

## DESARROLLO DE MATERIALES ACTIVOS PARA LA INDUSTRIA DEL PACKAGING DE ALIMENTOS

M. Torres<sup>1</sup>, V. Molina<sup>1</sup>, M. C. Lorenzo<sup>1, 2</sup>, P. Eisenberg<sup>2</sup>  
[mtorres@inti.gob.ar](mailto:mtorres@inti.gob.ar)

<sup>1</sup> Dto. Procesamiento y Transformación de Materiales-SOlyS-GODTel-INTI

<sup>2</sup> Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental-3IA Universidad Nacional de San Martín

Palabras Clave: *Packaging*, materiales activos, alimentos.

### **INTRODUCCIÓN**

El concepto de envase antimicrobiano ha recibido gran atención debido a su potencial para mejorar la seguridad alimentaria. Es relevante analizar las alteraciones que se pueden producir en las propiedades de los materiales poliméricos, tras la incorporación de agentes antimicrobianos, para comprender la viabilidad de producir películas de embalaje antimicrobianas a escala industrial [1]. Estos envases se diseñan con el objetivo de interactuar con el contenido, por ejemplo, liberando o eliminando moléculas específicas, buscando incrementar la vida útil del alimento [2].

La nisina es un péptido catiónico producido por *Lactococcus lactis* con capacidad antimicrobiana considerado como seguro (GRAS) para su aplicación alimentaria y presenta actividad inhibitoria frente a microorganismos patógenos y deteriorantes de alimentos (Gram positivos) [3]. La obtención de materiales activos antimicrobianos por incorporación de nisina a matrices poliméricas podría contribuir a reducir o evitar el deterioro de productos alimenticios y su consiguiente descarte.

### **OBJETIVOS**

El presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de materiales activos antimicrobiano mediante la incorporación de nisina a dos tipos de matrices poliméricas. Se estudió el efecto del contenido de nisina (0,37% a 6% m/m) en la actividad antimicrobiana de películas de polietileno de baja densidad (PEBD) y policaprolactona (PCL) para inhibir a una bacteria gram positiva: *Lactobacillus plantarum* CRL691 utilizada como modelo de bacteria que deteriora los productos alimenticios cárnicos.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se emplearon como matrices poliméricas Polietileno de baja de densidad Braskem EB853, ampliamente utilizado en la industria del packaging de alimentos, y Policaprolactona Capa FB100 con el objetivo de comparar el efecto de la incorporación del agente

antimicrobiano en polímeros de distintas características. Se utilizó Nisina Maxinis AMG como agente antimicrobiano (NIS).

#### Preparación de las películas:

Las mezclas fueron realizadas con las siguientes concentraciones: 0% (PEBD y PCL control); 0,37%; 0,75%; 1,5%; 3% y 6% m/m de NIS. Los compuestos poliméricos se obtuvieron en cámara de mezclado discontinuo Brabender PlastiCorder. Para las mezclas de PEBD se mezcló a 130°C y para las mezclas de PCL a 70°C. Ambos procesos se llevaron a cabo a 50 rpm y 5 minutos. Luego, se prensaron a 140 y 90°C respectivamente en una prensa hidráulica Mario Smaniotto S.R.L. AMS 160/33 para obtener películas correspondientes para su caracterización.

#### Actividad antimicrobiana:

Se estudió el tamaño del halo de inhibición de los diferentes compuestos, necesario para inhibir el crecimiento de *L. plantarum* CRL691 con el propósito de encontrar la mínima concentración inhibitoria (CIM) de NIS capaz de producir un halo de inhibición visible a ojo desnudo, mediante el método de difusión en agar. Luego de incubar las placas a 30°C, 24h en MRS, se observó la presencia de zonas de inhibición. El área relativa inhibitoria fue medida utilizando el software ImageJ 1.47n por la ecuación [1]:

$$\text{Área relativa} = \frac{\pi \cdot \text{Diámetro}_{\text{film+halo}}^2}{4} + \text{Área}_{\text{film}} [1]$$

#### Medición de color:

El color de las películas se determinó utilizando un colorímetro (BYK- Gardner) empleando la escala HunterLab para medir luminosidad (parámetro L) y cromaticidad (parámetros a y b). La diferencia total de color respecto al control ( $\Delta E$ ) fue calculada por la ecuación [2]:

$$\Delta E = [(L - L^*)^2 + (a - a^*)^2 + (b - b^*)^2] [2]$$

#### Propiedades Mecánicas

El comportamiento mecánico de las películas fue evaluado luego de 48 horas de acondicionamiento a 23±2°C con HR=50±5% bajo norma ASTM D638 con Probeta Tipo IV. Los ensayos de tracción fueron realizados con el equipo Instron Modelo 5569A con una

separación entre mordazas de 65 mm y una velocidad de 50 mm/min.

**RESULTADOS**

Propiedades antimicrobianas

El área relativa inhibitoria de los compuestos formulados con NIS como agente antimicrobiano se muestra en la Figura 1.

Se puede observar que para contenidos mayores a 0,75% de NIS, en ambas matrices, a medida que aumenta la concentración de NIS aumenta su área de inhibición frente a *L. plantarum*. Sin embargo, a proporciones mayores al 3% de NIS no se observan diferencias significativas. Por este motivo se puede tomar, en ambas matrices, el 3% m/m de NIS como la concentración inhibitoria mínima (CIM) posible para inhibir al microorganismo. Además, se puede apreciar que la matriz biodegradable (PCL) presenta un aumento del 25% en el área inhibitoria en comparación al PEBD (Fig. 1), lo cual podría deberse a una mejor interacción entre los grupos funcionales del poliéster con la NIS permitiendo una mejor liberación al medio en comparación a los grupos funcionales de la poliolefina.

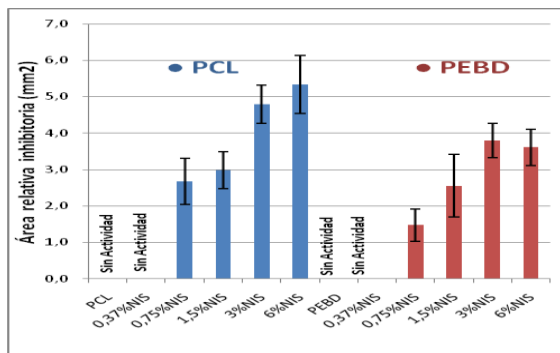


Figura 1. Área relativa inhibitoria (mm<sup>2</sup>) en función del contenido de nisina en PCL y PEBD.

Color

El contenido de NIS presenta un cambio en la coloración original de las matrices control como se puede observar en la Fig. 2. La coloración parda propia del antimicrobiano genera un cambio hacia tonos más amarronados a medida que aumenta sus proporciones en las matrices. En todos los casos, se puede establecer que a medida que aumenta la concentración de NIS aumenta su ΔE.

Propiedades Mecánicas

En el ensayo de tracción realizado a las dos matrices conteniendo 3% de NIS, se puede observar que el agregado del agente antimicrobiano no afecta las propiedades del material.

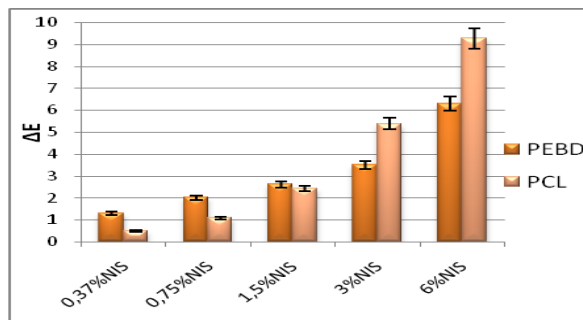


Figura 2. Diferencia total de color respecto al control (ΔE) en función del contenido de nisina en PCL y PEBD.

El Módulo de Young y Tensión a la rotura no presentaron diferencias significativas para ninguna de las dos matrices cuando se agrega NIS. En la deformación a la rotura se aprecia una disminución aproximada del 20% respecto a la muestra control en ambas matrices.

Tabla 1. Resultado del ensayo de Tracción de PEBD y PCL con 3% de NIS. Los datos fueron analizados mediante test de ANOVA (p<0,05). Letras distintas en columnas implican diferencias significativas.

Mezcla	Módulo de Young [MPa]	Tensión a la rotura [MPa]	Deformación a la rotura [%]
PCL Control	416±38 <sup>a</sup>	15,40±2,03 <sup>a</sup>	338±52 <sup>a</sup>
PCL + 3%NIS	396±22 <sup>a</sup>	13,72±1,32 <sup>a</sup>	274±43 <sup>b</sup>
PEBD Control	350±37 <sup>b</sup>	15,14±1,28 <sup>b</sup>	377±18 <sup>a</sup>
PEBD + 3%NIS	357±34 <sup>b</sup>	13,85±1,13 <sup>b</sup>	316±20 <sup>b</sup>

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Se puede concluir que se logró el objetivo de desarrollar materiales activos antimicrobianos frente a *L. plantarum*. Para ambos polímeros (PEBD y PCL) la menor concentración posible para inhibir al microorganismo es del 3% m/m de NIS. El agregado de esta concentración modifica la coloración original de ambas películas. Sin embargo, sus propiedades mecánicas no se ven afectadas a excepción de una leve disminución en la elongación a la rotura que podría no afectar a las propiedades finales del material en su futura aplicación.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] Bastarrachea, L. Dhawan, S. & Sablani, S. Food Engineering. Reviews volume 3, 2011, 79–93.  
 [2] Joerger, R.D. Packaging technology and science, Wiley InterScience, 20, 2007, 231-273.  
 [3] Gharsallaoui, A. et al. Review: Nisin as a food preservative. Lyon, France. 2009.