

ENCAPSULACION DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN FILMS O RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES PARA USO ALIMENTARIO.

Amparo Chiralt

Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo



Razones para el uso de films/recubrimientos comestibles

- √ Mantener las características sensoriales y nutricionales y la estabilidad microbiológica.
- √ Reducir las pérdidas de humedad y daños mecánicos
- √ Mejorar el aspecto
- √ Incorporar diferentes ingredientes alimentarios: colorantes, aromas, ...
- √ Incorporar compuestos bioactivos: antimicrobianos, antifúngicos, ...
- √ Reducir el uso de envases plásticos



Requisitos

- √ Transparentes, no otorgar sabor ni olor diferente al alimento
- √ Adecuada permeabilidad al vapor de agua
- √ Permeabilidad selectiva a gases y volátiles
- √ Seguros para la salud
- √ Bajo coste



Componentes

Hidrocoloides: polisacáridos o proteínas

- √ buenas propiedades mecánicas
- √ buena barrera para los gases (O_2 y CO_2)
- X pobre barrera al vapor de agua

Plastificantes: glicerol, sorbitol...

Lípidos: compuestos hidrofóbicos:

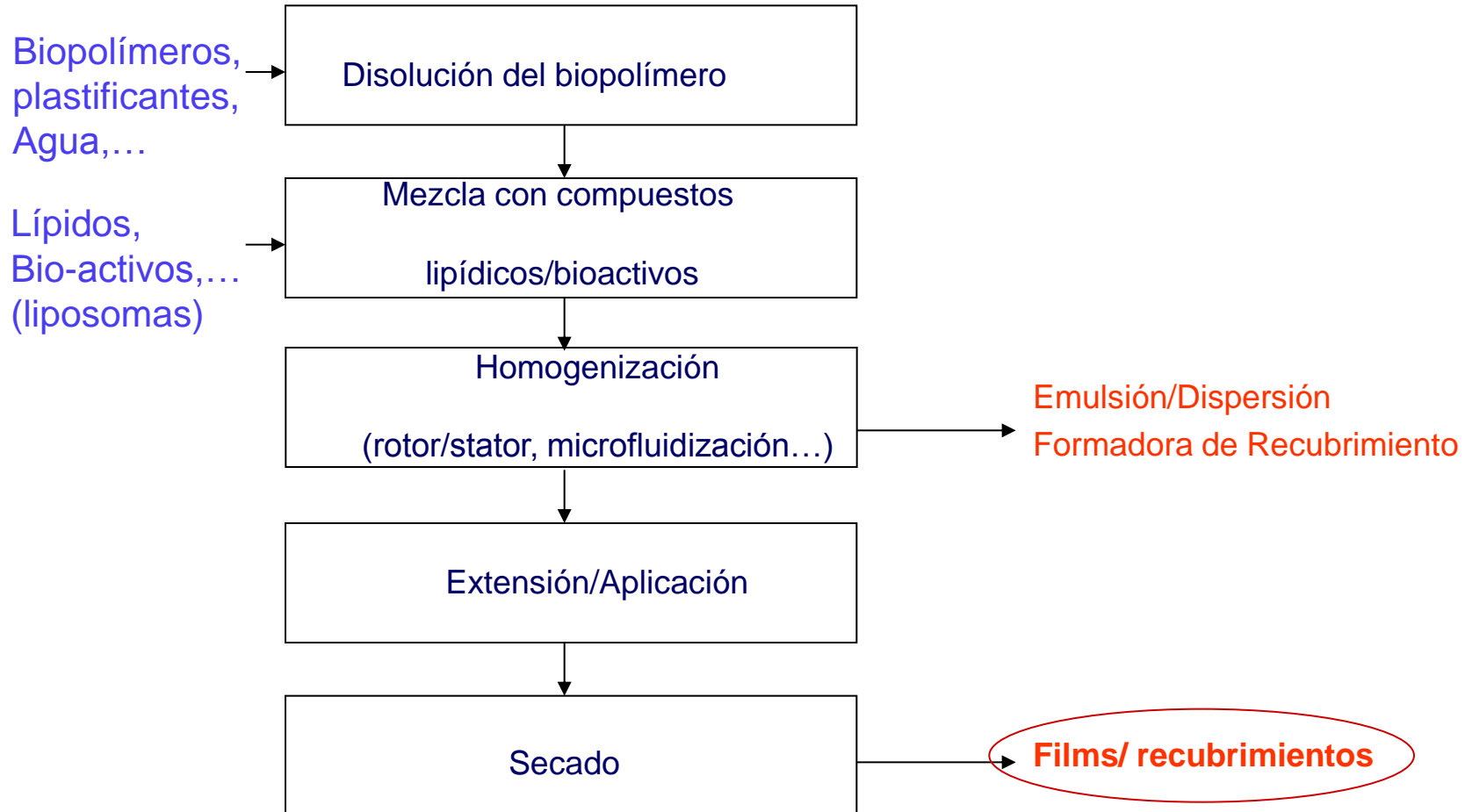
- √ buena barrera al vapor de agua y a los gases
- X poca capacidad para formar recubrimientos

Compuestos bioactivos: antimicrobianos, antioxidantes

- √ Liberación controlada
- √ Acción en la superficie del alimento



Preparación (en húmedo)

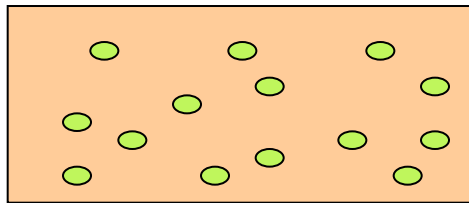


Film homogéneo

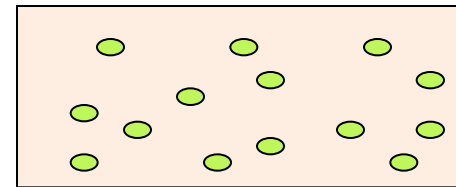


Matriz continua

Films encapsulantes



Relleno activo

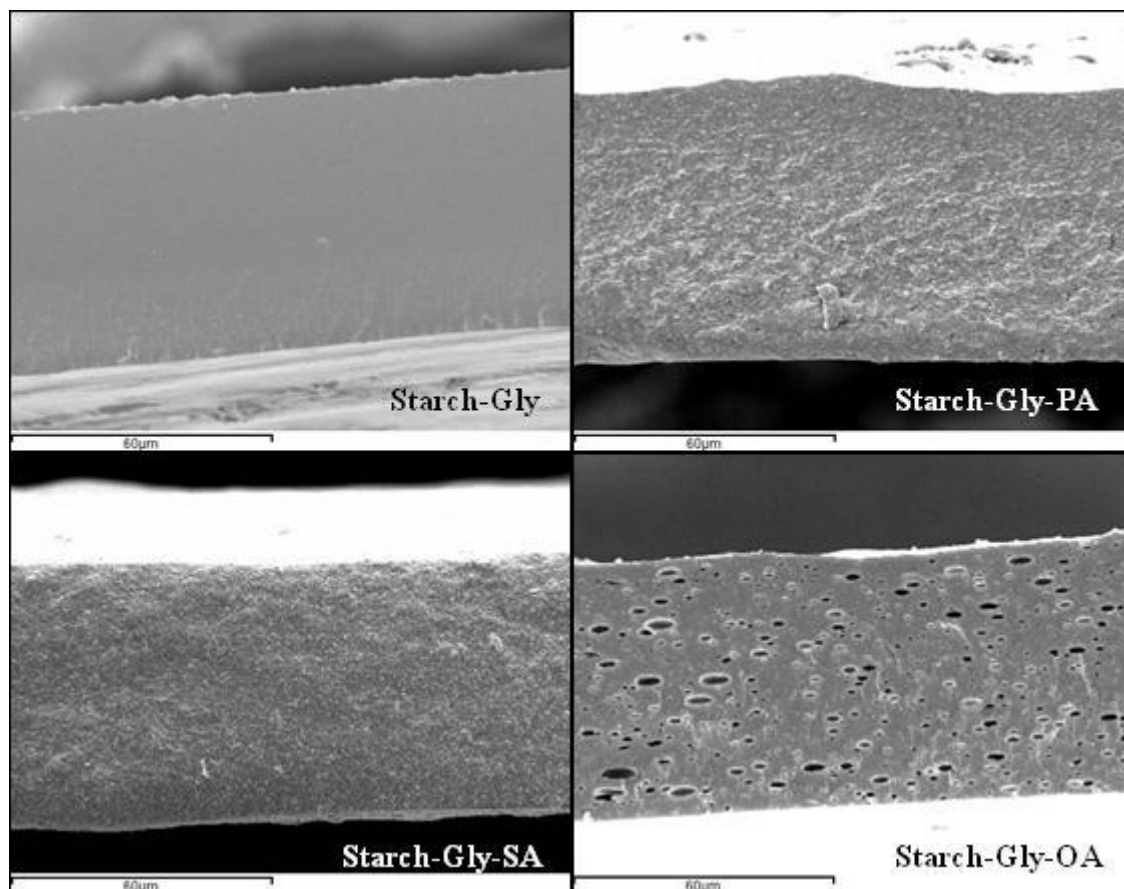


Relleno inactivo

- Efecto de las discontinuidades
- Cambios en las propiedades de la matriz continua.

- Efecto de las discontinuidades

Films de almidón de maíz y glicerol con ácidos grasos incorporados



SEM. Sección transversal

Efectos estructurales en la matriz polimérica

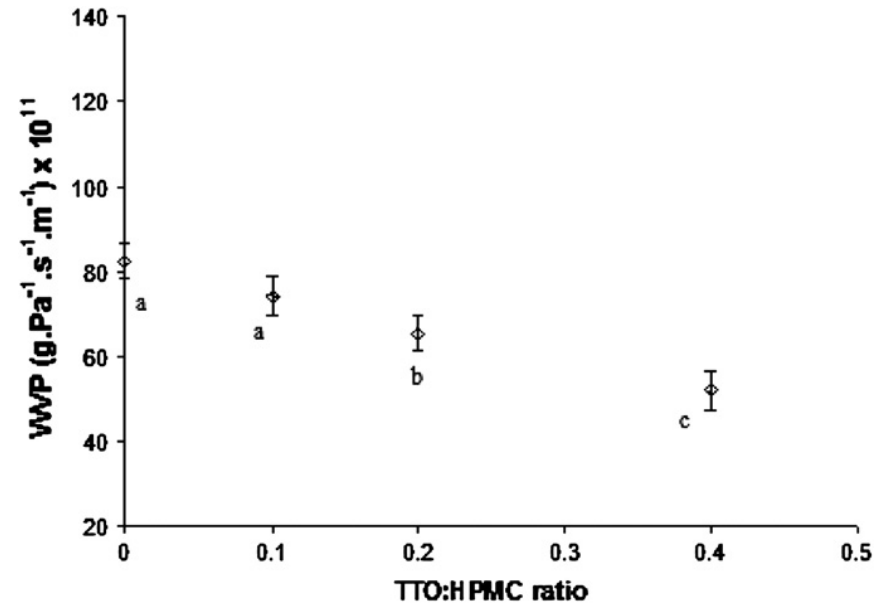
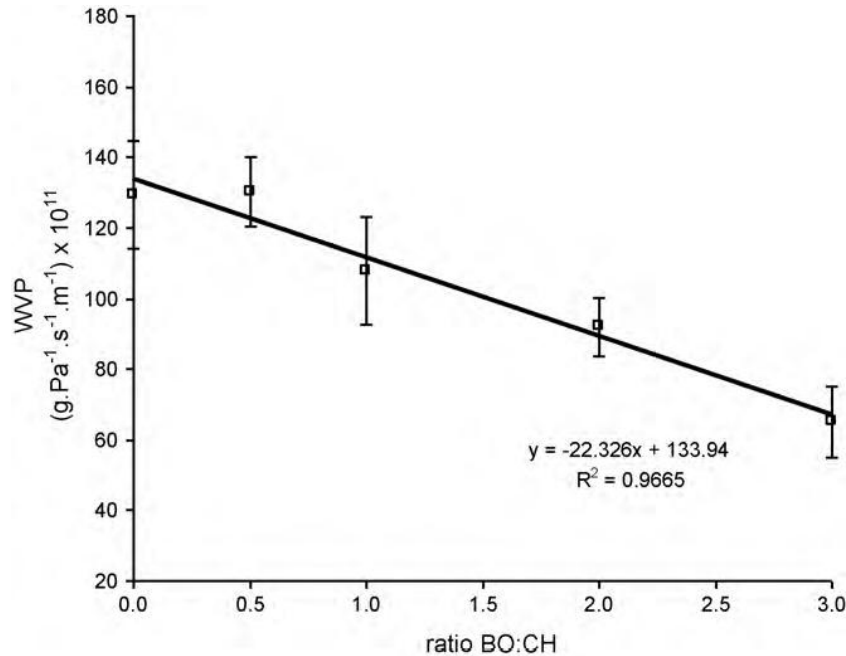
- **Introducción de discontinuidades en la matriz polimérica**
- **Cambios en las interacciones entre las cadenas (empaquetamiento de la red).**



- **Modificación de las interacciones con el agua: IS, TF**
- **Modificación de la permeabilidad**
- **Cambios en la respuesta mecánica**
- **Cambios en las propiedades ópticas: brillo y transparencia**



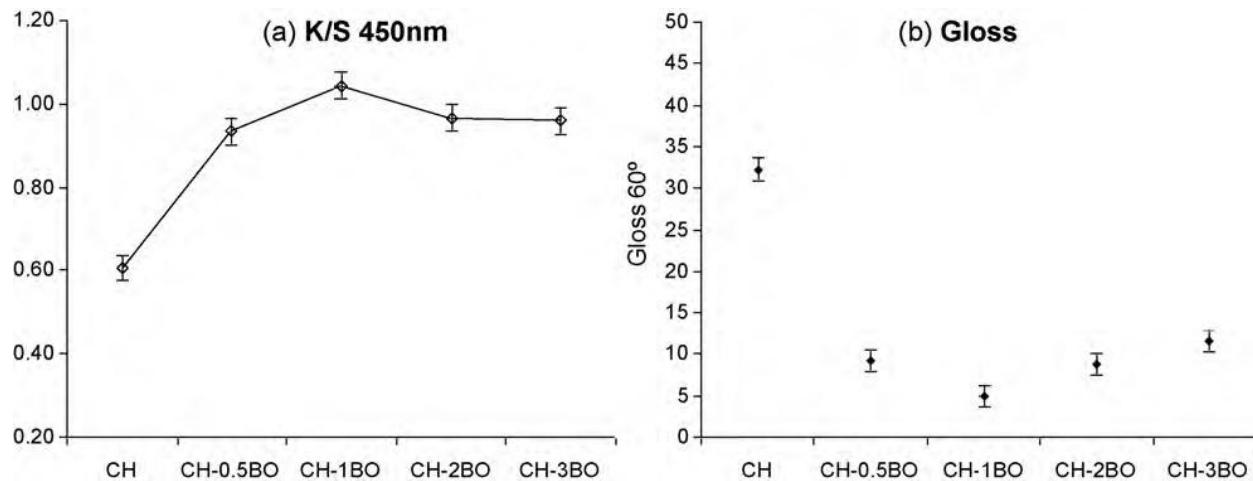
Efectos estructurales en la matriz polimérica



Water vapour permeability of films at 20 °C (100/54.4 RH gradient) as a function of the BO or TTO ratio in the film matrix. Mean values and 95% LSD intervals.



Efectos estructurales en la matriz polimérica

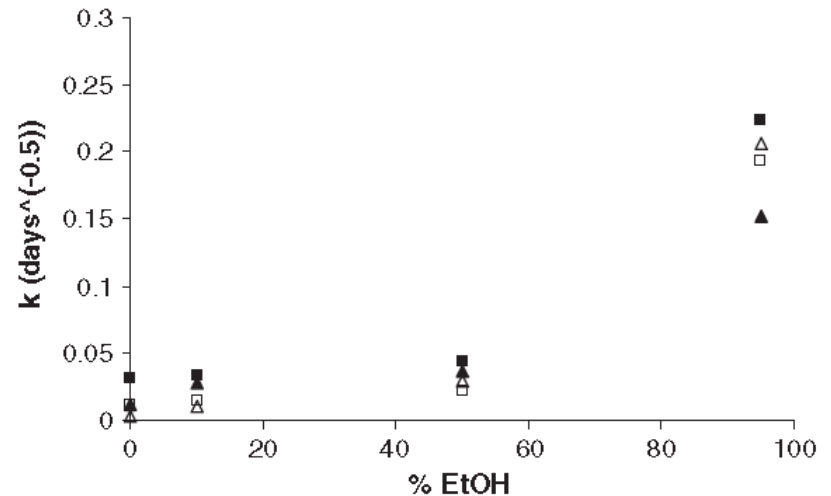


Optical properties: K/S values at 450nm and (b) gloss at 60° of CH and CH-BO composite films at 54.4% relative humidity and 20 °C. Mean values and 95% LSD intervals.

Liberación controlada del compuesto encapsulado

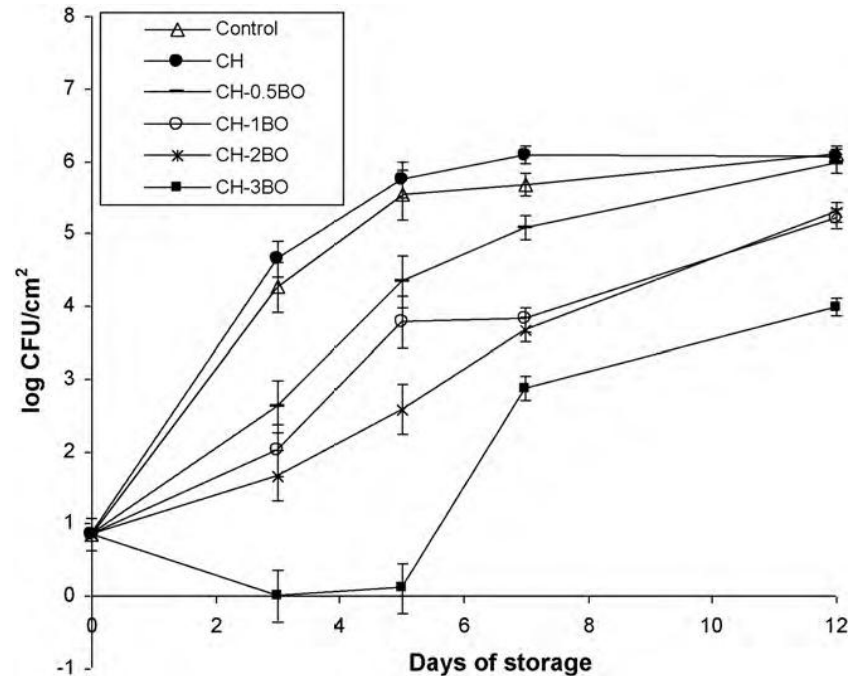
- Factores que influyen la velocidad de liberación:

- Interacciones con la matriz.
- Afinidad del compuesto con el sustrato donde se aplica.
- Sistemas modelo para evaluar la cinética de liberación



Constantes cinéticas (K) de liberación de limoneno desde diferentes films de CH con aceite esencial de bergamota en simulantes alimentarios agua:etanol. (■ CH-0.5BO, △CH-1BO, □CH-2BO, ▲CH-3BO).

Efectos antimicrobianos



Effect of CH and CH-BO composite films on the growth and survival of *Penicillium italicum* on PDA medium stored at 20 °C. Mean values and 95% LSD intervals.



Aplicación en naranjas: infección con *Penicillium italicum*

Films de quitosano con aceites esenciales de tomillo, bergamota y árbol de te

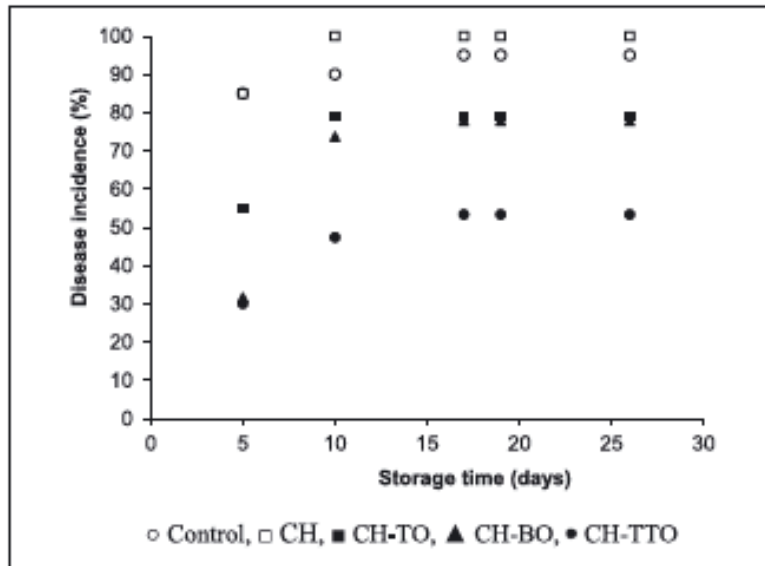


Figure 1—Development of the disease incidence, expressed as the percentage of affected fruits, in preventive application of coatings: CH (chitosan), CH-TO (chitosan and thyme essential oil), CH-BO (chitosan and bergamot essential oil), CH-TTO (chitosan and tea tree essential oil).

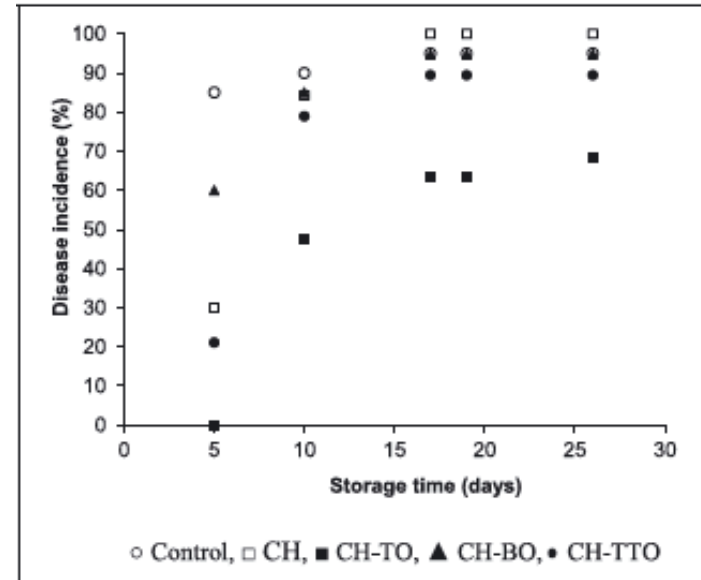


Figure 2—Development of the disease incidence, expressed as the percentage of affected fruits, in curative application of coatings: CH (chitosan), CH-TO (chitosan and thyme essential oil), CH-BO (chitosan and bergamot essential oil), CH-TTO (chitosan and tea tree essential oil).



Aplicación en fresas: infección con *Botrytis cinerea*

Films de quitosano con aceite esenciales de limón. Diferentes métodos de homogenización

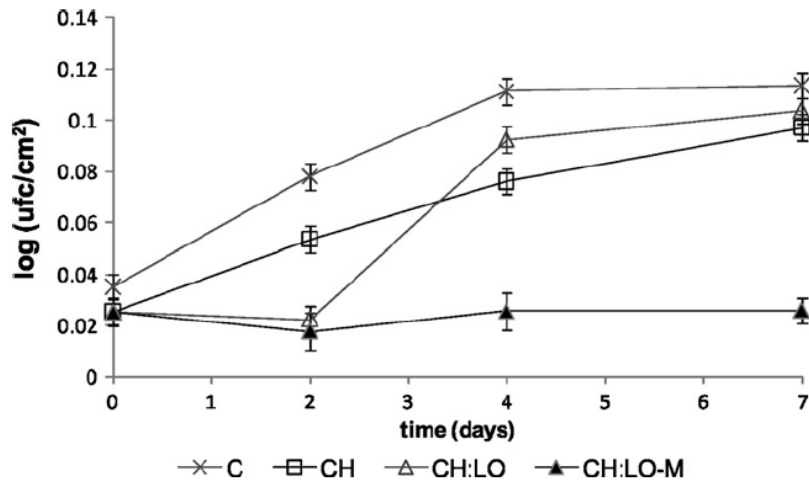


Fig. 3. Effect of chitosan-based coatings on the growth and survival of *Botrytis cinerea* on PDA medium stored at 20°C. C, non-coated; CH, chitosan coating; CH:LO, chitosan-lemon essential oil coating; CH:LO-M, microfluidized chitosan-lemon essential oil coating. Mean values and 95% Fisher's LSD intervals according to ANOVA test ($n = 3$).

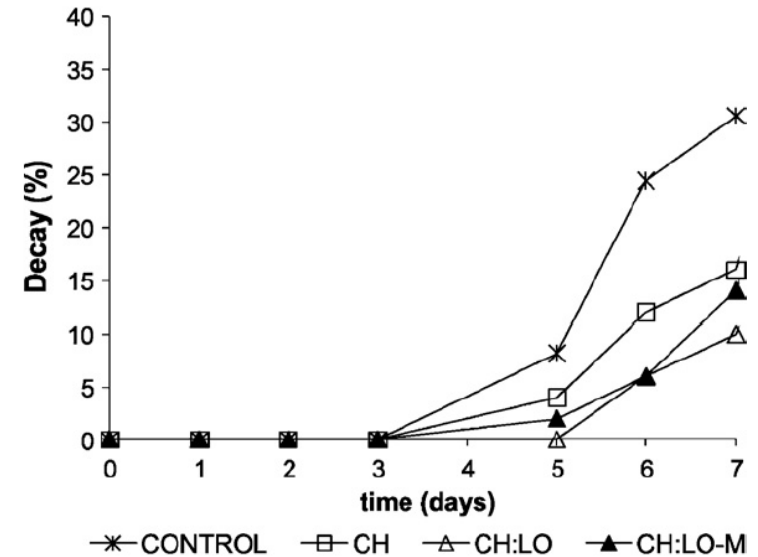
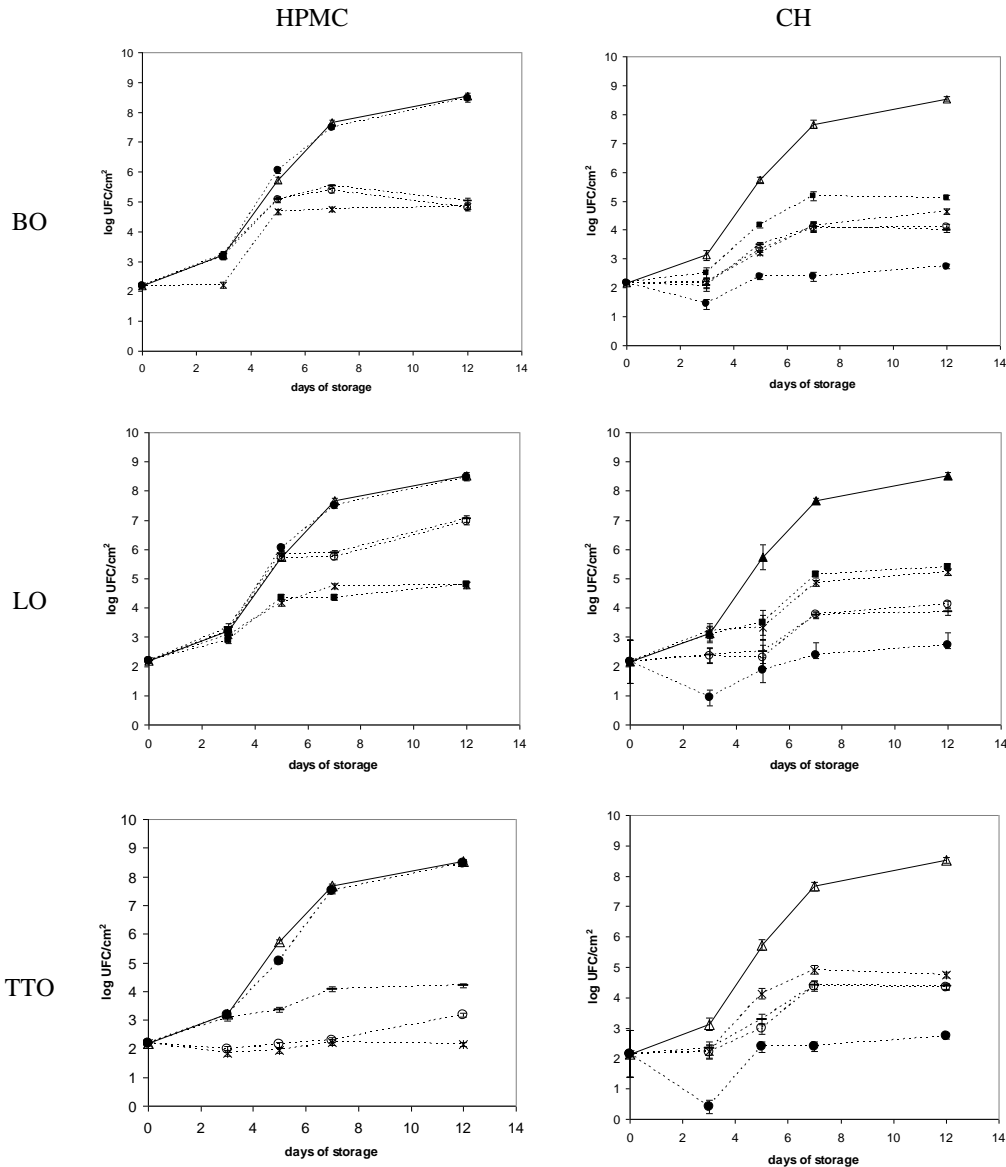


Fig. 6. Fungal decay of infected non-coated (C) and coated strawberries throughout storage at 5°C (CH, chitosan coating; CH:LO, chitosan-lemon essential oil coating; CH:LO-M, microfluidized chitosan-lemon essential oil coating). Mean values. 95% Fisher's LSD intervals = 2.1, according to ANOVA test.





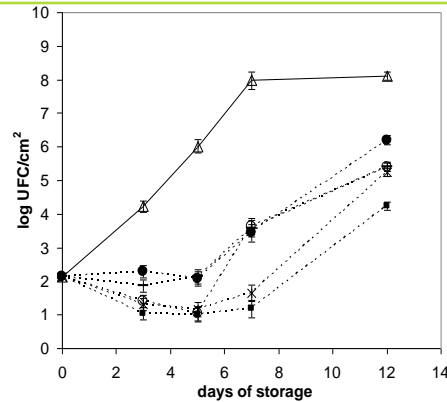
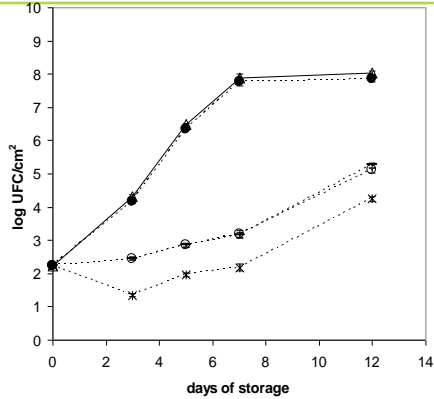
Effect of different films on the growth and survival of *Escherichia coli* on TSA-NaCL medium stored at 10°C. Mean values and 95% LSD intervals for each time (Δ control, ● Polymer, - Polymer-0.5EO, ○ Polymer-1EO, * Polymer-2EO, ◊ polymer-3EO).



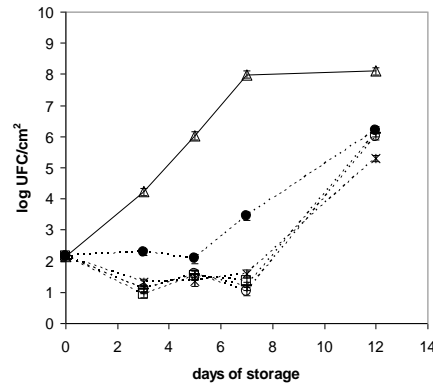
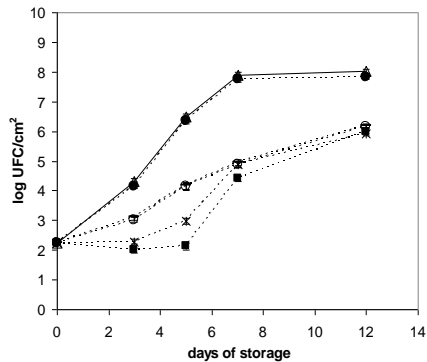


Efectos antimicrobianos

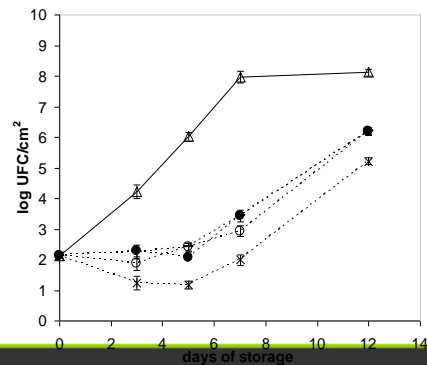
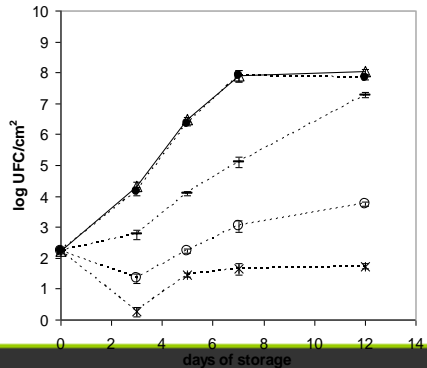
BO



LO



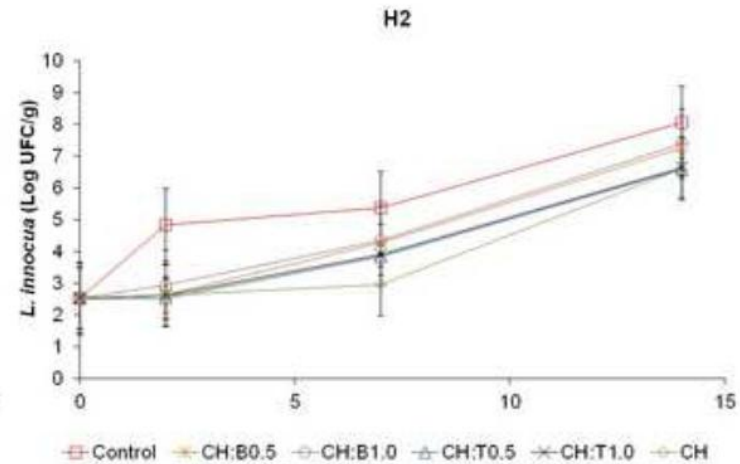
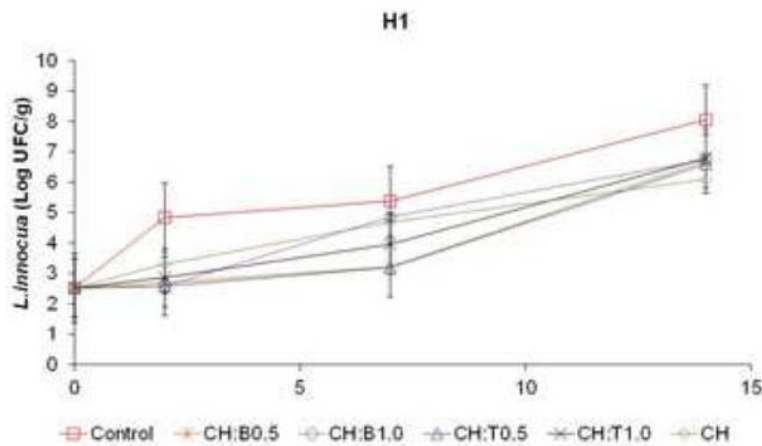
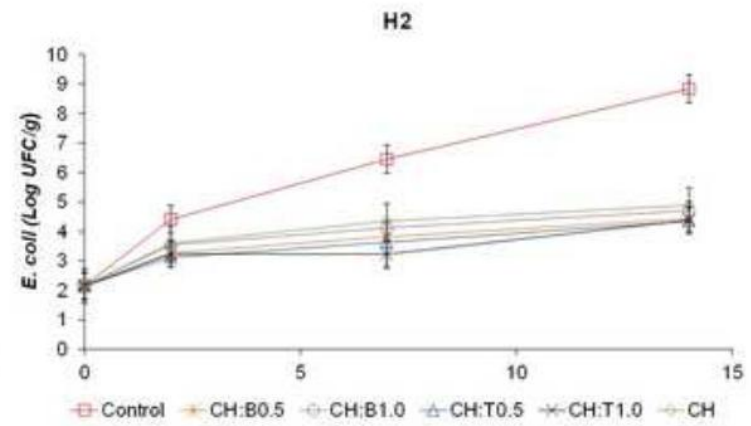
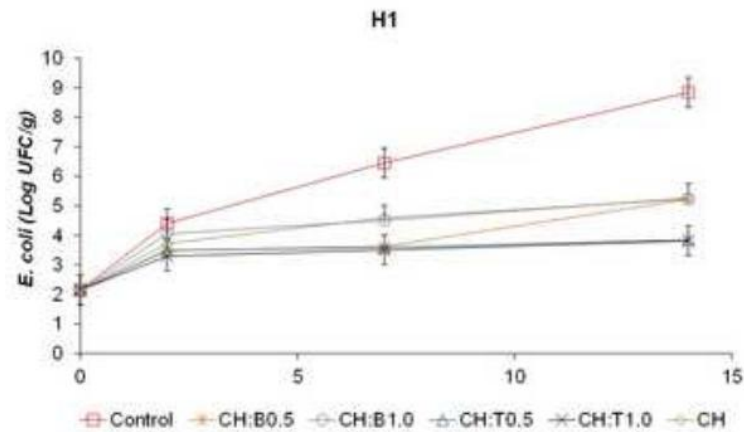
TTO



Effect of different films on the growth and survival of *Listeria monocytogenes* on TSANaCL medium stored at 10°C. Mean values and 95% LSD intervals for each time (Δ control, ● Polymer, - Polymer-0.5EO, □ Polymer-1EO, * Polymer-2EO, ○ polymer-3EO).



Aplicación en carne picada de cerdo: infección con *E. Coli* y *L. Innocua*
Films de quitosano con aceites esenciales de albahaca y tomillo con
diferente proporción con dos métodos de homogenización.



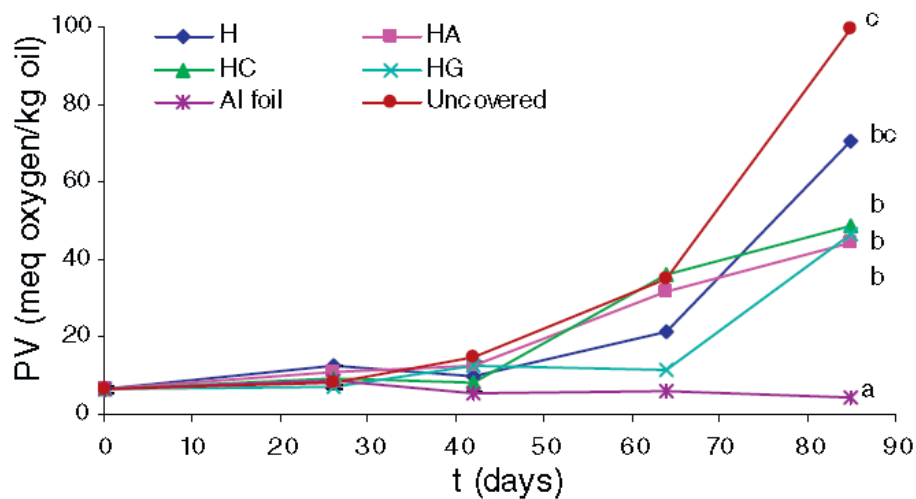


Fig. 4. Development of the peroxide values (PV) of almond oil during the accelerated rancidity test at 40 °C and 50% RH for samples covered with HPMC films (H, HA, HC and HG), aluminium foil and uncovered. The same letter means homogeneous group in LSD test.

HC: con ácido cítrico

HA: con ácido ascórbico

HG: con aceite esencial de jengibre



CONCLUSION

La encapsulación de compuestos bioactivos en los films/recubrimientos de biopolímeros ofrece muchas posibilidades para adecuar su funcionalidad:

- Tipo y proporción de compuesto (estado físico, interacciones con la matriz,...)
- Condiciones de incorporación/homogenización.

En general los compuestos de carácter hidrófobo reducen la permeabilidad al vapor de agua de la matriz y su resistencia mecánica y es posible modular su efecto sobre otras propiedades adecuando la formulación, las condiciones de preparación de la dispersión inicial y las de secado del film.

