

Sustainability Assessment of Active Packaging Incorporating Nanomaterials

Doctoral thesis by Hai Zhang (PG24968168)

RESUMEN (Castellano)

El envase juega un papel importante asegurando la seguridad y calidad de los alimentos. El desarrollo de envases activos, especialmente envase antimicrobiano, permite inhibir o matar los microorganismos causantes del deterioro de los alimentos, alargando por tanto su vida útil. De forma general es posible extender la vida útil de los alimentos en un 50%. El interés por el uso de nanopartículas metálicas en el envasado activo se deriva de su gran efectividad antimicrobiana sin causar un efecto negativo en sus propiedades sensoriales.

En la presente tesis, se ha desarrollado un papel recubierto de PLA (ácido poliláctico) con nanopartículas de óxido de zinc (ZnO NPs) incorporadas en la capa de recubrimiento. Se ha caracterizado el material y se ha evaluado su capacidad antimicrobiana. Las imágenes obtenidas mediante SEM muestran que las nanopartículas fueron distribuidas a lo largo de la superficie gracias a su modificación. Los ensayos de efectividad antimicrobiana indicaron una actividad del material frente a *E. coli* y a *S. aureus*. Además, *E. coli* resultó ser más susceptible a este agente activo incorporado al 0.5 % en peso en el recubrimiento de PLA, mostrando una reducción de 3.14 log. Este resultado fue comparado con publicaciones donde se emplearon los mismos agentes activos para frente a microorganismos Gram-positivos y Gram-negativos. Las discrepancias encontradas entre los resultados pueden deberse a que las nanopartículas de ZnO tienen múltiples mecanismos de acción, y los diferentes métodos de ensayo poder estimular parte de estos mecanismos.

Por otra parte, el reciclado juega un importante papel en la conservación de los recursos y en la reducción de los impactos medioambientales. Por tanto, cuando se trata de un material de envase de papel con sustancias de tamaño nano, el reciclado debe tratarse adecuadamente. El ensayo de reciclabilidad fue llevado a cabo a escala laboratorio en una línea de reciclado de papel. El protocolo de ensayo se basó en el método adaptado de ATICELCA MC501-13, permitiendo una recuperación del 99% de material sólidos. Los resultados del balance de materia indicaron que el 86%-91% de las nanopartículas de óxido de zinc llegaron al flujo de material de rechazo, principalmente mezclado en el recubrimiento polimérico. Además, los resultados de tracción de las láminas recicladas sugieren que el recubrimiento con partículas nano no tiene un efecto negativo sobre la calidad de la fibra recuperada.

El envase activo juega un papel positivo en la reducción de los residuos alimentarios. Como resultado del uso del envase activo, considerando el envase y el alimento como un todo, el impacto ambiental sobre este sistema completo puede ser compensado por la reducción de pérdidas de alimentos. El cálculo LCA muestra que el punto de equilibrio se puede conseguir fácilmente en el caso de productos de carne roja de elevado impacto ambiental.