

Desarrollo de un papel activo para retrasar el deterioro fúngico de frutas

Laura Aguerri^{1,2}, Silvia Lóbez¹, Marinelly Quintero¹, Celia Cantín³, Filomena Silva^{1,4}

¹Grupo Universitario de Investigación Analítica (GUIA)
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)
Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.

Tel. +34-976762707, e-mail: 698694@unizar.es

²Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

³Estación Experimental Aula Dei (EEAD-CSIC)

⁴Fundación Agencia Aragonesa para la Investigación y el Desarrollo (ARAID)

Resumen

Se desarrolló un papel activo con propiedades antifúngicas con el objetivo de alargar la vida útil de frutas. Su eficacia fue probada *in vitro* (*Botrytis cinerea*) e *in vivo* (tomate), con resultados satisfactorios y aceptabilidad general por parte del consumidor.

Introducción

Las frutas y verduras son alimentos muy perecederos. El crecimiento fúngico es una de las principales causas de su deterioro, causando graves pérdidas económicas y afectando a la salud [1]. Para tratar de evitar o retrasar este crecimiento, los compuestos naturales como los aceites esenciales (EOs) son muy interesantes debido a sus propiedades antimicrobianas [2]. Sin embargo, su incorporación en materiales resulta difícil debido a su baja estabilidad y alta volatilidad [3]. Una estrategia novedosa es su incorporación a través de emulsiones, con una matriz que los protege (manteniendo sus propiedades antifúngicas) a la vez que permite su aplicación en otros materiales [4].

Materiales y métodos

Previamente al desarrollo de los papeles activos se realizó un diseño experimental de mezclas con cuatro aceites esenciales (tomillo rojo -TR, satureja -SH, orégano -OR y canela -CH) para obtener la mezcla óptima de aceites esenciales que produjera una mayor actividad antifúngica frente a *Botrytis cinerea*.

Una vez obtenida la mezcla óptima, se prepararon dos tipos de emulsiones con almidones catiónicos y la mezcla de aceites, en presencia y ausencia de surfactante. La aplicación de las emulsiones almidón/mezcla EO a los papeles se realizó utilizando una extensora. Una vez recubiertos, los

papeles fueron almacenados a temperatura ambiente y a 6 °C durante 31 días. Durante este tiempo, se realizaron ensayos de actividad antifúngica frente a *Botrytis cinerea* (10⁶ CFU/mL) en fase vapor a los 3, 10, 17, 24 y 31 días.

Asimismo, se realizaron ensayos *in vivo* con tomate variedad Iberiko. Para ello, las muestras de papel se almacenaron en cajones simulando cajones de frigorífico, sin contacto directo entre los tomates y el papel. Durante el tiempo de almacenamiento (28 días), se analizaron distintos parámetros como la descomposición de los tomates, el crecimiento fúngico y la aceptación sensorial con un panel entrenado.

Resultados

Las concentraciones mínimas inhibitorias en fase vapor de los cuatro aceites esenciales probados por separado frente a *B. cinerea* estuvieron comprendidas entre 0.033 % y 0.066 % (expresadas como porcentaje de $V_{\text{aceite esencial}}$ en $V_{\text{aire disponible}}$). Como resultado del diseño experimental se obtuvo una mezcla óptima de aceites esenciales compuesta exclusivamente por OR y CH (1:2 v/v). Esta mezcla resultó ser más eficaz frente a *B. cinerea* que los propios aceites esenciales por separado (MIC 0.0016%).

En cuanto a la evaluación de la actividad antifúngica de los papeles frente a *B. cinerea*, aquellos almacenados a 6 °C inhibieron totalmente el crecimiento fúngico hasta 31 días después de ser recubiertos. En el caso de los papeles almacenados a temperatura ambiente, estos inhibieron totalmente el crecimiento de *B. cinerea* hasta 24 y 31 días después del recubrimiento, según el almidón utilizado.

En los ensayos *in vivo* no se obtuvieron diferencias significativas con respecto a los tomates

almacenados sin papel (control) en propiedades físico-químicas como el contenido en sólidos totales o la acidez. Sin embargo, sí que se observó una reducción significativa en la podredumbre de los tomates almacenados con el papel con respecto a los del grupo control. Asimismo, aunque en la evaluación sensorial se apreciaron “sabores extraños” en aquellos tomates almacenados con los papeles recubiertos, esto no afectó a su aceptabilidad global, donde obtuvieron valores similares a los de los tomates almacenados con muestras control.

Conclusión

Las emulsiones utilizadas son una buena alternativa para incorporar EOs en este papel, ya que mantienen sus propiedades antimicrobianas a lo largo del tiempo. Además, la aceptación global sensorial obtenida en el ensayo *in vivo*, junto con su facilidad de uso, sugiere que este material podría llegar pronto al mercado y contribuir a alargar la vida útil de frutas y verduras.

Agradecimientos

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+iPID2021-128089OB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por la

“Unión Europea NextGenerationEU/PRTR. También al Gobierno de Aragón por la financiación al Grupo GUIA (T53_23R).

REFERENCIAS

- [1]. DA CRUZ CABRAL, L., FERNANDEZ PINTO, V. PATRIARCA, A. Application of Plant Derived Compounds to Control Fungal Spoilage and Mycotoxin Production in Foods. *International journal of food microbiology*, 2013, 166(1),1-14. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.05.026>
- [2]. CLEMENTE, I., et al. Synergistic Properties of Mustard and Cinnamon Essential Oils for the Inactivation of Foodborne Moulds in Vitro and on Spanish Bread. *International journal of food microbiology*, 2019, 29844-50. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.05.013>
- [3]. SHARMA, S., et al. Essential Oils as Additives in Active Food Packaging. *Food Chemistry*, 2021, 343128403. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128403>
- [4]. ZHANG, W., et al. Effective Strategies of Sustained Release and Retention Enhancement of Essential Oils in Active Food Packaging Films/Coatings. *Food Chemistry*, 2022, 367130671. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130671>

Tabla 1: Experimentos propuestos en el diseño de mezclas

Número experimento	Run	Saturación (%)	Origen (%)	Concentración hoja (%)	Tamaño hoja (%)
1	1	0.125	0.125	0.125	0.125
2	2	0	0	0	0
3	3	0	0.125	0.125	0.125
4	4	0.125	0	0	0.125
5	5	0	0	0.125	0.125
6	6	0.125	0	0	0.125
7	7	0	0.125	0	0.125
8	8	0	0.125	0.125	0
9	9	0	0	0.125	0
10	10	0.125	0.125	0.125	0.125
11	11	0	0	0	0
12	12	0.125	0.125	0	0
13	13	0	0.125	0	0
14	14	0	0	0	0
15	15	0.125	0	0.125	0
16	16	0.125	0.125	0	0.125
17	17	0	0.125	0	0.125
18	18	0	0.125	0.125	0
19	19	0.125	0.125	0.125	0.125
20	20	0.125	0.125	0.125	0
21	21	0	0	0	0
22	22	0.125	0.125	0.125	0.125
23	23	0	0	0.125	0.125
24	24	0	0	0	0
25	25	0.125	0	0.125	0
26	26	0.125	0.125	0.125	0
27	27	0.125	0.125	0.125	0.125
28	28	0	0	0	0
29	29	0.125	0	0	0
30	30	0.125	0.125	0	0

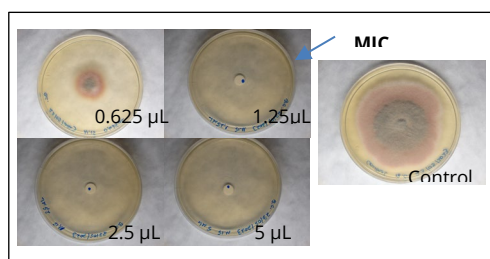


Figura 1: Imágenes de un experimento en fase vapor frente a *B. cinerea* que ilustran la inhibición a distintos volúmenes de mezcla de EOs

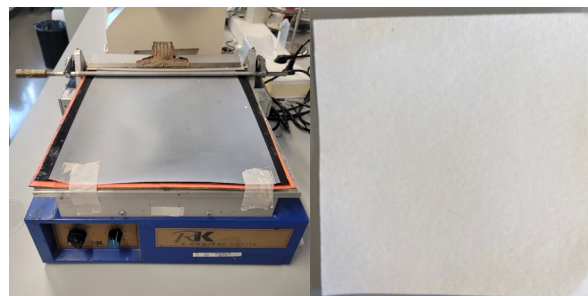


Figura 2: Extensora (izda) y papel recubierto (dcha)



Figura 3: Imágenes de los tomates durante el ensayo *in vivo*