultural Engineering, Universidad Politécnica de Cartagena, Puerto Alfonso XII, 48, 30203, Cartagena, Murcia, Spain

ARTICLE INFO

Keywords: EOs vapor; Surface decontamination; Food safety; Quality; Aromatic herbs; High vacuum

ABSTRACT

Application of essential oils (EOs) in vapor phase under vacuum conditions may increase the effectiveness of EOs to sanitize plant products. Different treatments with EOs vapor were studied *in vitro* and *in vivo* against saprophyte microflora and pathogens at laboratory, pilot plant and industrial scales. Vapor of carvacrol combinations with oregano and peppermint essential oils (80:20 v:v) showed the best microbial reductions up to 1.5 log units for mesophiles (*in vitro* at laboratory scale), 0.9–3.9 log units for several isolated molds (*in vitro* at pilot plant scale) and approximately 1 log unit for *Listeria innocua* (*in vivo* at pilot plant scale). Particularly, carvacrol:oregano and carvacrol:peppermint vapors showed the highest mold log reductions (> 3.3) for *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* and *Aspergillus niger* while *Fusarium* spp. and *Penicillium* spp. showed lower reductions. EOs vapors concentrations lower than 0.5 mg L⁻¹ did not achieve mold reductions higher than 0.2 log units while EOs vapors concentrations ≥ 10 mg L⁻¹ did not increase the antifungal activity. Fresh cilantro treated at industrial scale with vapor of carvacrol:peppermint (less off-flavors than carvacrol:oregano) (80:20 v:v) at 8 mg L⁻¹ under vacuum (adapting a vacuum cooling system) showed 0.8, 1.8 and 1.2 lower mesophiles, psychrophiles and enterobacteria log units, respectively, than untreated samples after 12 d at 2 °C of storage. Yeast and mold growth in cilantro was low throughout the studied period at storage temperature of 2 °C. Yellowing and browning of cilantro treated at 8 mg L⁻¹ was also minimal, compared to the rest of treatments, after 12 d at 2 °C. In conclusion, the application of carvacrol:peppermint (80:20 v:v) vapor at 8 mg L⁻¹ under vacuum in an industrial installation may extend the shelf life of fresh cilantro further than 12 d at 2 °C ensuring its microbial and visual quality.

1. Introduction

Aromatic herbs have been widely used for centuries due to culinary aspects for enhancing the taste of food and as herbal infusions. Furthermore, these culinary herbs are also appreciated due to their high content of phytochemicals with health-promoting properties like antimicrobial, anti-inflammatory, antimutagenic and anti-carcinogenic, among others (Pereira et al., 2015). Nevertheless, special attention is needed in relation to the food safety of culinary herbs (López-Gómez et al., 2015) since they are low plants (close to soil microbes) and are hand-harvested (higher cross-contamination risk). Accordingly, several foodborne outbreaks (*Listeria* spp., *Salmonella* spp., etc.) have been caused by contaminated fresh culinary herbs (Zweifel and Stephan, 2012). Prevention of microbial contamination of culinary herbs during the preharvest period lies in the application of good hygiene practices during growing and harvesting. Attending to the postharvest period, decontamination of fresh culinary herbs is crucial to reduce their microbial loads and ensure food safety (Gil et al., 2015; Sagoo et al., 2009).

Sanitation of plant products with chlorine washing (NaOCl) has been widely used in the industry of fresh-cut fruit and vegetables due to the high decontamination activity of NaOCl (reductions of approximately 1–2 log colony forming units (CFU) g⁻¹). Other advantages of NaOCl are: high effectiveness, comparatively inexpensive, and easiness to be implemented in any size operations (Ariés et al., 2009). Nevertheless, harmful by-products like trihalomethanes, haloacetic acids,

¹ Corresponding author.
E-mail address: antonio.lopez@upct.es (A. López-Gómez).
¹ <http://www.upct.es/~fagbid/>.

<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.110942>
Received 1 April 2019; Received in revised form 11 June 2019; Accepted 23 June 2019
0925-5214/© 2019 Elsevier B.V. All rights reserved.

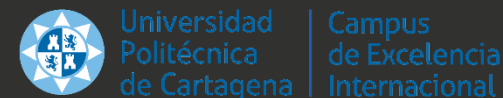


Cajas activas de



Desarrolladas y fabricadas con el soporte científico-técnico de:

- Universidad Politécnica de Cartagena (www.upct.es)
- Bio-iPack, empresa biotecnológica (www.bio-ipack.com)



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Comisión Europea con el número de acuerdo de subvención No 812001 (<https://newfreshtechology.com/>)