



REGION

## Aplicación de Recubrimientos Céreos Como Operación Postrecolección en Frutas

**Nelson Gutiérrez Guzmán**  
Ing. Agrícola, M.Sc.  
D.E.A. Universidad Politécnica de Valencia.



Ingeniería y Región 3

### Resumen

*La calidad innata de nuestros productos hortofrutícolas se consigue con un apropiado control en el campo, pero un adecuado manejo poscosecha que incluya la aplicación de aspectos tecnológicos que determinan una mejora en la calidad, permiten presentar un producto final atractivo al mercado, conservando sus propiedades durante las etapas de almacenamiento, transporte y distribución.*

*El presente artículo, recoge algunos aspectos relevantes de los recubrimientos céreos comúnmente utilizados en las líneas de confección de fruta, incluyendo los métodos de aplicación y las técnicas de emulsificación disponibles en la bibliografía consultada.*

*Los efectos de los recubrimientos sobre la calidad de los frutos pueden ser nocivos si no se utilizan productos adecuados para cada fruta; debido a que cada componente incluido en una formulación proporciona propiedades diferenciales respecto al brillo, control de deshidratación e intercambio gaseoso.*

## Introducción

Las exigentes pautas de las fruticulturas modernas impuestas por los actuales hábitos de consumo de los países desarrollados, se convierten en señales inequívocas demandantes de tecnología aplicable a nuestros productos para poder ser integrados a sus Sistemas Agroalimentarios. La primera distinción que cabe en este contexto establece que el producto agrario debe ser concebido como materia prima y el producto alimentario será la resultante de someter al primero a una serie de procesos con el objetivo de incorporarle características como durabilidad, invariabilidad, normalización y diferenciación, entre otras.

Las frutas frescas son por tanto, un valioso producto en los mercados internacionales que nos brindan posibilidad de comercialización, siempre y cuando se presenten como un producto alimentario de similares características a los productos que se exhiben en las grandes superficies comerciales; para esto, la materia prima debe ser sometida a una serie de operaciones de confección a través de una línea que tradicionalmente incluye recepción, previa tría, lavado, presecado, encerado, secado, clasificación y empaque.

Durante su etapa de desarrollo y hasta la senescencia, las hojas y frutos segregan y depositan ceras cuticulares con el fin de limitar la entrada de patógenos y penetración de sustancias extrañas, reduciendo además la pérdida de agua por transpiración (Ortolá y Fito S, 2001). En el momento de la recolección, los frutos presentan sobre su corteza una capa formada por cera natural, polvo, esporas de hongos y residuos de tratamientos de pesticidas (Martínez - Jávega J. M. et al.; 1984), por lo que se hace necesario incorporar en la línea de confección una operación de lavado con agua y detergente. El encerado se define como la operación unitaria que pretende devolver al fruto la capa de cera natural que se pierde durante el lavado, además de mejorar su brillo,

fundamentalmente regula el intercambio gaseoso con el ambiente (Gutiérrez et al; 2002). En la actualidad se enceran productos como cítricos, melones, sandías, pepinos, tomates, patatas, cerezas etc., lo que condiciona el tipo de recubrimiento a utilizar dependiendo en cada caso de los requerimientos fisiológicos de cada fruto.

La formulación elegida debe permitir un intercambio gaseoso adecuado a través de la película formada, en primer lugar para dar el ingreso de  $O_2$  y la salida de  $CO_2$  en el proceso respiratorio de la forma aerobia, evitando cambios en la forma de respiración y como consecuencia la acumulación de etanol y acetaldehído en el interior del fruto responsables de la aparición de sabores indeseables (Ahmad y Khan 1987); por otra parte, se debe formar una barrera efectiva frente al paso de vapor de agua, evitando que el fruto pierda peso por transpiración (Ortolá Fito S.2001).

Del tipo y características del recubrimiento utilizado, dependerá en gran medida la calidad del producto final, debido a que los diferentes ingredientes de las formulaciones utilizadas proporcionan propiedades diferenciales con respecto al brillo y control de deshidratación (Gutiérrez et al;2002). Por ejemplo, un recubrimiento con menor tamaño de partícula proporcionará un mayor brillo y una superficie más lisa (Hagenmaier y Baker 1997) y una emulsión con alto porcentaje de sólidos presentará mayores propiedades barrera para el ingreso de oxígeno al interior del fruto (Hagenmaier, R. 1998).

De otro lado, la elección del tipo de cera debe tener en cuenta el mercado al que va dirigida la fruta, ya que los componentes autorizados varían de un país a otro debido a las diferencias existentes en las legislaciones (Llovera et al; 2002).

### 1. Tipos de Cera

Tradicionalmente se han llamado ceras a los recubrimientos empleados para frutas, aunque

éstos no incluyen necesariamente ceras como componente básico de la formulación. Dependiendo del componente que se utilice en su formulación, los recubrimientos pueden ser clasificados entre ceras solventes y ceras al agua, siendo las últimas las de mayor utilización en la actualidad.

### 1.1. Ceras Solventes

Llamadas así por ser una disolución de una o más resinas en hidrocarburos de petróleo que actúan como disolventes. Los disolventes utilizados son una mezcla de hidrocarburos alifáticos (75 - 80%) y aromáticos (20 - 25%); en estas formulaciones se incluyen también uno o varios plastificantes (aceite de algodón, cacahuete, etc.) con el fin de aportar flexibilidad a la película que se forma sobre la superficie del fruto. Las resinas más utilizadas en este tipo de formulaciones son: Cumarona-Indeno, Resina de Petróleo y Resinas de sal Cálcica de colofonia natural (Ortolá y Fito S. 2001).

### 1.2. Ceras al Agua

Dentro de este grupo se distinguen dos tipos de formulaciones, las denominadas Soluciones de Resinas y las Emulsiones Acuosa, limitándose en cualquier caso el contenido en sólidos totales que no deberá ser superior al 18% en una

operación típica de confección, ni superior al 10% cuando los frutos vayan a desverdizarse o refrigerarse (Martínez-Jávega et al; 1984).

Las Soluciones de Resinas están compuestas por una o más resinas (Colofonia o Goma Laca) solubles en álcalis (Hidróxido sódico o Hidróxido amónico) junto con compuestos naturales como proteínas de soja, de maíz o de leche. Adicionalmente se incluyen en estas formulaciones ácidos orgánicos, agentes mojantes y plastificantes (Ortolá y Fito S. 2001).

Las emulsiones acuosas están formuladas con ceras vegetales como Carnauba, Candelilla, o ceras animales como ceras de abejas, esperma de ballena, o ceras minerales como la de Montana o Parafina; también se utilizan ceras sintéticas como la de Polietileno oxidado (OPE). En la mayoría de los casos, estas formulaciones incluyen adicionalmente soluciones de resinas (generalmente Goma laca) con el fin de mejorar el brillo (Mazzus, 1996).

En la tabla N°.1. (Hall, 1981) se muestra una comparación entre los diferentes tipos de ceras y propiedades como brillo (B), duración del brillo (D), secado (S), control de la deshidratación (CD) y costo por tonelada recubierta (Co). En cada caso se califica un mejor comportamiento con el número más bajo y el peor comportamiento con el número más alto.

Tabla 1. Comparación entre Distintos Tipos de Ceras.

TIPO DE CERA	B	D	S	CD	Co
Solvente Cumarona - Indeno	1	4	1	6	6
Solvente sal cálcica de Colofonia	2	5	2	5	7
Solución resina	3	3	6	4	4
Solución resina concentrada	4	6	5	7	2
Emulsión polietileno	5	1	3	2	3
Emuls. otras ceras (vegetales, animales o minerales)	6	2	4	3	5
Emulsión ceras para conservación	7	7	7	1	1

Fuente. Hall, D.J. 1981.

Las mejores cualidades en cuanto a brillo y facilidad de secado corresponden a ceras solventes, aún cuando el brillo no tenga una larga duración; en las emulsiones el brillo es más duradero y un mejor control de la

deshidratación. Dentro del grupo de las emulsiones, las formuladas con polietileno presentan además de una mejor facilidad de secado, un mejor control de deshidratación y un costo mas bajo.

### 1.3. Otros Recubrimientos

Los denominados recubrimientos laminados, proponen la aplicación de una primera capa a base de polietileno para buscar un buen control de la deshidratación y una segunda capa a base de resinas con el fin de proporcionar un mejor brillo inicial (Hagenmaier y Baker 1993). Con estos recubrimientos se consiguen efectivamente aumentar el brillo y mejorar el control de la deshidratación, pero las concentraciones de Etanol y acetaldehído resultan elevadas y ocasionan una modificación en la atmósfera interna provocando la aparición de sabores desagradables.

El uso de películas plásticas que recubren los frutos individualmente, es bastante efectivo para el control de la deshidratación, aunque almacenado a temperaturas superiores a los 30 °C durante periodos prolongados, puede impedir el intercambio gaseoso ocasionando anaerobiosis (Davies, F y Albrigo, L. 1999). Las películas envolventes reducen la pérdida de agua entre un 10 y un 50 %, mejorando el intercambio gaseoso (Ben-Yehoshua et al; 1979), pero este método no ha podido reemplazar al encerado convencional por causas económicas y limitaciones de aplicación (Albrigo e Ismael 1983).

También existen en el mercado los denominados recubrimientos comestibles formulados con éster de sacarosa, carboximetilcelulosa, dextrinas u oleinas, que están siendo utilizados en productos cuya piel es comestible, del tipo de cerezas y albaricoques, aunque presentan algunas limitaciones en el desarrollo de las múltiples funciones exigidas a los recubrimientos convencionales, como son el aumento de brillo y permeabilidad selectiva a los gases. En cítricos su utilización es aún incipiente (Cuquerella 1999).

### 2. Técnicas de Emulsificación

Para el uso de emulsiones céricas como recubrimientos, es preferible que se trate de microemulsiones (Hagenmaier y Baker 1997).

Es decir, que el diámetro de las partículas en la fase dispersa sea inferior a 0,2  $\mu\text{m}$ . Las microemulsiones son claras y traslúcidas y no tienen tendencia al cremado, frente a las macroemulsiones que sí la tienen y su aspecto es blanquecino (Prince 1997). A partir de microemulsiones se obtienen recubrimientos de mayor brillo y mejor extensibilidad que se pueden aplicar al fruto en capas de menor espesor y superficie más lisa (Hagenmaier y Baker 1997).

El método o técnica de inversión se ha utilizado satisfactoriamente para preparar microemulsiones de cera carnauba (Eaton y Huges 1950). La cera y el resto de los ingredientes a excepción del agua se calientan en un baño maría hasta una temperatura aproximada de 20 °C por encima de la temperatura de fusión de la cera, a continuación se le adiciona bajo agitación suave y a pequeñas dosis el agua con una temperatura cercana a los 95 °C. La viscosidad irá aumentando gradualmente hasta alcanzar el punto de inversión, entonces comenzará a decrecer. El agua se le adiciona en una proporción tal que permita alcanzar el porcentaje de sólidos deseado. La mezcla se enfría en un baño de agua fría hasta alcanzar 50 °C (Llovera et al; 2002).

Para obtener una emulsión cérica mediante el método de adición de cera fundida sobre agua caliente, la cera previamente fundida junto con el resto de los ingredientes se vierten en el centro del agua caliente que es agitada a gran velocidad. La mezcla obtenida deberá ser enfriada de la misma manera que en el método de inversión.

En el método o técnica de altas presiones (Hagenmaier, R. 1998), la cera en su presentación comercial y el resto de los ingredientes se introducen en el interior de la cámara de presión un reactor, con un porcentaje pequeño (entre 10 y 15 %) del agua de la disolución, calentándose hasta una temperatura de 20 °C por encima de la temperatura de fusión de la cera; adicionando posteriormente el agua restante previamente calentada hasta una temperatura cercana a los

### Aplicación de Recubrimientos Céreos Como Operación Postrecolección en Frutas

95 °C y enfriando lo más rápido posible hasta que la mezcla alcance una temperatura inferior a los 50 °C.

### 3. Técnicas de Aplicación

La aplicación del recubrimiento se realiza en la línea de confección, siendo muy importante que el fruto esté perfectamente limpio, sin partículas de polvo o tierra y sin restos de parásitos con el fin de conseguir una perfecta adherencia de la película a la piel del mismo. Dependiendo del tipo de diluyente de la formulación, se pueden diferenciar dos técnicas distintas para la aplicación de ceras:

#### 3.1. Aplicación de Ceras Solventes

La aplicación de este tipo de ceras requiere que la fruta llegue a la máquina enceradora con su piel totalmente seca, debido a que los disolventes orgánicos utilizados en su formulación son insolubles en agua.

La máquina aplicadora consiste en una cabina que encierra en su base un transportador de rodillos metálicos y en la parte superior están situadas las boquillas que pulverizan el producto, sobre todo el conjunto se ubica un ventilador centrífugo que impulsa a mayor velocidad la cera nebulizada; la dosificación de la cera aplicada puede regularse modificando la velocidad de arrastre de los rodillos o cambiando el diámetro de los orificios de las boquillas de aplicación (Ortolá y Fito S, 2000).

Este método de aplicación presenta fundamentalmente dos problemas, uno de ellos es la limpieza de los rodillos impregnados con cera que presentan dificultad al limpiarse con agua debido a que se trata de sustancias insolubles en

agua, siendo necesario la limpieza mediante rascado mecánico. También existen problemas de toxicidad al interior de los almacenes de confección por la acumulación de gases, siendo indispensable la utilización de extractores.

#### 3.2. Aplicación de Ceras al Agua

Las ceras al agua se aplican también por medio de boquillas ubicadas en la parte superior de la máquina, distribuidas en una o varias líneas de pulverizadores que pueden ser fijos o móviles, pero en este caso la impregnación y distribución de la cera sobre la piel del fruto se facilita por la acción de rodillos giratorios ubicados en la parte inferior de la máquina y construidos generalmente con cerdas de pelo de caballo (Grupo Fomesa 2001).

La composición de las cerdas que determinará la dureza de los rodillos, así como la longitud, forma y separación de los mismos, dependerá de las características del producto a impregnar. Así por ejemplo, para conseguir un buen recubrimiento en cítricos, se deben utilizar como mínimo seis rodillos y deberán estar fabricados con un 50% de pelo de caballo y el otro 50% de cloruro de polivinilo. Además, velocidades de giro de los rodillos superiores a 80 r.p.m., dan lugar a la formación de espuma en detrimento de la homogeneidad del encerado (Martínez – Jávega, J.M. et al; 1984).

### 4. Efectos de los Recubrimientos sobre la Calidad de los Frutos

Un recubrimiento adecuado debe mejorar el aspecto externo del fruto por aumento del brillo, además deberá evitar pérdidas de peso, retrasar el envejecimiento y alargar el tiempo de almacenamiento (Llovera et al; 2002).

Figura. 1. Estoma respirando libremente (Izq.). Estoma recubierto con cera comercial (Der.).



Fuente. Servicio de Microscopía Electrónica Universidad Politécnica de Valencia, Valencia-España. 2002.

Las pérdidas de peso por evapotranspiración se reducen mediante la aplicación de recubrimientos ya que al utilizarlos sobre los frutos producen una disminución del intercambio gaseoso y por tanto las pérdidas de agua en forma de vapor serán menores. Esta reducción del intercambio gaseoso provocará también una reducción del índice de respiración con un aumento del CO<sub>2</sub> interno y disminución del O<sub>2</sub> interno (Hasegawa e iba 1980). Esta reducción se produce fundamentalmente por dos mecanismos: formando una barrera adicional a través de la cual los gases deben pernear y bloquear los poros presentes en la piel. Debido a que los recubrimientos poseen permeabilidades diferentes a los gases y la capacidad para obturar los poros varía de unos a otros, tendrán efectos diferentes en la reducción del intercambio gaseoso dependiendo de su composición (Hagemaiyer y Baker 1993a).

La pérdida de agua afecta de forma importante la calidad del fruto, no sólo porque da lugar a pérdidas de peso, sino porque también provoca una pérdida de firmeza y un bajo mantenimiento del brillo (Hagemaiyer y Baker 1993b), además de favorecer la aparición de alteraciones fisiológicas (Cuquerella 1990).

La permeabilidad al vapor de agua de los recubrimientos se verá afectada de manera importante por otros factores como la humedad relativa o la temperatura ambiente. El aumento de la humedad relativa provoca un aumento de la permeabilidad al vapor de agua, efecto esperado ya que el agua interviene normalmente en la formulación de los recubrimientos, el contacto de un fruto recubierto con una atmósfera húmeda provoca una hidratación de los componentes de la formulación (Kamper y fennema 1984).

La naturaleza química y las características de los recubrimientos influirán de forma importante en la permeabilidad a los gases, por ejemplo, en aquellos recubrimientos formulados con polietilenos oxidados, los de más alta densidad al tener una estructura más cristalina presentan una menor permeabilidad a los gases (Ashley 1985).

El aspecto externo de una fruta recubierta mejorado por el aumento del brillo, es un parámetro de calidad que debe ser analizado desde varios puntos de vista. A la hora de seleccionar un recubrimiento conviene tener en cuenta no solo el brillo inicial sino también su permanencia. El brillo inicial que aportan las resinas es superior al de las emulsiones, sin embargo, el tiempo de permanencia a condiciones de almacenamiento es menor (Hagenmaier y Baker 1994).

Entre las ceras utilizadas como recubrimientos para cítricos, las que proporcionan mayor brillo son la cera de polietileno oxidado OPE y la cera de Carnauba; mientras que los recubrimientos a base de cera candelilla y cera de abeja resultan menos brillantes (Hagenmaier y Baker 1997). También influye el tamaño de la partícula en la formulación, ya que la presencia de partículas de mayor tamaño dan como resultado un menor brillo en los frutos recubiertos (Bennett 1975).

Las enfermedades fúngicas son la fuente más importante de daños a la fruta y de pérdidas después de la recolección, estos deterioros generalmente son evidentes para el vendedor al detal y para el consumidor (Burns y Echevarría 1988). La aplicación de recubrimientos en frutas reduce la contaminación microbiana a nivel superficial, debido probablemente a que las formulaciones tienen un pH alto y a las temperaturas de secado (Pao et al; 1999). Sin embargo, un recubrimiento con una permeabilidad baja a los gases puede provocar disminución de la concentración del oxígeno en el interior del fruto, favoreciendo la aparición de alteraciones fisiológicas como el picado y en algunos casos como en los cítricos retardan la desverdización natural (Petraček et al; 1998).

### Conclusiones

La bibliografía consultada sobre manejo poscosecha de frutas permite entender con facilidad las ventajas y dificultades en la utilización de recubrimientos céreos tradicionalmente incluidos en la línea de confección de frutas. Entre otros aspectos podemos destacar:

*Aplicación de Recubrimientos Céreos Como Operación Postrecolección en Frutas*

- Mediante la aplicación de recubrimientos céreos se busca básicamente aumentar el brillo, además de regular el intercambio gaseoso entre el fruto y el medio ambiente circundante.
- La calidad del producto final dependerá del tipo y características del recubrimiento utilizado; los componentes incluidos en la formulación de la emulsión, así como el tamaño final de las partículas en la misma, definirán los atributos de calidad de la fruta recubierta.
- Los recubrimientos comerciales de mayor utilización en la actualidad son las ceras al agua y dentro de este grupo se emplean con mayor frecuencia emulsiones acuosas formuladas a base de ceras sintéticas a las que se les incorporan soluciones de resinas con el fin de mejorar su brillo.
- Las actuales investigaciones están encaminadas a diseñar nuevas formulaciones, incluyendo los denominados recubrimientos comestibles y mejorar las técnicas de aplicación de estas.

*Referencias Bibliográficas*

Ahmad, m.; Khan, I. "Effect of waxing and cellophane lining on chemical quality indices os citrus fruit". In: Plant Foods Hum Nutr. Vol. 37. P. 47-57. 1987.

Albrigo, L.G. e Ismail, M.A. "Potencial and problems of film-wrapping citrus in florida". In: Proc. Of the Florida State Horticultural Society. Vol. 87. P. 48-55. 1983

Ashley, R.J. Permeability and plastics packaging. Elseiver. New York. 1985.

Bennett, H. Natural and synthetic waxes. CRC. New York. Industrial waxes. Vol 1. 1975

Ben-Yehoshua, S.; Kobilier, I.; Shapiro, B. "Some physiological effects of delaying deterioration of citrus fruit by individual seal packaging in high density polyethylene film". In: Journal of the American Society for Horticultural Science. Vol.104. P. 868-872. 1979.

Burns, J.K. y Echevarria, E. "Assesment of quality loss during comercial harvesting and postharvest handling of "Hamlin"

oranges". In: Proc. of the Florida State Horticultural society. Vol. 101. P.76-79.1988.

Cuquerella, J. "Efectos de distintos recubrimientos céreos y plásticos en la fisiología post recolección y en la calidad de frutos cítricos". En: Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España. 1990.

Cuquerella, J. "Estado actual de la poscosecha de cítricos" <http://www.siaf.net/actual1.html>. 1999.

Davies, F.; Albrigo, L. Cítricos. Editorial Acribia S.A. 1999.

Eaton, J.L.; Huges, F. A. "Amine emulsifiers for carnauba wax emulsions". In: Pro. Anu. Meet., Chem. Spec. Manuf. Assoc. 1950.

Grupo Fomesa. Especificaciones maquinaria y equipos poscosecha. Valencia - España. 2001.

Gutierrez, N.; Llovera, A. ; Ortolá, M.D.; Chiralt, A. "Evaluación de recubrimientos céreos para cítricos". En: Tesis de Máster. Universidad politécnica de Valencia. Valencia-España. 2002.

- Hagenmaier, R. "Wax microemulsion formulations used as fruit coatings". In: Proc. Fla. State hort. Soc. Vol. 111. P 251-255. 1998
- Hagenmaier, R.D.; Baker, R.A. "Reduction in gas exchange of citrus fruit by wax coatings". In: Journal of Agricultural and food Chemistry. Vol. 41 (2). P 283-287. 1993.
- Hagenmaier, R.D.; Baker, R.A. "Cleaning method affects shrinkage rate of citrus fruit". In: Hortiscience. Vol. 28. P 824-825. 1993.
- Hagenmaier, R.D.; Baker, R.A. "Edible coatings from morpholine-free wax microemulsions". In: Journal of Agricultural and food Chemistry. (2): P 349-352. 1997.
- Hagenmaier, R.D.; Baker, R.A. "Internal gases, ethanol content and gloss of citrus fruit coated with polyethylene wax, carnauba wax, shellac or resin at different application levels". In: Proceedings of the Florida State Horticultural society. Vol. 107. P 261-265. 1994.
- Hall, D.J. "Innovations in citrus waxing- an overview". In: Proc. Fla. State Hort. Soc. Vol. 94. P 258 -263. 1981.
- Hasegawa, Y.; Iba, Y. "The effects of wax coatings on citrus fruit. 1.Characteristics of various wax coatings". In: Bulletin of the Fruit tree research station, B-okitsu. Vol.7. P 85-97. 1980.
- Llovera, A.; Ortolá, M.D.; Chiralt, A. "Recubrimientos céreos para cítricos. Suficiencia investigadora". In: Tesis Universidad Politécnica de Valencia. Valencia -España. 2002.
- Martinez- Javega J.M.; Cuquerella, J.; Jiménez C., M.; Cervera, L. "Encerado de frutos cítricos". En: Revista Levante agrícola. Vol1 . P 511-514. 1984.
- Mazzus, C.F. "Calidad de frutos cítricos. Tecnidex, Técnicas de desinfección S.a". En: Ediciones de Horticultura S.L. 1996.
- Ortolá, M.D. y Fito S., P.J. "Manual de practicas de post recolección de frutas: Encerado". Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España. 2000.
- Ortolá, M.D. y Fito S., P.J. "Postrecolección de frutas y hortalizas". Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España. 2001.
- Petracek, P; Montalvo, M.; Dou, H.; Davis, C. "Postharvest pitting of Fallglo tangerine". In: Journal of the American Society For Horticultural Science. Vol.123 (1). P130-135. 1998.
- Pao, S.; Davis, C.L.; Kelsey, D.F.; Petracek, P "Sanitizing effects of fruit waxes at high pH and temperature on oranges surfaces inoculated with Escherichia coli". In: Journal of Food Science. Vol. 64 (2). P 359-362. Mar/apr. 1999.
- Prince , L.M. *Microemulsions Theory and practice*. Academia press. New York. 1977.
- Kamper, S.L.; Fennema, O. "Water vapor permeability of edible bilayer films". In: *Journal of Food science*. Vol. 49 (6). P 1478-1481. 1984.