

# Propiedades físicas, químicas y antioxidantes en naranjas por efecto de esprayado con quitosano

## Physical, chemical and antioxidant properties in oranges by spraying effect with chitosan

Presentación: 13 y 14 de septiembre de 2023

### **Matías A. Raspo**

Ingeniería de Procesos Sustentable, UTN Fac. Reg. San Francisco. (2400), San Francisco, Argentina  
Centro Regional de Educación Superior San Francisco. (2400), San Francisco, Córdoba, Argentina  
IAPC Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María, (5900) Villa María, Argentina  
[mraspo@sanfrancisco.utn.edu.ar](mailto:mraspo@sanfrancisco.utn.edu.ar)

### **M. Andrea Caula**

Ingeniería de Procesos Sustentable, UTN Fac. Reg. San Francisco. (2400), San Francisco, Argentina  
[andrea\\_caula@hotmail.com](mailto:andrea_caula@hotmail.com)

### **Melina Berteza**

Ingeniería de Procesos Sustentable, UTN Fac. Reg. San Francisco. (2400), San Francisco, Argentina  
[melinaberteza@gmail.com](mailto:melinaberteza@gmail.com)

### **Camila Sicardi**

Ingeniería de Procesos Sustentable, UTN Fac. Reg. San Francisco. (2400), San Francisco, Argentina  
[camilasicardi@gmail.com](mailto:camilasicardi@gmail.com)

### **Micaela Mikleg**

Ingeniería de Procesos Sustentable, UTN Fac. Reg. San Francisco. (2400), San Francisco, Argentina  
[micamikleg@gmail.com](mailto:micamikleg@gmail.com)

### **César Gomez**

IPQA- Universidad Nacional de Córdoba-CONICET (5000), Córdoba, Argentina  
[cesar.gomez@unc.edu.ar](mailto:cesar.gomez@unc.edu.ar)

### **Alfonsina E. Andreatta**

Ingeniería de Procesos Sustentable, UTN Fac. Reg. San Francisco. (2400), San Francisco, Argentina  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina  
[aandreatta@sanfrancisco.utn.edu.ar](mailto:aandreatta@sanfrancisco.utn.edu.ar)

## **Resumen**

La calidad de las frutas frescas se puede prolongar con el agregado de sustratos clave como lo es el quitosano que posee ciertos beneficios cuando se lo utiliza como recubrimiento para aumentar la conservación de estas. Se analizó el peso, la acidez, el índice de madurez y la capacidad antioxidante de naranjas esprayadas y en naranjas sin esprayar usadas como blanco conservadas a 25 °C y durante un período de 21 días. La formulación a base de quitosano empleada resultó beneficiosa para la conservación de las naranjas.

**Palabras clave:** esprayado, quitosano, naranjas

## Abstract

The quality of fresh fruits can be prolonged with the addition of key substrates, such as chitosan, which has certain benefits when used as a coating to increase their conservation. The weight, acidity, maturity index, and antioxidant capacity of sprayed oranges and unsprayed oranges used as blank stored at 25 °C for a period of 21 days were analyzed. The chitosan-based formulation used was beneficial for the preservation of oranges.

**Keywords:** sprayed, chitosan, oranges

## Introducción

Los frutos cítricos pueden ser almacenados por varias semanas en un rango de temperaturas de 0 a 8 °C. La vida de almacenamiento depende de la variedad, la madurez, las condiciones precosecha y el manejo postcosecha. Los principales problemas que limitan la calidad de estos frutos durante el almacenamiento son la putrefacción y los daño por frío que se observan en la cáscara (Hernandez Fortiz et al., 2011).

Diversos tratamientos han resultados efectivos para mantener la calidad de los frutos durante el almacenamiento a bajas temperaturas como tratamientos térmicos, tratamientos con atmósferas modificadas, tratamientos químicos con calcio, bencimidazol, tiabendazol, y almacenamiento con quitosano (Hernandez Fortiz et al., 2011).

El quitosano es importante en el envasado de alimentos y es producido a partir de los exoesqueletos de camarones y cangrejos. Posee excelentes propiedades de emulsificación y formación de películas, no es tóxico para los humanos y muestra propiedades antimicrobianas (Ali et al., 2011) y propiedades antifúngicas (El Ghaouth et al., 1992). Cuando se lo utiliza como recubrimiento de frutas mejora la textura y apariencia de las mismas reduciendo la tasa de respiración y favoreciendo una menor actividad antimicrobiana (Shah & Hashmi, 2020).

Khalifa *et al.* (2017) esprayaron manzanas con quitosano y dejaron otras sin esprayar. La pérdida de peso y el área de descomposición aumentaron significativamente en los frutos sin recubrir, trabajando con una temperatura de almacenamiento de 4 °C durante 35 días. Además, la adición de extracto de hoja de olivo al recubrimiento de quitosano redujo la disminución gradual de fenoles totales, flavonoides y antioxidantes. Hernandez Fortiz *et al.*, (2011), esprayaron naranjas con quitosano y también dejaron otras sin esprayar. En este caso, analizaron el índice de madurez, color, firmeza, pérdida de peso, daño por frío y daño por manchado, durante el almacenamiento a 4° C durante 8 semanas. Los compararon con otro producto comercial obteniendo resultados similares al del quitosano. Algo similar hicieron Bhaskara Reddy *et al.*, (2000) solo que con frutillas y Meng *et al.* (2008) con uvas analizando la pérdida de peso, la acidez y los compuestos fenólicos a 20 °C y Bhaskara Reddy *et al.* (2000) a 3 °C.

En este trabajo se utilizaron naranjas y se evaluó la pérdida de peso, el índice de madurez y la actividad antioxidante durante 21 días a 25 °C en naranjas esprayadas en una formulación a base de quitosano y en naranjas sin esprayar utilizadas como blanco.

## Desarrollo

Se utilizaron 30 naranjas, 15 sin esprayar (blancos) y 15 esprayadas con solución de 1 % p/p de quitosano, 3.62 % p/p de sorbitol y 1 % p/p de ácido gálico. La formulación utilizada es el producto de estudios previos en el cual se optimizó sus propiedades antioxidantes (Raspo et al., 2018). Los resultados observados revelaron que la distribución de partículas atomizadas de la formulación se hace más uniforme a medida que la distancia aumenta (10, 15, 20 o 25 cm). Una tendencia similar se logró al aumentar la apertura del atomizador (0,7 mm), cubriendo la mayor parte de la superficie en una sola aplicación. Las naranjas esprayadas y las sin esprayar fueron conservadas en una incubadora marca Faithful – Milab Modelo SPX 70 BIII a una temperatura controlada de 25 °C.

Las naranjas se exprimieron y los jugos obtenidos se centrifugaron en una centrífuga Dauerhaft Wende D-400 a 1500 rpm durante 10 minutos. Se utilizó el jugo clarificado para los ensayos.

Se determinó el porcentaje de pérdida de masa de cada una de las naranjas a lo largo de los 21 días analizados respecto a su valor de pesada inicial.

El índice de madurez se determinó del cociente entre la acidez titulable y los sólidos solubles en °Brix. El cálculo de acidez fue referenciado según el ácido predominante y que se corresponde al ácido cítrico. Se tomó una alícuota de 10 ml de jugo de naranja y se tituló con hidróxido de sodio 0,1 N hasta alcanzar el viraje de la fenolftaleína. El porcentaje de ácido cítrico se determinó de acuerdo con la Ecuación (1).

$$\% \text{Ác. Cítrico} = \left( \frac{V_{\text{NaOH}} * N * 0.064 * \text{factor dilución} * 100}{P_m} \right) \quad (1)$$

donde:

$V_{\text{NaOH}}$ : es el volumen de hidróxido de sodio gastado

N: es la normalidad; (en este caso 0,1N)

$P_m$ : son los g del jugo de naranja clarificado

Factor de dilución: 10

Para la determinación de los °Brix del jugo de naranja, se utilizó un refractómetro (HB Analytical Instruments RHBO-90ATC) que permitió leer del mismo este valor.

El índice de madurez se calculó utilizando la Ecuación (2).

$$\text{Índice de madurez} = \frac{^{\circ} \text{Brix}}{\% \text{ ácidocítrico}} \quad (2)$$

Para analizar la capacidad antioxidante de los jugos de las naranjas esprayadas y sin esprayar, se utilizó el radical estable DPPH\* (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo) como reactivo. Se prepararon diluciones acuosas de 1:100, 1:200, 1:400 y 1:800 de jugo de naranja clarificado; de estas diluciones se toman 2 ml y se añaden 2 ml de solución de DPPH\* (0,25 mM) y se realizan las mediciones en un espectrofotómetro ultravioleta visible (HACH-DR2800) a 517 nm al cabo de los 30 minutos. En este caso se utilizó la determinación IC50 (concentración inhibitoria media) que es una medida utilizada para evaluar la eficacia de un compuesto o sustancia en la inhibición de una actividad biológica específica. En este sentido, el porcentaje de inhibición del radical DPPH\* debido a la presencia de antioxidantes en las muestras fue calculado según la siguiente Ecuación 3:

$$\% \text{Inhibición} = \frac{(AB-AM)}{AB}$$

donde:

AB= absorbancia de blanco

AM= absorbancia de las diluciones de jugo de naranja clarificado

La concentración de las muestras que produjo una inhibición del radical DPPH\* del 50% se calculó a partir de los gráficos construidos de porcentaje de inhibición vs. concentración de las muestras. Dicha concentración se denomina IC50, y es el parámetro que se utilizó para comparar el poder antioxidante de las muestras debido a su capacidad de captación de radicales libres. El procedimiento seguido para la determinación del valor del EC50 se muestra en la Figura 1.

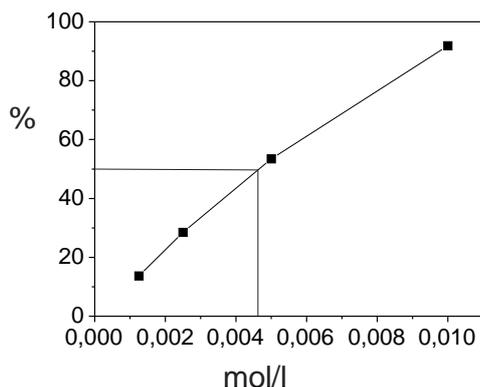


Figura 1. Determinación del parámetro IC50 para jugo de naranjas.

En la prueba de DPPH, se mide la capacidad de un compuesto para neutralizar los radicales libres generados por el DPPH, un radical libre estable de color violeta intenso. Cuanto mayor sea la capacidad de un compuesto para neutralizar los radicales libres, menor será la concentración requerida para inhibir el 50% de la actividad del DPPH, y, por lo tanto, menor será el valor del IC50.

La Figura 2, muestra el porcentaje de pérdida de masa de las naranjas esprayadas y las sin esprayar a lo largo de los 21 días analizados. Se puede observar que las naranjas esprayadas perdieron menos masa que aquellas sin esprayar.

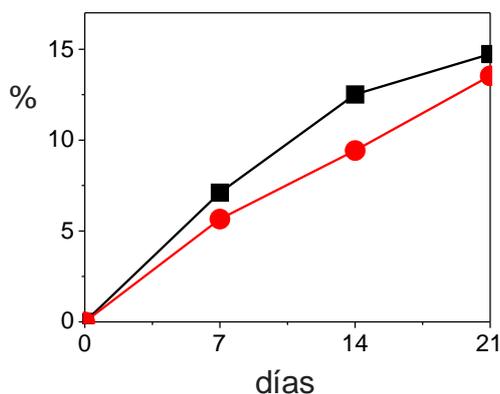


Figura 2. Porcentaje de la pérdida de masa de las naranjas esprayadas (●) y sin esprayar (■) a lo largo del tiempo.

Por su parte, la Figura 3, muestra el índice de madurez en este estudio. De esta figura, se puede observar que las naranjas esprayadas maduran más lento que las sin esprayar.

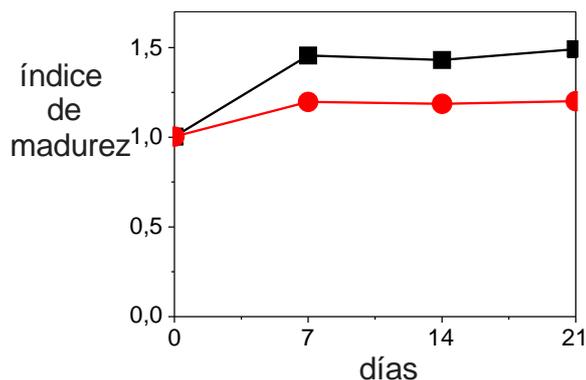


Figura 3. Índice de madurez de las naranjas esprayadas (●) y sin esprayar (■) a lo largo del tiempo.

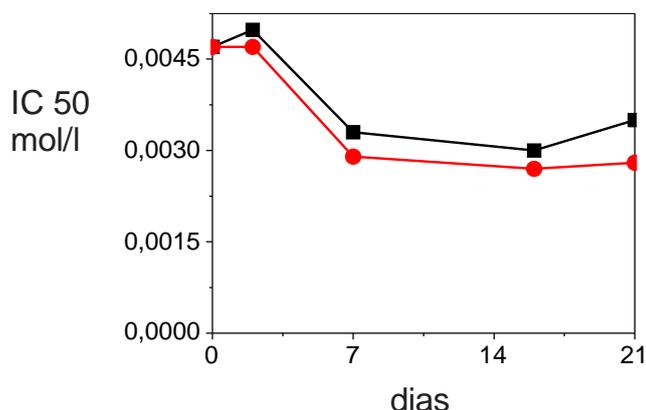


Figura 4. IC<sub>50</sub> expresado en mol/l de las naranjas esprayadas (●) y sin esprayar (■) a lo largo del tiempo

Finalizando el estudio, la Figura 4, muestra el IC<sub>50</sub> expresado en mol/l en las naranjas esprayadas y sin esprayar. Se puede observar que las naranjas esprayadas, poseen un IC<sub>50</sub> menor que las naranjas sin esprayar; lo que significa que se necesita una menor concentración del compuesto para inhibir el 50% de la actividad del DPPH, indicando una mejor actividad antioxidante.

La Figura 5, muestra fotografías de las naranjas esprayadas en el día cero (a) y en el día 16 (b). De estas fotografías se puede observar que las naranjas esprayadas mantienen su apariencia a lo largo del tiempo.



a)



b)

Figura 5. Naranjas esprayadas en el día cero (a) y en día 16 (b).

## Conclusiones

Las naranjas esprayadas mostraron con el paso de los días una reducción de la masa, una maduración menor y una capacidad antioxidante mayor respecto a las naranjas sin esprayar. Estos resultados sugieren que el efecto del esprayado sobre las naranjas con la formulación empleada resulta prometedor para la conservación de la fruta fresca. Se espera continuar trabajando con otras frutas como mandarinas y tomates.

## Referencias

- Ali, A., Muhammad, M. T. M., Sijam, K., & Siddiqui, Y. (2011). Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. *Food Chemistry*, 124(2), 620–626. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.085>
- Bhaskara Reddy, M. V., Belkacemi, K., Corcuff, R., Castaigne, F., & Arul, J. (2000). Effect of pre-harvest chitosan sprays on post-harvest infection by *Botrytis cinerea* quality of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 20, 39–51. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00108-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00108-3)
- El Ghaouth, A., Arul, J., Asselin, A., & Benhamou, N. (1992). Antifungal activity of chitosan on post-harvest pathogens: induction of morphological and cytological alterations in *Rhizopus stolonifer*. *Mycological Research*, 96(9), 769–779. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80447-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80447-4)
- Hernandez Fortiz, J., Mercado, J., & Rodriguez, A. (2011). Efecto de recubrimiento con quitosano y cera comercial en la calidad de naranja 'Valencia' durante el almacenamiento. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha (Mexico)*, 12, 164–174.
- Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H. A., & Soliman, S. A. (2017). Preserving apple (*Malus domestica* var. Anna) fruit bioactive substances using olive wastes extract-chitosan film coating. *Information Processing in Agriculture*, 4(1), 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2016.11.001>
- Meng, X., Li, B., Liu, J., & Tian, S. (2008). Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry*, 106(2), 501–508. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.012>
- Raspo, M. A., Gomez, C. G., & Andreatta, A. E. (2018). Optimization of antioxidant, mechanical and chemical physical properties of chitosan-sorbitol-gallic acid films by response surface methodology. *Polymer Testing*, 70, 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2018.07.003>
- Shah, S., & Hashmi, M. S. (2020). Chitosan–aloe vera gel coating delays postharvest decay of mango fruit. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 61(2), 279–289. <https://doi.org/10.1007/s13580-019-00224-7>