

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



## *Recubrimientos biodegradables de biopolímeros para su aplicación en frutas*

TRABAJO FIN DE GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE  
LOS ALIMENTOS

ALUMNO: SERGIO CAMPOS ROSILLO

TUTOR: MARÍA VARGAS COLÁS

CURSO 2013-2014

VALENCIA, SEPTIEMBRE DE 2014



**Nombre y apellidos:** Sergio Campos Rosillo

**Título del TFG:** Recubrimientos biodegradables de biopolímeros para su aplicación en frutas.

**Tutora:** María Vargas Colás

**Lugar de realización:** Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo – Dpto. Tecnología de Alimentos - Escuela técnica superior de ingeniería agronómica y del medio natural

**Fecha de lectura:** Septiembre 2014

## **Resumen**

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una recomendación técnica ante un caso práctico: “alargar la vida útil de fresas y fresones y uva de mesa mediante la aplicación de recubrimientos comestibles”. Para ello se ha realizado una revisión bibliográfica de las patentes existentes de recubrimientos comestibles, de los artículos científicos publicados de recubrimientos comestibles para frutas y de las formulaciones comerciales disponibles actualmente. Para facilitar la elección del recubrimiento, se han analizado los datos sobre la cantidad de patentes y artículos científicos desde el año 2009 hasta el 2014 con unas determinadas palabras clave: “coating”, “film”, “fruit”, “strawberry”, “grape”, “chitosan”, “starch”, “cellulose”. Los recubrimientos que tienen un mayor número de referencias (artículos científicos y patentes) y que muestra mejores resultados en la conservación de la calidad post-cosecha y aumento de la vida útil tanto de fresas y fresones como de la uva de mesa son aquellas que incorporan quitosano en su formulación.

**Palabras clave:** fresa, uva de mesa, recubrimiento comestible, quitosano y celulosa.

## **Abstract**

The main objective of this work is to make a technical recommendation as regards a practical case: “we would like to extend the shelf-life of strawberries and table grapes by applying edible coatings”. In order to do so, we have made a bibliographic revision of existing patents and scientific articles that deal with the development and application of edible coatings for fruits. Moreover, we have searched for the commercial formulations available at present. To facilitate the choice of coating formulation, we have analysed the available information about the number of patents and scientific articles that have been published from 2009 to 2014 with specific key words: coating, film, fruit, strawberry, grape, chitosan, starch and cellulose. The coatings that have a greater number of references (in terms of scientific articles and patents) and that have shown better results in the conservation of postharvest quality and increase the shelf-life of both strawberries and table grapes are those that have incorporated chitosan in their formulation.

**Keywords:** strawberry, table grape, edible coating, chitosan and cellulose.

## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1. Fresa y uva de mesa: enfermedades post-cosecha y estrategias de conservación.....	1
1.1.1. La fresa.....	1
1.1.2. La uva de mesa.....	3
1.2. Recubrimientos y films comestibles.....	6
1.2.1. Quitosano.....	8
1.2.2. Almidón.....	10
1.2.3. Derivados de la celulosa.....	12
1.3. Bases de datos de patentes y revistas científicas.....	13
1.3.1. Bases de datos de patentes.....	13
1.3.2. Bases de datos de revistas científicas.....	14
2. Objetivos y plan de trabajo.....	16
3. Metodología.....	17
4. Resultados.....	18
5. Conclusión.....	31
6. Bibliografía.....	32

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA 1. Evolución del cultivo de fresa y fresón en España desde el 2002 hasta el 2012.....	1
TABLA 2. Evolución del cultivo de uva de mesa en España desde el 2002 hasta el 2012.....	2
TABLA 3. Resultados de la búsqueda bibliográfica de artículos científicos para 2014 utilizando la base de datos SCOPUS (palabras clave: edible coating, film, fruit).....	18
TABLA 4. Resultados de la búsqueda bibliográfica para el periodo 2009-2014 utilizando la base de datos Scopus sobre aplicaciones de recubrimientos comestibles en uva (palabras clave: edible coating, film y grape).....	22
TABLA 5. Resultados de la búsqueda bibliográfica para el periodo 2009-2014 utilizando la base de datos Scopus con aplicaciones de recubrimientos comestibles en fresa (palabras clave: edible coating, film, strawberry).....	23
TABLA 6. Resultados de la búsqueda bibliográfica de patentes utilizando las bases de datos Espacenet y Google Patents (palabras clave: edible coating, film, fruit).....	25
TABLA 7. Resultado de la búsqueda de formulaciones comerciales y sus respectivas empresas en Google.....	30
FIGURA 1. Evolución del número de artículos publicados disponibles en la base de datos SCOPUS durante el periodo 2010-2014.....	25
FIGURA 2. Evolución del número de patentes disponibles en la base de datos Espacenet durante el periodo 2010-2014.....	29

## 1. Introducción

### 1.1. Fresa y uva de mesa: enfermedades post-cosecha y estrategias de conservación

#### 1.1.1. La fresa

Las fresas y fresones son frutos muy apreciados como postre, consumidos directamente en fresco junto con nata, azúcar, etc. También forman parte principal de otros muchos productos, como zumos, consumidos directamente, o para dar sabor a “fresa” a estos zumos y a otros preparados, como batidos, yogures, pasteles, etc. Son muy empleadas, también, en la elaboración de mermeladas, confituras, conservas y congelados.

El aprecio hacia esta fruta no solo reside en sus cualidades organolépticas (sabor, aroma, textura), sino también su contenido en vitaminas A, B1, B2 y B5 y destacando su alto contenido en vitamina C (60 mg de vitamina C por 100 g de fresa) (Giampieri et al., 2012).

#### Importancia económica de la fresa

La fresa cultivada ha adquirido una gran importancia económica y social en Europa, ya que es uno de los productos con mayor cuota en la exportación de frutas y hortalizas. El mayor país productor de fresa a nivel mundial es EEUU, con una producción de 1,400,000 toneladas de fresa al año (FAO, 2014).

En España en 2012 se cultivaron aproximadamente 290,000 toneladas al año de fresa de las 4,500,500 toneladas al año que se producen a nivel mundial, es decir, un 6.5% de la producción mundial. En la tabla 1 se muestra la evolución de la superficie, de la producción y del valor en euros de fresa y fresón cultivados en España desde el año 2002 hasta el 2012.

**Tabla 1. Evolución del cultivo de fresa y fresón en España desde el 2002 hasta el 2012.**

<b>Años</b>	<b>Superficie (miles de hectáreas)</b>	<b>Rendimiento (qm/ha)</b>	<b>Producción (miles de toneladas)</b>	<b>Precio medio percibido por los agricultores (euros/100 kg)</b>	<b>Valor (miles de euros)</b>
2002	8,9	314	278,7	100,49	280.034
2003	9,1	289	264,2	87,13	230.230
2004	7,7	434	334,9	95,63	320.257
2005	8,7	367	320,9	115,89	371.837
2006	8,3	398	330,5	94,80	313.300
2007	8,1	333	269,1	109,41	294.465
2008	8,1	346	281,2	156,22	439.353
2009	7,0	381	266,8	126,47	337.387
2010	7,6	364	275,4	133,75	368.287
2011	6,9	381	262,9	131,08	344.604
2012	7,6	380	290,8	111,45	324.145

Fuente: Ministerio de AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y PESCA, 2014

Cabe destacar que la superficie de cultivo ha disminuido en los últimos años respecto al año 2005 pero, a su vez, el rendimiento ha subido, por lo que la producción se ha mantenido estable, teniendo el pico más alto desde 2006 en el año 2012.

### **Clasificación taxonómica**

Las fresas y los fresones pertenecen a la familia *Rosaceae* y al género *Fragaria*. La mayoría de fresones actualmente en el mercado son conocidos botánicamente como *Fragaria x ananassa* Duch (Maroto y López-Galarza, 1988).

### **Descripción botánica del fruto**

El fruto es un poliaquenio, conocido botánicamente como “eterio”, en el que la parte comestible es un receptáculo hipertrofiado que aloja numerosos aquenios. La forma de la infrutescencia es variable, pudiendo ser cónica, deprimida, globulosa, esférica, acastañada, etc. Su color una vez están maduras varía desde el rosa claro al violeta oscuro, y su peso puede oscilar entre 2 y 60 gramos. El número de aquenios que contiene una infrutescencia varía entre 150 y 200 (Maroto y López-Galarza, 1988).

### **Recolección, manipulación y conservación**

En la recolección del fresón resulta de suma importancia determinar el momento óptimo de cosecha. Esto se determina observando el grado de maduración de la fruta: si ha de transportarse a un lugar lejano, se recolecta en el momento en que ha madurado la mitad geométrica de un fruto, mientras que si se ha de transportar a un lugar cercano, debe haber madurado  $\frac{3}{4}$  partes del fruto. Esta recolección debe ser de la manera menos brusca posible, para evitar las magulladuras y daños mecánicos de los frutos.

Una vez clasificadas en sus respectivos envases y embalajes, las fresas se introducen en cámara frigorífica a 0°C y 85-90 % de humedad relativa. En el éxito comercial del cultivo, resulta de gran importancia acortar el tiempo entre la recolección del fruto y su introducción en la cadena de frío.

También se han desarrollado sistemas de conservación en atmósferas controladas (con 20% y 5% de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, respectivamente) o con cámaras de baja presión (1°C y 10 mm de mercurio), lo cual incrementa la duración de la conservación en unos 20 días respecto al sistema de frío ordinario (Moras y Chapon, 1983).

El transporte se realiza también con distintos sistemas de refrigeración o, en su ausencia, con nieve carbónica introducida en los palets, previamente recubiertos con un saco de lámina plástica, en aquellos vehículos aislados.

Una vez el producto ha llegado a su destino, debe seguir respetándose la cadena de frío en el lugar de su venta, permitiendo así que la fresa aguante 10-12 días en buen estado desde el momento de su recolección (Maroto y López-Galarza, 1988).

### **Normas de calidad para fresa**

En la búsqueda de tratamientos para aumentar la vida útil poscosecha de las fresas y fresones hay que tener en cuenta que, según se recoge en las Normas de Calidad para fresa (Reglamento CE nº 843/2002) que el producto deberá entregarse:

- sano, quedando excluidos los productos que presenten podredumbre u otras alteraciones que los hagan impropios para el consumo,
- limpio, es decir, prácticamente exento de materias extrañas visibles,
- con un aspecto fresco, pero sin lavar,
- prácticamente exento de plagas,
- prácticamente exento de daños causados por plagas,
- soportar adecuadamente el transporte y la manipulación, y
- exento de olores y sabores extraños.

Todas estas normas, que deben cumplir la mayoría de las fresas para su consumo en fresco (con los criterios de aceptación marcados en la normativa) las vamos a respetar recubriendo las frutas con recubrimientos comestibles, ya que la mayoría de las normas antes citadas, se refieren a trastornos producidos por enfermedades producidas por hongos, o a daños mecánicos, ambos problemas pudiendo ser paliados con los recubrimientos comestibles.

### **Enfermedades post-cosecha de fresas y fresones**

Debido a la rápida comercialización, transporte y a los muy cortos períodos de almacenamiento, las fisiopatías y desórdenes físicos no son de mayor importancia en la fresa. Solamente si tiene una elevada cantidad de CO<sub>2</sub> (>15%), que se muestra con manchas azules en la piel (Ke et al., 1991), blanqueamiento de los tejidos del interior del fruto (Gil et al., 1997) y sabores no deseados procedentes de la fermentación. Sí son importantes, sin embargo, las enfermedades producidas por *Botrytis* y *Rhizopus*:

Pudrición por *Botrytis* (moho gris): causada por *Botrytis cinerea* es la mayor causa de pérdidas post-cosecha en fresa. Este hongo continúa creciendo aún a 0°C, aunque muy lentamente (Ceponis et al., 1987).

Pudrición por *Rhizopus*: la pudrición por *Rhizopus* es causada por el hongo *Rhizopus stolonifer*, cuyas esporas generalmente están presentes en el aire y se propagan fácilmente. Este hongo no crece a temperaturas inferiores a 5°C, por lo tanto el buen manejo de la temperatura es el método más simple de control (Sommer et al., 1973).

#### **1.1.2. La uva de mesa**

Aunque el 90 % de la uva se destina a la producción de vino, no es despreciable el mercado de la uva de mesa y los beneficios de su consumo en fresco.

El sabor de la uva de mesa es la más importante de las características por las que se sigue consumiendo esta fruta en fresco. La composición del sabor viene determinada por la combinación entre azúcares, ácidos y volátiles (Baldwin, 2002).

La composición de las uvas varía según sean blancas o negras y según otros factores, como el clima, la variedad, la madurez, el tiempo de almacenamiento, el genotipo y las condiciones de cultivo (King et al., 1998; Liu et al., 2006; Diakou et al., 1997; Navarro et

al., 2001). Los azúcares son más abundantes en las uvas blancas, principalmente glucosa y fructosa, en torno al 15 o 16 %. En el resto de componentes destacan el potasio, vitamina B6 y ácidos orgánicos, que no exceden del 1%, siendo el más importante el ácido tartárico, seguido por el málico, el cítrico y el succínico. Al margen de su contenido nutritivo, sobre todo las negras, son ricas en compuestos fenólicos tales como antocianos, taninos y flavonoides, todos ellos buenos antioxidantes (Muñoz-Robredo et al., 2011).

### Importancia económica de la uva de mesa

La uva se cultiva en la actualidad en regiones cálidas de todo el mundo, siendo los mayores productores Australia, Sudáfrica, Italia, Francia, España, Portugal, Turquía, Grecia, y en el continente americano California, Chile y Argentina.

En España se cultivan alrededor de 5,200,000 toneladas de uva al año, de las cuales solamente el 6 % está destinado a su consumo en fresco, debido a la importancia de la industria vitivinícola en este país, quedando solamente Alicante, Murcia y Almería como provincias que se dediquen al cultivo de la uva de mesa. (FAO, 2014)

En la tabla 2 se muestra la evolución de la producción y la evolución del valor en euros de uva de mesa cultivados en España desde el año 2002 hasta el 2012.

**Tabla 2. Evolución del cultivo de uva de mesa en España desde el 2002 hasta el 2012.**

Años	Producción (miles de toneladas)	Precio medio percibido por los agricultores (euros/100 kg)	Valor (miles de euros)
2002	312,7	43,31	135.420
2003	317,3	42,84	135.931
2004	287,2	41,41	118.934
2005	304,2	50,49	153.571
2006	331,2	50,32	166.659
2007	255,9	54,84	140.342
2008	270,8	53,48	144.818
2009	243,9	56,74	138.393
2010	228,9	61,77	141.388
2011	239,7	60,10	144.080
2012	236,5	60,87	143.930

Fuente: Ministerio de AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y PESCA, 2014

La producción de la uva de mesa ha disminuido estos últimos años, lo que supone a su vez menos ingresos producidos por este cultivo. El valor máximo para el valor en euros del cultivo de uva de mesa en estos últimos años está en 2006, y a partir de ahí ha bajado y se ha mantenido estable hasta 2012.

### Clasificación taxonómica

La vid pertenece a la familia de las *Vitáceas*. Ésta familia comprende 14 géneros, entre los que se incluyen *Parthenocissus*, al que pertenecen las viñas vírgenes, originarias de Asia y de América del Norte, y el género *Vitis*, que se cultiva en Europa, además de los sitios anteriores (Reynier, 1989).

## **Descripción botánica del fruto**

El fruto de la vid, la uva, es una baya. El tamaño es variable según las variedades: aplastada, esférica, elíptica, ovoide, obovoide, cilíndrica, fusiforme o arqueada, de la misma manera que también es variable según la variedad su tamaño.

El color de las bayas varía desde el verde, pasando por el amarillo, hasta el rojo-violeta casi negro (Reynier, 1995).

## **Recolección, manipulación y conservación**

La recolección debe hacerse con precaución para no estropear las bayas, manipulando los racimos por el pedúnculo. Como los racimos no maduran a la vez, es conveniente efectuar varias pasadas en el viñedo. Una vez recolectado los racimos, se colocan en bandejas o cajas.

Posteriormente, se procede a eliminar los granos anormales, lesionados o atacados. Este proceso se denomina cincelado. De esta manera pasamos al acondicionado, donde colocamos los racimos en las cajas cuidadosamente, unos contra otros para evitar choques en las manipulaciones posteriores.

Para conservar la uva existen varios procedimientos:

-Conservación en las cepas: para las variedades tardías, situadas en zonas de otoños suaves, pueden mantenerse los racimos en las cepas y cosecharlos antes de las primeras heladas.

-Conservación con raspón fresco: Los racimos se recogen con un trozo de sarmiento de 8 a 10 centímetros y se colocan en locales frescos y con humedades relativas elevadas, con el extremo del sarmiento introducido en un recipiente con agua adicionada con carbón vegetal.

-Conservación frigorífica: Después de la recolección, los racimos de uva se enfrían, bien camión frigorífico para su transporte, o en cámara frigorífica. Este método permite conservar los racimos durante uno o dos meses, llegando hasta seis meses en algunas variedades.

Los racimos reciben un enfriamiento previo, llamado pre-refrigeración, lo que permite rebajar la temperatura de las bayas hasta 0 °C. Más tarde, se sitúan los racimos en un local frigorífico, donde se mantendrá la temperatura de 0°C con un dispositivo de aire forzado y humedades relativas de más del 90%.

Además, el empleo de SO<sub>2</sub> permite la protección de los racimos frente a los hongos, aplicándolo con diferentes procedimientos (pulverización, fumigación o difusión continua) (Reynier, 1995).

## **Normas de calidad para uva de mesa**

Para seleccionar el recubrimiento comestible óptimo para la uva de mesa, deberemos tener en cuenta las normas de calidad para la uva de mesa (REGLAMENTO (CE) No 1730/87), en la que nos indica que los frutos deben estar:

- sanos, se excluirán los productos atacados de podredumbre o de alteraciones que los hagan no aptos para el consumo,
- limpios, es decir, prácticamente exentos de materias extrañas visibles,
- prácticamente exentos de ataques de parásitos o enfermedades,
- desprovistos de signos visibles de podredumbre,
- exento de olores y sabores extraños.
- soportar adecuadamente el transporte y la manipulación

Con los recubrimientos comestibles podemos cumplir todos los requerimientos antes citados y respetar las normas de calidad para la uva destinada a consumo en fresco. La mayoría de los problemas antes citados se deben a enfermedades poscosecha o a daños mecánicos, ambos pudiendo ser evitados por los recubrimientos comestibles.

### **Enfermedades post-cosecha**

Existe diversas fisiopatías que puede sufrir la uva en poscosecha, como el desgrane o el grano acuoso, pero ambas son enfermedades que se deben a una mala predicción del tiempo de cosecha, ya que se producen cuando el racimo ha permanecido excesivo tiempo en la cepa. Esto se puede evitar recolectando la uva cuando es debido.

Sí existe una enfermedad que se puede prevenir con recubrimientos comestibles y ésta es la producida por el hongo *Botrytis cinérea* (el moho gris). Es la enfermedad más importante y destructiva de uva de mesa, ya que puede desarrollarse a temperaturas de 0°C, y existe contaminación de una baya a otra. Los síntomas comienzan con una coloración parda de la baya, luego la piel de la fruta se suelta, siguiendo con la aparición de los filamentos de hifa de color blanco, los cuales finalmente producen masas de esporas de color gris. La ocurrencia de heridas en la baya durante el periodo cercano a cosecha son potenciales fuentes de infección. Sin embargo, bajo condiciones de humedad la presencia de heridas no es necesaria para que se produzca la infección (Vannini y Chilosi, 2013).

### **1.2. Recubrimientos y films comestibles**

Los films y recubrimientos comestibles son materiales compuestos por biopolímeros de distinta naturaleza (lípidos, polisacáridos, proteínas...), cuya función en el ámbito de la tecnología de alimentos es alargar la vida útil del alimento, bien formando una capa alrededor de éste, o bien como un envase independiente al alimento, con la ventaja frente a los actuales envases de que estos son biodegradables (Vargas et al., 2008)

Los recubrimientos protegen al alimento actuando como barrera a la transferencia de gases (vapor de agua, oxígeno, CO<sub>2</sub>), de aromas y de lípidos entre el propio alimento y el ambiente que lo rodea. Así, ralentizan el deterioro y senescencia del fruto que recubren, proporcionándole así una mayor vida útil.

Los recubrimientos deben ser transparentes; deben estar exentos de sabores y olores extraños, así como de cualquier sustancia nociva para la salud; debe ser estable a distintas condiciones de almacenamiento; y debe ser extensible, para que el alimento

quede recubierto de forma homogénea. Además de las propiedades de barrera a los gases, los recubrimientos también ofrecen resistencia a daños mecánicos leves (Krochta y De-Mulder-Johnston, 1997), pueden hacer la fruta más apetecible mejorando su apariencia, además de tener un bajo coste, en general, y no contaminar en absoluto (Han, 2000).

Asimismo, pueden incorporar sustancias antioxidantes y antimicrobianas para proteger el alimento de oxidaciones y deterioro microbiano (Appendini y Hotchkings, 2002; Cha y Chinnan, 2004)

Los materiales formadores de película se dividen en 3 grupos dependiendo de la naturaleza de sus componentes:

1. Hidrocoloides de polisacáridos y proteínas: son una buena barrera para los gases, excepto para el vapor de agua debido a su naturaleza hidrófila. (Kester y Fennema, 1986; Gennadios y Weller, 1990) Además, forman recubrimientos con buenas propiedades mecánicas, por lo que son adecuados para mejorar la integridad estructural de los alimentos frágiles. (Donhowe y Fennema, 1994) Dentro de este grupo, los más usados en frutas son los polisacáridos, entre los cuales destaca la celulosa en forma de diferentes derivados: metilcelulosa, hidroxipropil celulosa y carboximetilcelulosa (Kester y Fennema, 1986; Rico Pena y Torres, 1991; Wu et al., 2002; Villalobos et al., 2005). Actualmente también se usa con frecuencia el quitosano (Vargas et al., 2008). Dentro de este grupo también destacan las proteínas, como las lácteas, las de soja y las del gluten (Gennadios y Weller, 1990; Baldwin et al., 1995; Hernández Muñoz et al., 2004 a, b, c; Talens y Krochta, 2005). Cabe destacar que la mayoría de estos compuestos requiere la incorporación de agentes plastificantes como el glicerol para la obtención de films con la adecuada flexibilidad y resistencia frente a impactos. Estos compuestos pueden modificar las propiedades de barrera a los gases de los films (Gennadios y Weller, 1990).

2. Lípidos: formados por compuestos hidrofóbicos y no poliméricos (Krochta, 1997 a y b), con buenas propiedades barrera al vapor de agua, pero con poca capacidad para formar films (Shellhammer y Krochta, 1997). Reducen la deshidratación, la transpiración, la abrasión en la manipulación posterior (Hernández, 1994), además de mejorar el brillo y el sabor del alimento (Nisperos-Carriedo et al., 1988). Los más utilizados son las ceras, la goma laca y algunos ácidos grasos, entre los que se encuentran el esteárico (C:18), el palmítico (C:16), el láurico (C:12) y el oleico (C:18).

3. Composites o compuestos: formados a partir de mezclas de hidrocoloides y lípidos, con el objetivo de aprovechar las ventajas de cada grupo y disminuir los inconvenientes (Greener y Fennema, 1994). Pueden ser 2 capas diferentes de hidrocoloide y lípido (films bicapa), o una única capa, la cual es una emulsión del lípido disperso en la matriz del hidrocoloide. Los films bicapa ofrecen mayor barrera al vapor de agua que las emulsiones de una sola capa, sin embargo, es fácil que se separen las 2 capas debido a la elevada tensión creada por las diferentes naturalezas (hidrofóbica e hidrofílica) de las capas (Kamper y Fennema, 1984 a y b; Kester y Fennema, 1989).

La efectividad de estos films depende de la concentración relativa de ambos compuestos, del estado físico de los lípidos, de la longitud y del grado de insaturación y ramificaciones de la cadena hidrocarbonada, así como la distribución que alcancen los

componentes lipídicos en la estructura final: tamaño de los glóbulos grasos y nivel de agregación (Baldwin et al., 1997; Morrillon et al., 2002).

En definitiva, el diseño, composición y preparación del recubrimiento va a depender de las características que queremos que tenga, y esto a su vez, depende del producto que queremos recubrir. Para obtener unas buenas propiedades mecánicas, así como de barrera, es conveniente realizar mezclas de diferentes polímeros como las anteriormente comentadas. Para las frutas para consumo en fresco, en nuestro caso la fresa y la uva de mesa, es interesante mantener la integridad, limitar el intercambio gaseoso entre éstas y el ambiente e incorporar función antimicrobiana, por lo que estudiaremos el uso de quitosano, almidón y derivados de celulosa con o sin adición de compuestos antimicrobianos.

### **1.2.1. Quitosano**

El término quitosano se refiere a un conjunto de polímeros obtenidos a partir de la desacetilación de la quitina en presencia de una base fuerte. La quitina es un polisacárido nitrogenado que se encuentra en los caparazones de los crustáceos y en los exoesqueletos de los insectos. Es blanca, inelástica y dura, sirviendo de protección a estos insectos y crustáceos (Hirano, 1999). También la podemos encontrar en las paredes celulares de hongos, teniendo la misma función que en los crustáceos e insectos (Abdou et al., 2007)

La quitina, obtenida a partir de los residuos de crustáceos (Ravi Kumar, 2000), se somete a un proceso de purificación previo a la desacetilación, en el que se eliminan las impurezas; posteriormente, en la desacetilación, se pretende desesterificar las uniones N-acetil-1 (Cocoletzi et al., 2009)

El quitosano es un copolímero de unidades D-glucosamina y N-acetil-D-glucosamina en proporción 80:20. Es insoluble en agua, bases y disolventes orgánicos, pero es soluble en la mayoría de disoluciones de ácidos orgánicos (ácido acético, ácido láctico y ácido fórmico) (Rinaudo et al., 1999), aunque algunos tipos de quitosano son solubles en agua en ausencia de ácidos. Éstos son interesantes cuando los ácidos no son deseados en el producto donde se va aplicar, como alimentos.

La viscosidad de las disoluciones de quitosano viene dada por el grado de N-acetilación y de polimerización (Tharanathan y Kittur, 2003), además de la concentración, la fuerza iónica del medio, el pH y la temperatura. En general, la viscosidad de la disolución disminuye con el aumento de la temperatura.

### **Interés del quitosano como recubrimiento comestible**

El quitosano es un buen polímero catiónico para formar membranas que puedan ser utilizadas para el recubrimiento de frutas. Forma recubrimientos con baja permeabilidad al oxígeno, moderada permeabilidad al vapor de agua y propiedades mecánicas buenas, comparables a la de muchos polímeros comerciales (Tharanathan y Kittur, 2003). Los films de este material son transparentes y de un color amarillo luminoso (Casariego et al., 2002b).

El quitosano tiene muchas propiedades interesantes, entre las que destacan:

1. Inocuidad.
2. Biodegradabilidad.
4. Actividad antimicrobiana.
5. Propiedades emulgentes.
6. Acción antiparodeantes.

Cabe destacar que el quitosano no está incluido en la lista de aditivos de la unión europea. La FDA (Food and Drug Administration, 2008) sí que lo cataloga como GRAS (Generally Recognised As Safe), por lo que determinan que este aditivo se puede consumir sin ningún riesgo de perjudicar a la salud (Gras Notificación for ChitoClean® Shrimp-Derived Chitosan).

### **Actividad antimicrobiana**

Se ha demostrado que el quitosano tiene actividad antifúngica y antibacteriana (bactericida o bacteriostática, dependiendo de las cepas y de las características del quitosano (Muzzarelli y Muzzarelli, 2003)) debido a su naturaleza policatiónica. En cuanto a su actividad antifúngica, se ha observado que reduce el crecimiento de muchos hongos, a excepción de los Zygomycetes, que contienen el propio quitosano como componente mayoritario en sus paredes celulares (Tharanathan y Kittur, 2003).

Jung y Kim (1999) observaron que el grado de desacetilación y la longitud de la cadena estaban relacionados con la intensidad de la acción antifúngica, en general, a mayor grado de desacetilación, mayor capacidad antimicrobiana. En lo que respecta al peso molecular, se ha observado que, en general, la acción antibacteriana aumenta con el aumento de éste, aunque depende del mecanismo de acción que tenga lugar.

También se ha observado un importante papel de los grupos funcionales de la molécula, por ejemplo, el quitosano O-carboximetilado se cree que puede aumentar la capacidad antimicrobiana, debido a que mejora la protonación del grupo amino, además de que puede ser disuelto en agua en un amplio rango de pH, por lo que tiene una aplicación más amplia como agente antimicrobiano que el quitosano (Kim et al., 2003).

El Gaouth et al., (1992b) demostraron que el quitosano juega un doble papel en su actividad antifúngica, interviniendo directamente en el crecimiento fúngico, alterando la permeabilidad de las membranas celulares, y activando algunos procesos defensivos en el tejido del huésped.

Por otra parte, la actividad antimicrobiana del quitosano se ve estimulada sinérgicamente con el uso de conservantes como el ácido benzoico, ácido acético y sulfitos (Muzzarelli y Muzzarelli, 2003).

### **Propiedades emulgentes**

El quitosano es capaz de formar emulsiones múltiples (w/o/w) estables sin añadir ningún emulsionante adicional (Schulz et al., 1998). Estas emulsiones pueden ser utilizadas para obtener recubrimientos con las propiedades barreras deseadas para cada producto.

Del Blanco et al., (1999) observaron que las propiedades emulgentes del quitosano dependen del grado de desacetilación, descendiendo ésta a medida que aumenta el grado de desacetilación.

### **Aplicación de quitosano en la formulación de recubrimientos comestibles para frutas**

El quitosano ha sido utilizado como recubrimiento comestible para frutas y hortalizas para el control del deterioro poscosecha con éxito.

Wang y Gao (2013) demostraron que aplicando un recubrimiento comestible a base de quitosano a las fresas después de ser cosechadas aumentaban la vida útil de la fruta, además de mantener la calidad, con elevados contenidos de compuestos fenólicos, antocianos, flavonoides, etc. Del mismo modo, Gao et al., (2013) observaron que uvas de mesa recubiertas con quitosano aumentaban su vida útil retardando la senescencia de la fruta y el deterioro por enfermedades. Sin embargo, el complejo quitosano-glucosa mostró mejores efectos en lo que al contenido de sólidos solubles, ácido ascórbico y acidez total se refiere, disminuyendo las pérdidas de peso, eliminando el ratio de respiración e induciendo la actividad peroxidasa (POD) y superóxido dismutasa (SOD).

Perdones et al., (2012) prepararon disoluciones con un 1% de quitosano de alto peso molecular y un 3% de aceites esenciales de limón y los sometieron a dos procesos de homogenización diferentes. Ambos métodos resultaron buenos para reducir el ratio de respiración, y con la adición de aceites esenciales de limón intensificaron la actividad antifúngica del quitosano, evitando así el deterioro por enfermedad.

Muchos más estudios se han realizado con quitosano, demostrando su valía como recubrimiento comestible para alargar la vida útil de muchos alimentos para su consumo en fresco, entre los que encontramos la fresa y la uva de mesa.

### **1.2.2. Almidón**

El almidón es el polisacárido de reserva de las plantas, el cual se encuentra en las células en forma de gránulos. Está formado por 2 compuestos:

- **Amilosa:** es el producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos  $\alpha(1,4)$ . El interior de la hélice contiene los átomos de hidrógeno de la molécula de glucosa, y es por tanto lipófilo, mientras que los grupos hidroxilo están situados en el exterior de la hélice, quedando de este modo hidrófilo. La mayoría de los almidones contienen alrededor del 25% de amilosa (Campos et al. 2011).
- **Amilopectina:** se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones, unidas a la cadena principal, similar a la amilosa, por enlaces  $\alpha$ -D-(1,6)-glucopiranososa, localizados cada 15-25 unidades lineales de glucosa. Su peso molecular es muy alto ya que algunas fracciones llegan a alcanzar hasta 200 millones de daltones. La amilopectina constituye alrededor del 75% de los almidones más comunes (Brown y Poon, 2005). Algunos almidones están constituidos exclusivamente por amilopectina y son conocidos como céreos (Durrani y Donald 1995; Liu 2005).

Los gránulos de almidón alternan zonas cristalinas con zonas amorfas, debido a la capacidad cristalina de la amilopectina y la distribución más heterogénea de la amilosa (Jenkins et al., 1993).

Los almidones comerciales se obtienen de las semillas de cereales, particularmente de maíz *Zea mays*, trigo *Triticum spp*, varios tipos de arroz *Oryza sativa*, y de algunas raíces y tubérculos, particularmente de patata *Solanum tuberosum*, batata *Ipomoea batatas* y mandioca *Manihot esculenta*.

El almidón, es buen formador de films, no obstante, hay que solubilizarlo en agua. Para aumentar la solubilidad en agua, se puede esterificar el almidón con óxido de propileno y así permitir la gelatinización del almidón y su posterior formación del film (Janjarasskul y Krochta, 2010).

Los films de almidón se pueden obtener a partir de almidón nativo, o a partir de sus componentes (amilosa y amilopectina) separados, por dos técnicas diferentes: solubilizando en agua caliente y posterior secado o con un proceso termoplástico de secado, diferente al anterior (Paes et al. 2008).

### **Interés del almidón como recubrimiento comestible**

Los recubrimientos formados con almidón, concretamente amilosa y hidroxipropil amilosa, tienen capacidad barrera frente al oxígeno y los lípidos, además de poder mejorar la apariencia, textura y su posterior manejo en la industria (Pagella et al., 2002).

En combinación con otros compuestos que pueden conferirle propiedades al recubrimiento (antimicrobianas, emulgentes, antioxidantes, etc.) es un buen material para formar recubrimientos comestibles.

### **Aplicación de almidón en la formulación de recubrimientos comestibles para frutas**

Hay numerosos estudios y trabajos realizados con almidón como recubrimiento comestible aplicado sobre frutas, siendo exitosos los resultados.

Chiumarelli y Hubinger (2014) formularon un recubrimiento con almidón de mandioca, cera de carnauba, glicerol y ácido esteárico para aplicar sobre rodajas de manzana, con los resultados de una disminución del ratio respiratorio de la fruta, buena resistencia al vapor de agua y mejores propiedades mecánicas y formadoras de película.

De este mismo modo, García et al., (2012) formularon un recubrimiento comestible a base de almidón de mandioca con o sin adición de sorbato de potasio sobre fresas. Observaron una disminución del ratio respiratorio, así como de la caída de la firmeza y la textura. El sorbato de potasio no tuvo las funciones antimicrobianas esperadas, y las muestras recubiertas con el almidón de mandioca con sorbato de potasio se deterioraron más rápido (9 días) que las que no tenían sorbato de potasio (12 días) debido al ataque de microorganismos.

### **1.2.3 Derivados de la celulosa**

La celulosa es el principal componente de las paredes celulares de las plantas. Es una fibra cuya longitud y espesor varía según el tipo de árbol o planta. De igual manera, el contenido de celulosa varía según el tipo de árbol o planta que se considere.

Desde el punto de vista bioquímico, la celulosa  $(C_6H_{10}O_5)_n$  con un valor mínimo de  $n = 200$ , es un polímero natural, constituido por una larga cadena de carbohidratos polisacáridos. La estructura de la celulosa se forma por la unión de moléculas de  $\beta$ -glucosa a través de enlaces  $\beta$ -1,4-glucosídico, lo que hace que sea insoluble en agua. La celulosa tiene una estructura lineal o fibrosa, en la que se establecen múltiples puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de distintas cadenas paralelas de glucosa, haciéndolas muy resistentes e insolubles al agua. De esta manera, se originan fibras compactas que constituyen la pared celular de las células vegetales, dándoles así la necesaria rigidez (Fengel y Wegener, 1983).

Actualmente, una fuente importante de celulosa para su uso en la industria son los desechos que produce la agricultura, debido a que esta fuente ayuda a gestionar los residuos, protegiendo el medio ambiente, y ayuda a crecer la economía rural (Chen et al., 2012)

La solubilidad de la celulosa se puede mejorar esterificándola para producir derivados, y así romper la enorme y fuerte red cristalina que crea la celulosa en su estado normal (Chivrac et al., 2009). Los derivados más comunes son la metil celulosa (MC), la hidroxipropil celulosa (HPC), la hidroxipropilmetil celulosa (HPMC) y la carboximetil celulosa (CMC) y todas ellas poseen buenas propiedades formadoras de película. El grado de sustitución en la molécula, así como los tipos de sustitución según el grupo funcional van a influir en la permeabilidad, las propiedades mecánicas y la solubilidad de la película (Olivas y Barbosa-Canovas, 2005).

#### **Interés de los derivados de celulosa como recubrimientos comestibles**

Recubrimientos comestibles formados a partir de estos derivados de celulosa han sido aplicados a una elevada variedad de productos para ofrecer barrera a la humedad, al oxígeno o a las grasas. Para mejorar las propiedades barrera al vapor de agua, los derivados de celulosa se pueden combinar con lípidos para formar recubrimientos compuestos. Los mejores lípidos para esta función de barrera al vapor de agua son las ceras (Callegarin et al., 1997)

Los derivados de la celulosa son buenos formadores de geles, y por tanto de films, además de ser biodegradables y comestibles. Por el contrario, no tiene ninguna actividad antimicrobiana, por lo que habría adicionar conservantes en las formulaciones (Janjarasskul y Krochta, 2010).

#### **Aplicación de los derivados de la celulosa en la formulación de recubrimientos comestibles para frutas**

Hay numerosos estudios que confirman la validez de los derivados de la celulosa como recubrimientos comestibles para los alimentos, sin embargo, para la fruta, y

concretamente la fresa y la uva de mesa, el más utilizado es la HPMC, por su capacidad para formar geles y sus propiedades barrera a la humedad y al oxígeno.

Pastor et al., (2011) aplicaron recubrimientos comestibles formados a partir de HPMC y extracto de propolis en uva de mesa. El propolis mostró actividad antimicrobiana, dando como resultado una mayor vida útil a aquellas muestras recubiertas. Así pues, las uvas recubiertas mostraron mejor color y textura que las que no lo estaban; también disminuyeron la pérdida de peso y la transferencia de oxígeno.

Del mismo modo, Fagundes et al., (2014) obtuvieron recubrimientos con HPMC, cera de abeja y un antimicrobiano (propionato de sodio, carbonato potásico, fosfato amónico o carbonato amónico). Los recubrimientos fueron aplicados en tomate cherry inoculado con esporas de *Botrytis cinerea*. Todos los recubrimientos consiguieron disminuir la carga microbiana de los frutos durante el almacenamiento, siendo aquel recubrimiento que incluía el propionato de sodio el más efectivo. El recubrimiento con carbonato amónico fue el que dio lugar a un mejor control de la pérdida de peso y firmeza del fruto.

La aplicación de recubrimientos de carboximetil celulosa en combinación con radiación gamma en fresa se mostró efectiva en el control del deterioro fúngico (Dar et al., 2012).

### **1.3. Bases de datos de patentes y revistas científicas.**

#### **1.3.1. Bases de datos de patentes**

Una patente es un derecho exclusivo concedido a una invención, que es un producto nuevo, una nueva manera de hacer algo, o una nueva solución técnica a un problema. Las patentes proporcionan protección para la invención al titular de la patente. La protección se concede durante un período limitado que suele ser de 20 años.

El sistema de patentes es una forma de proteger la propiedad intelectual, que se refiere a las creaciones de la mente: invenciones, obras literarias y artísticas, así como símbolos, nombres e imágenes utilizadas en el comercio.

Las patentes son concedidas por una Oficina nacional de patentes, en España es la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), o por una Oficina regional que trabaja para varios países, como la Oficina Europea de Patentes (OEP) o la Organización Africana de la Propiedad Intelectual (OAPI) (WIPO, 2014).

La protección de una patente garantiza que la invención no pueda ser confeccionada, utilizada, distribuida o vendida comercialmente sin el consentimiento del titular de la patente. El cumplimiento de los derechos de patente se hace respetar en los tribunales que, en la mayoría de los sistemas, tienen la potestad de sancionar las infracciones a la patente. Del mismo modo, un tribunal puede asimismo declarar no válida una patente si un tercero obtiene satisfacción en un litigio relacionado con la patente (IPO, 2014).

El titular de una patente tiene el derecho de decidir quién puede –o no puede- utilizar la invención patentada durante el período en el que está protegida la invención. Puede dar su permiso, o licencia, a terceros para utilizar la invención de conformidad con términos establecidos de común acuerdo. También puede vender el derecho a la invención a un tercero, que se convertirá en el nuevo titular de la patente. Cuando la patente expira, expira asimismo la protección y la invención pasa a pertenecer al dominio público; es

decir, el titular deja de detentar derechos exclusivos sobre la invención, que pasa a estar disponible para la explotación comercial por parte de terceros.

Las bases de datos y buscadores de patentes a consultar dependerán del ámbito territorial en el que deseemos llevar a cabo la búsqueda. Las más importantes, de carácter gratuito, son:

- El boletín oficial de la propiedad intelectual, donde se publican todas las patentes aceptadas en España.
- INVENES, que es un buscador de la Oficina Española de Patentes y Marcas, el cual permite buscar patentes españolas, pero también en Interpat (europeas) y Latipat (de América del Sur).
- Espacenet, el cual es un buscador de la "European Patent Office", donde podemos encontrar patentes europeas, pero también de otros países, incluyendo Estados Unidos. Tiene la ventaja de que indica si la patente es internacional o europea.
- PatentScope, que es un buscador de la "World Intellectual Property Organization" (WIPO), por lo que es de ámbito internacional.
- Free Patents Online, buscador internacional de patentes.
- Patent Lens, de la misma índole que Free Patents Online.
- Google Patent Search, es el buscador de patentes de Google y es de ámbito internacional también.

Además de los buscadores gratuitos, también hay patentes en bases de datos de pago, como por ejemplo Westlaw International o Derwent Innovations Index dentro del paquete de ISI Web of Knowledge (Bonich et al., 2011).

### **1.3.2. Bases de datos de artículos científicos**

La American Library Association (ALA) define las revistas científicas como publicaciones periódicas de artículos científicos e información de actualidad sobre investigación y desarrollo acerca de un campo científico determinado. A su vez, los artículos científicos son trabajos realizados por expertos en diversas materias que han realizado estudios acerca de una determinada materia y lo han publicado y editado mediante una editorial de revistas científicas. Éste artículo debe contener la suficiente información como para que se pueda reproducir por otras personas ajenas a dicha investigación. (Samar y Ávila, 2003).

Al mismo tiempo, las normas ISO (International Standardization Organization) definen las revistas científicas como publicaciones en serie que tratan generalmente de una o más materias específicas y contienen información, en general, científica y técnica.

De estas definiciones concluimos que el objetivo de todas las revistas científicas es el de comunicar el resultado de las investigaciones realizadas por expertos que se dedican a estudiar la ciencia (CSIC, 2014).

En el ámbito de la ciencia y la tecnología de los alimentos existen diversas revistas científicas que recopilan artículos de prestigiosos investigadores de la materia, como "Journal of Food Science and Nutrition", "Food Bites", "Food Microbiology and Food

Safety”, etc., que tratan todos los aspectos relacionados con la ciencia, tecnología y seguridad alimentaria.

Existen infinidad de bases de datos que recopilan artículos y revistas científicas. Algunas de ellas son de carácter público y gratuito, y otras de carácter privado.

Pero lo realmente interesante son los motores de búsqueda científica, los cuales son una herramienta creada para recopilar toda la información almacenada en las bases de datos, y ofrecerla a aquellos que la buscan.

Science Direct y Scopus son dos bases de datos, que antiguamente estaban recopiladas en una solo motor buscador llamado Scirus, y actualmente actúan como motores de búsqueda, de los más importantes, para artículos y revistas científicas. Los tipos de documento que incluyen en sus índices son: artículos de revistas, repositorios institucionales o académicos y páginas y documentos publicados en sitios web.

Google Scholar es más pobre que las anteriores, pero también de gran importancia en el mundo de la búsqueda. Incluye artículos de revistas, libros y sitios web (Falagas et al. 2008).

También encontramos Live Search Academic, creado por Microsoft, y que incluye artículos de revistas académicas procedentes de diversas editoriales (Codina, 2007).

## **2. Objetivos y plan de trabajo**

El trabajo tiene como objetivo general realizar una recomendación técnica ante un problema real: aumentar la vida útil de fresón y de uva de mesa mediante recubrimientos biodegradables.

Para la consecución del mencionado objetivo se plantea el siguiente Plan de Trabajo:

- Revisión bibliográfica centrada en composición y aplicaciones de recubrimientos comestibles. Se revisarán las patentes, formulaciones comerciales y trabajos científicos recientes. Además, se revisarán las metodologías disponibles para la aplicación de las formulaciones y la evaluación del impacto de las mismas en la calidad del fruto durante su almacenamiento en condiciones controladas.
- Planteamiento de propuestas de formulación formadora de película utilizando como referencia la revisión bibliográfica realizada.

### 3. Metodología

Los buscadores y bases de datos utilizados para buscar patentes han sido:

- Espacenet, que ofrece acceso gratuito a más de 80 millones de documentos de patentes en todo el mundo, conteniendo información acerca de invenciones y nuevos desarrollos tecnológicos desde 1836.  
Página web: [worldwide.espacenet.com](http://worldwide.espacenet.com)
- Google Patents, que ofrece acceso gratuito a todos los documentos de patentes procedentes de la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos (United States Patent and Trademark Office, USPTO), desde 1790, y de la Oficina Europea de Patentes (OEP), desde 1978. Página web: [google.com/patents](http://google.com/patents)

La base de datos utilizada para buscar artículos científicos ha sido: Scopus, que ofrece acceso gratuito, siempre que se forme parte de determinadas instituciones afiliadas, a más de 53 millones de registros, entre los cuales se encuentran artículos científicos, libros, revistas científicas, artículos de congreso y patentes, publicados por más de 5000 editores. Página web: [scopus.com](http://scopus.com)

Para buscar información sobre empresas y formulaciones comerciales se ha utilizado el buscador Google.

Para obtener estadísticas acerca de los artículos científicos y patentes se ha buscado en Scopus, y en Espacenet, respectivamente.

Para la obtención de la estadística de artículos científicos en Scopus se ha realizado una clasificación de los resultados, usando como variables las palabras clave y los años de publicación (a partir de 2009). Las palabras clave utilizadas han sido “film or coating”, “chitosan”, “starch”, “cellulose”, “fruit”, “strawberry” y “grape”. Además, se ha restringido a “Agricultural and Biological Sciences”.

Para la obtención de la estadística de patentes en Espacenet se ha realizado una clasificación de los resultados, usando como variables las palabras clave y los años de publicación (a partir de 2010). Las palabras clave utilizadas han sido “film or coating”, “chitosan”, “starch”, “cellulose” y “fruit”.

Las palabras clave están en inglés debido a que la gran mayoría de los artículos científicos que se encuentran en los buscadores están en este idioma.

#### 4. Resultados

Los resultados obtenidos de la búsqueda bibliográfica para 2014 utilizando la base de datos Scopus y como palabras clave “edible coating”, “film” y “fruit” se recopilan en la tabla 3. Se muestran los parámetros medidos, durante el almacenamiento en la mayoría de los casos, así como los resultados más relevantes para poder observar cuales son las ventajas y los inconvenientes de cada una de las distintas formulaciones.

**Tabla 3.** Resultados de la búsqueda bibliográfica de artículos científicos para 2014 utilizando la base de datos Scopus (palabras clave: edible coating, film, fruit).

Autor	Composición	Producto	Parámetros medidos y resultados más relevantes
Chiumarelli y Hubinger	<b>Almidón de yuca</b> Glicerol Cera carnauba, Ácido esteárico	Rodajas de manzana	Tasa respiratoria, resistencia al vapor de agua, densidad superficial de sólidos, solubilidad, propiedades mecánicas, térmicas y microestructura. Los recubrimientos mostraron capacidad para aumentar la vida útil de las rodajas de manzana durante el almacenamiento.
Giosafatto et al.	Pectina cítrica y proteína phaseolin modificada o no por la enzima transglutaminasa	Los experimentos se realizan sobre el propio film	Propiedades mecánicas, térmicas, microestructura, propiedades barrera, digestibilidad. Los recubrimientos modificados por la enzima transglutaminasa tenían buenas propiedades barrera y mecánicas, además de buena digestibilidad.
Tezotto-Uliana et al.	<b>Quitosano</b>	Frambuesa	Acidez total, pérdida de peso, la producción de etileno, el contenido en ácido ascórbico, y senescencia de la fruta. La aplicación de los recubrimientos en pre- o post-cosecha fue efectiva para retrasar la maduración. La firmeza se mantuvo cuando la aplicación fue en pre-cosecha y con quitosano al 2% (p/p).
Martión et al.	<b>Quitosano,</b> pectina y trans-cinnamaldehido encapsulado (agente antimicrobiano)	Melón cantaloupo	Cambios en la textura de la fruta, color, humedad, acidez y pH. Aumento de la vida útil.

**Tabla 3. Cont.** Resultados de la búsqueda bibliográfica de artículos científicos para 2014 utilizando la base de datos Scopus (palabras clave: edible coating, film, fruit).

Autor	Composición	Producto	Parámetros medidos y resultados más relevantes
Fagundes et al.	<b>Hidroxipropil-metilcelulosa (HPMC)</b> , cera de abeja y conservantes con propiedades antifúngicas	Tomate cherry	Disminución en el desarrollo de hongos, disminución en la pérdida de peso y mantenimiento de la firmeza. Aumento en la vida útil.
Karaca et al.	<b>HPMC</b> , lípido (cera de abeja, glicerol o ácido esteárico) y agente antimicrobiano (carbonato de amonio, bicarbonato de amonio, bicarbonato de sodio o acetato de sodio)	Ciruelas	Incidencia de enfermedad (%) y la severidad de ésta (diámetro de la lesión). Reducción de la incidencia de la enfermedad en un 50% en aquellos recubrimientos más efectivos (carbonato de amonio y bicarbonato de amonio).
Paladines et al.	Gel de aloe vera con aceite de escaramujo	Melocotón, ciruela, nectarina y cereza	Maduración y parámetros de calidad comparados. El aceite de escaramujo incrementó los beneficios del aloe vera, sobre todo en aquellas frutas climatéricas, con elevadas producciones de etileno.
Chen et al.	Sulfato de <b>celulosa</b> y glicerol.	Plátano	Resistencia al vapor de agua, fuerza de tensión, elongación hasta la rotura. Aumento de la vida útil.
Velásquez et al.	Pectina y aceites esenciales.	Naranjas variedad Valencia	Disminución de la pérdida de peso y disminución de la incidencia de ataques por hongos.
García et al.	<b>Quitosano</b> con zeolite y Tween 80	Tomate	Deterioro fúngico, tasa respiratoria, atributos de calidad y apariencia visual. Reducción del deterioro. La adición de zeolite mejoró las propiedades del recubrimiento y retrasó la maduración. Sin embargo, no resultó una buena barrera contra la pérdida de peso.

**Tabla 3. Cont.** Resultados de la búsqueda bibliográfica de artículos científicos para 2014 utilizando la base de datos Scopus (palabras clave: edible coating, film, fruit).

Autor	Composición	Producto	Parámetros medidos y resultados más relevantes
Babiker et al.	Goma arábica	Rodajas de tomate	Actividad de agua, materia seca, ratio de rehidratación. Las rodajas recubiertas y secadas al aire tienen los máximos contenidos en material seca y una menor actividad de agua y la ratio de rehidratación más elevado, comparadas con las muestras no recubiertas. Los recubrimientos disminuyen el efecto de la temperatura sobre el ácido ascórbico, contenido total de compuestos fenólicos y flavonoides.
Benhabiles et al.	<b>Quitosano</b>	Fresas	Acidez total, pH, contenido en sólidos, pérdida de peso y apariencia de infecciones fúngicas. Los recubrimientos no tuvieron efectos significantes en la acidez total, el pH y el contenido de sólidos solubles de las fresas durante el almacenamiento, mientras que los sólidos solubles de las muestras control aumentó durante el almacenamiento. Los recubrimientos evitaron pérdidas de peso e infecciones por hongos. Las muestras recubiertas tenían una mayor aceptabilidad visual que las que no recubiertas.
Poverenov et al.	Alginato y antimicrobiano ( <b>quitosano</b> y citral).	Melón Galia cortado	Espesor del recubrimiento y propiedades fisiológicas de los melones cortados. La adición de quitosano tuvo un efecto antimicrobiano.
Azarakhsh et al.	Alginato sódico, glicerol, aceite de girasol y aceite esencial de hierba limón.	Piña cortada	Respiración, propiedades fisicoquímicas, calidad microbiana y sensorial. Los recubrimientos aumentaron la vida útil y mantuvieron la calidad de la piña.
Peretto et al.	Alginato con carvacrol y metilcinamato (agentes antimicrobianos).	Fresa	Actividad antimicrobiana contra <i>Escherichia coli</i> y <i>Botrytis cinerea</i> , además de propiedades físicas. Los recubrimientos mostraron efecto antibacteriano y antifúngico dependiendo de la concentración de antimicrobiano.

**Tabla 3. Cont.** Resultados de la búsqueda bibliográfica de artículos científicos para 2014 utilizando la base de datos Scopus (palabras clave: edible coating, film, fruit).

Autor	Composición	Producto	Parámetros medidos y resultados más relevantes
Oriani et al.	<b>Almidón</b> de yuca con aceites esenciales de corteza de canela o hinojo.	Rodajas de manzana	Capacidad antioxidante, inhibición microbiana, propiedades barrera, resistencia al vapor de agua y respiración. Los recubrimientos con el mayor contenido en aceites esenciales de corteza de canela mostraron buenas propiedades barrera, capacidad antioxidante y buena inhibición microbiana.
Jo et al.	Cera de carnaúba con aceite de hierba limón.	Manzana "Fuji"	Cambios de color, pérdida de peso, acidez total, contenido en sólidos solubles, contenido en microorganismos aeróbicos, levadura y mohos. El recubrimiento mejoró la calidad durante el almacenamiento.

En la tabla 3 observamos que existen diversos tipos de materiales que han sido utilizados recientemente como recubrimientos comestibles, como el quitosano, el almidón, los derivados de la celulosa (como la HPMC), la cera, el alginato, la goma, etc. Todos ellos, excepto el quitosano, requieren en la mayoría de la aplicación de la adición de un compuesto antimicrobiano, para prevenir el ataque de microorganismos y así alargar la vida útil del producto recubierto. Además, en aquellas formulaciones cuyo componente principal es de naturaleza hidrofílica, se les añade compuestos lipofílicos (como la cera de abeja o aceites vegetales), para evitar así la transferencia de vapor de agua entre el alimento y el entorno y reducir así las pérdidas de peso.

También observamos que para evaluar la eficacia del recubrimiento se evalúan los cambios en diferentes parámetros fisicoquímicos y de calidad durante el almacenamiento como son el color, pérdida de peso, contenido en sólidos solubles, la tasa respiratoria, etc.

Seguidamente, en las tablas 4 y 5 se muestran los resultados de la búsqueda bibliográfica realizada entre los años 2009 y 2014, utilizando como palabras clave: "edible coating", "film" y "grape" o "strawberry". Se muestran los parámetros medidos así como los resultados más relevantes.

**Tabla 4.** Resultados de la búsqueda bibliográfica para el periodo 2009-2014 utilizando la base de datos Scopus sobre aplicaciones de recubrimientos comestibles en uva (palabras clave: edible coating, film y grape).

Autor-Año	Composición	Parámetros medidos y resultados más relevantes
Kowalczyk y Pikula, 2010	Proteína de guisante, sorbitol y cera de candelilla	Contenido en ascórbico, azúcares reductores, acidez total y pH, pérdida de peso y brillo. El recubrimiento mantuvo elevados los contenidos de ácido ascórbico y azúcares reductores y disminuyó la pérdida de peso y mejoró el brillo.
Meng et al., 2010	<b>Quitosano</b> y spray con <i>Cryptococcus laurentii</i> (pre-cosecha)	Deterioro y calidad post-cosecha. La aplicación del recubrimiento mediante spray disminuyó el índice de deterioro.
Sánchez-González et al., 2011	<b>Quitosano</b> o <b>HPMC</b> y aceite esencial de bergamota	Pérdida de peso, grados Brix, contenido en fenoles, actividad antioxidante, color, textura, tasa respiratoria y contenido en microorganismos. Los recubrimientos mantuvieron la calidad de la uva durante el almacenamiento. El mejor recubrimiento fue quitosano con aceite esencial de bergamota, mostrando la mejor actividad antimicrobiana con un razonable control sobre la pérdida de peso.
Pastor et al., 2011	<b>HPMC</b> y própolis	Pérdida de peso, contenido en sólidos solubles, contenido en fenoles, capacidad antioxidante, tasa respiratoria, deterioro microbiano y apariencia visual. Las muestras con mayor contenido en própolis mostraron una mayor luminosidad. Los recubrimientos disminuyeron las pérdidas de peso, la tasa respiratoria y el crecimiento microbiano.
Gao et al., 2013	<b>Quitosano</b> ; glucosa y <b>Quitosano-glucosa</b>	Inhibición de la senescencia y prevención de infecciones. Los recubrimientos de quitosano-glucosa disminuyeron el deterioro, la pérdida de peso, la tasa respiratoria y mejoraron la calidad sensorial de las uvas en comparación con los otros dos recubrimientos.

**Tabla 5.** Resultados de la búsqueda bibliográfica para el periodo 2009-2014 utilizando la base de datos Scopus con aplicaciones de recubrimientos comestibles en fresa (palabras clave: edible coating, film, strawberry).

Autor-Año	Composición	Parámetros medidos y resultados más relevantes
Almenar et al., 2009	Acetato de <b>quitosano</b>	Perfil aromático. Los aromas a acetaldehído y etanol fueron eliminados en las muestras recubiertas, mientras que el butanoato de etilo y el hexanoato de etilo, aromas importantes en la fresa, fueron incentivados.
Moayednia et al., 2010	Alginato sódico y cloruro cálcico	Pérdida de peso, deterioro, acidez total y contenido en sólidos solubles. El recubrimiento no aumentó la vida útil de las fresas significativamente pero supuso una mejora en la apariencia visual a pesar del paso del tiempo, en comparación con las frutas no recubiertas.
Bhaskara Reddy et al., 2010	<b>Quitosano</b> en precosecha	Infección fúngica y calidad post-cosecha. El recubrimiento con mayor concentración de quitosano disminuyó el nivel de deterioro por maduración y por infecciones.
Vu et al., 2011	<b>Quitosano</b> con agentes antimicrobianos (extracto de orégano, limoneno, tomillo rojo o menta).	Actividad antifúngica. El tomillo rojo, el limoneno y la menta resultaron ser los extractos más eficientes para aumentar la actividad antimicrobiana del quitosano.
Perdones et al., 2012	<b>Quitosano</b> y aceite esencial de limón	Permeabilidad al vapor de agua, actividad antimicrobiana, propiedades fisicoquímicas, deterioro fúngico y tasa respiratoria. La acidez, el pH y el contenido en sólidos solubles no cambiaron durante el almacenamiento. Con la adición de aceite esencial de limón disminuyó la ratio de respiración y se incentivó la capacidad antimicrobiana del quitosano.
Gol et al., 2013	<b>HPMC, CMC</b> y <b>quitosano</b> .	Pérdida de peso, deterioro, acidez total, pH, sólidos solubles, contenido en ácido ascórbico y contenido en fenólicos y antocianos. Los recubrimientos mantuvieron la calidad post-cosecha de la fresa
Velickova et al., 2013	<b>Quitosano monocapa</b> ;cera de abeja- <b>quitosano</b> -cera de abeja; tres capas de <b>quitosano</b> con tripolifosfato sódico y un composite	Infección fúngica, pérdida de peso, tasa respiratoria, apariencia visual, firmeza, pH, acidez total, sólidos solubles totales, azúcares reductores y evaluación sensorial. Los recubrimientos de 3 capas disminuyeron la senescencia y la pérdida de peso. Sin embargo, el recubrimiento de quitosano monocapa y el composite fueron los que obtuvieron mejores valores en la evaluación sensorial.

**Tabla 5.** *Cont.* Resultados de la búsqueda bibliográfica para el periodo 2009-2014 utilizando la base de datos Scopus con aplicaciones de recubrimientos comestibles en fresa (palabras clave: edible coating, film, strawberry).

Autor-Año	Composición	Parámetros medidos y resultados más relevantes
Wang y Gao, 2013	<b>Quitosano</b>	Contenido en compuestos fenólicos, antocianos, flavonoides y actividad de enzimas antioxidantes. Con la aplicación de quitosano se mantuvo mejor la capacidad antioxidante de la fruta, la calidad y aumentó la vida útil.
Perdones et al., 2014	<b>Quitosano</b> y aceite esencial de canela, c/s adición de ácido oleico	Propiedades antioxidantes, antimicrobianas y físicas. La permeabilidad al vapor de agua de los recubrimientos se redujo con la adición de ácido oleico que además disminuyó los cambios en el color y redujo la transparencia del film. El aceite esencial de canela mostró propiedades antioxidantes y antimicrobianas, dependiendo de la concentración.

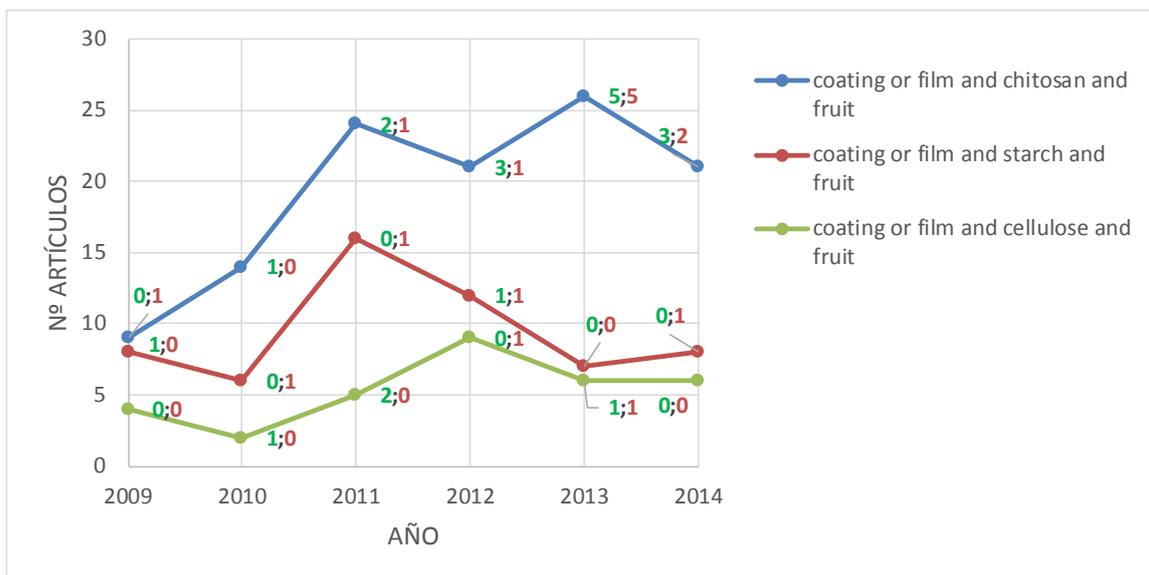
En las tablas 4 y 5 se pone de manifiesto que la mayor parte de los estudios publicados en los últimos 5 años se ha utilizado, tanto para la fresa como para la uva de mesa, el quitosano y la HPMC como base para preparar las formulaciones formadoras de recubrimiento.

La Figura 1 muestra la evolución de artículos publicados en la base de datos Scopus entre los años 2009 y 2014, con las etiquetas de datos correspondientes al número de artículos encontrados para la uva de mesa (en verde) y para la fresa (en rojo).

Podemos observar que el número de artículos disponibles en la base de datos Scopus en los que se han realizado estudios con formulaciones formadoras de recubrimiento que incluyen quitosano presenta una evolución ascendente a lo largo de los años excepto en 2014 que aún no ha finalizado.

Por otra parte, la celulosa (y sus derivados), es el polímero para el que se recogen en Scopus un menor número de artículos. No obstante, los derivados de celulosa son habituales en las formulaciones para uva de mesa y fresa, y por eso se ha considerado oportuno incluir la evolución del número de artículos.

En cuanto al almidón, se observa que el comportamiento en cuanto número de artículos es similar al de la celulosa, no siendo por tanto este componente uno de los más utilizados en estudios recientes.



**Figura 1.** Evolución del número de artículos publicados disponibles en la base de datos SCOPUS durante el periodo 2009-2014. Sobre cada año se han situado el número de estudios con fresa (rojo) y con uva (verde).

En la Tabla 6 se muestran los resultados de la búsqueda bibliográfica de patentes, sin limitación cronológica, para las palabras clave: “edible coating”, “film” y “fruit”, en las bases de datos Espacenet y Google Patents. Se han seleccionado aquellas que están disponibles en inglés o en castellano.

**Tabla 6.** Resultados de la búsqueda bibliográfica de patentes utilizando las bases de datos Espacenet y Google Patents (palabras clave: edible coating, film, fruit).

Autor - Año <sup>1</sup>	País	Composición	Producto	Resultados más relevantes
Feng, 2013	China*	Quitosano, Tween-60, polisorbato 60, cera de abeja, glicerol y agua	Frutas y vegetales para congelación rápida	No afecta a la calidad de las frutas y vegetales y disminuye la pérdida de peso.
Conesa, 2006	España**	Derivados de almidón, proteínas, derivados de celulosa, coadyuvantes y agua	Frutas y vegetales	-

<sup>1</sup>Año de Publicación; \*Patente Mundial; \*\*Patente Europea

**Tabla 6.** *Cont.* Resultados de la búsqueda bibliográfica de patentes utilizando las bases de datos Espacenet y Google Patents (palabras clave: edible coating, film, fruit).

<b>Autor - Año<sup>1</sup></b>	<b>País</b>	<b>Composición</b>	<b>Producto</b>	<b>Resultados más relevantes</b>
Ramirez Marco et al, 2009	España**	Derivados de <b>celulosa</b> , goma de acacia, maltodextrina, una grasa comestible o la combinación de varias grasas comestibles	Frutos secos	-
Feng, 2013	China*	<b>Quitosano</b> , Tween-60, polisorbato 60, cera de abeja, glicerol y agua	Frutas y vegetales para congelación rápida	No afecta a la calidad de las frutas y vegetales y disminuye la pérdida de peso.
Conesa, 2006	España**	Derivados de <b>almidón</b> , proteínas, derivados de celulosa, coadyuvantes y agua	Frutas y vegetales	-
Ramirez Marco et al, 2009	España**	Derivados de <b>celulosa</b> , goma de acacia, maltodextrina, una grasa comestible o la combinación de varias grasas comestibles	Frutos secos	-
Verrall y Brown, 2009	Méjico*	<b>Carboximetil-celulosa (CMC)</b> , plastificantes, saborizantes y tensoactivos	Cualquier producto	El film mantiene la calidad de la fruta y puede incluir un saborizante que le otorgue un sabor determinado al producto.
Nisperos-Carriedo y Baldwin, 1994	EEUU*	Un polisacárido, un conservante y un acidulante	Frutas, vegetales	El film permite la extensión de la vida útil del producto. Ofrece resistencia a diversos microorganismos

<sup>1</sup>Año de Publicación; \*Patente Mundial; \*\*Patente Europea

**Tabla 6. Cont.** Resultados de la búsqueda bibliográfica de patentes utilizando las bases de datos Espacenet y Google Patents (palabras clave: edible coating, film, fruit).

<b>Autor - Año<sup>1</sup></b>	<b>País</b>	<b>Composición</b>	<b>Producto</b>	<b>Resultados más relevantes</b>
<b>Girard, 2013</b>	Francia*	Polisacárido formador de película, tensoactivo, fungicida	Frutas y vegetales	Los recubrimientos reducen la oxidación y la desecación de las frutas y los vegetales. Ofrece resistencia a los hongos.
<b>Iverson y Ager, 2010</b>	EEUU*	Disolución de <b>quitosano</b> c/s otros componentes	Frutas, vegetales y nueces	El recubrimiento puede otorgar brillo, color, además de reducir la pérdida de peso durante el almacenamiento y aumentar la vida útil. Ofrece resistencia a determinados microorganismos
<b>Lahav et al., 2005</b>	EEUU*	Cera o aceite vegetal, un agente alcalino y agua	Frutas, vegetales (preferiblemente de agricultura ecológica)	Los productos recubiertos pierden menos peso y aumentan su vida útil.
<b>Hernández y Torres, 2012</b>	España**	Goma laca, plastificante, agente alcalino, polisorbato, amonio, etanol, anticoagulante y agua	Frutas (especialmente cítricos, peras y manzanas)	Los films permiten un aumento del brillo y una disminución de la decoloración.
<b>Hagenmaier y Grohmann, 2000</b>	EEUU*	Polivinilacetato	Frutas	Brillo

<sup>1</sup>Año de Publicación; \*Patente Mundial; \*\*Patente Europea

**Tabla 6.** Cont. Resultados de la búsqueda bibliográfica de patentes utilizando las bases de datos Espacenet y Google Patents (palabras clave: edible coating, film, fruit).

<b>Autor - Año<sup>1</sup></b>	<b>País</b>	<b>Composición</b>	<b>Producto</b>	<b>Resultados más relevantes</b>
Annawald et al., 2012	EEUU*	<b>Quitosano</b> , ácido, surfactante, polialcalino, glicol y agua	Frutas y vegetales (uvas y fresas incl.)	Los productos con las formulaciones sufren menores pérdidas y aumentan su color. Aumentan su vida útil. Ofrece resistencia a determinados microorganismos.
Aide et al., 2013	Méjico*	Cera de candelilla, aceite de jojoba, goma arábica, ácido elágico y agua	Frutas y vegetales (probado en plátano, manzana y aguacate)	Estos recubrimientos ofrecen barrera mecánica, contra gases y antifúngica.
Navam S. y Eswaranadam, 2005	EEUU*	Proteína de soja, de maíz y/o de trigo, junto con otros componentes	Frutas y vegetales (tomate)	Ofrece resistencia a bacterias ( <i>L. monocytogenes</i> , <i>salmonella</i> y <i>E. coli</i> , entre otros)
Cook y L. Shulman, 1998	EEUU*	Gluten y otros componentes	Muchas utilidades (frutas incluidas)	Proporcionan aumento del brillo, disminución de la pérdida de peso y efecto barrera ante gases y grasas, con el consecuente aumento de la vida útil del producto. Puede aportar resistencia ante bacterias.
Andreas et al., 2003	Alemania**	<b>HPMC</b> y otros componentes	Alimentos	Ofrecen barrera a la humedad y a los gases. Puede aportar resistencia ante bacterias.

<sup>1</sup>Año de Publicación; \*Patente Mundial; \*\*Patente Europea

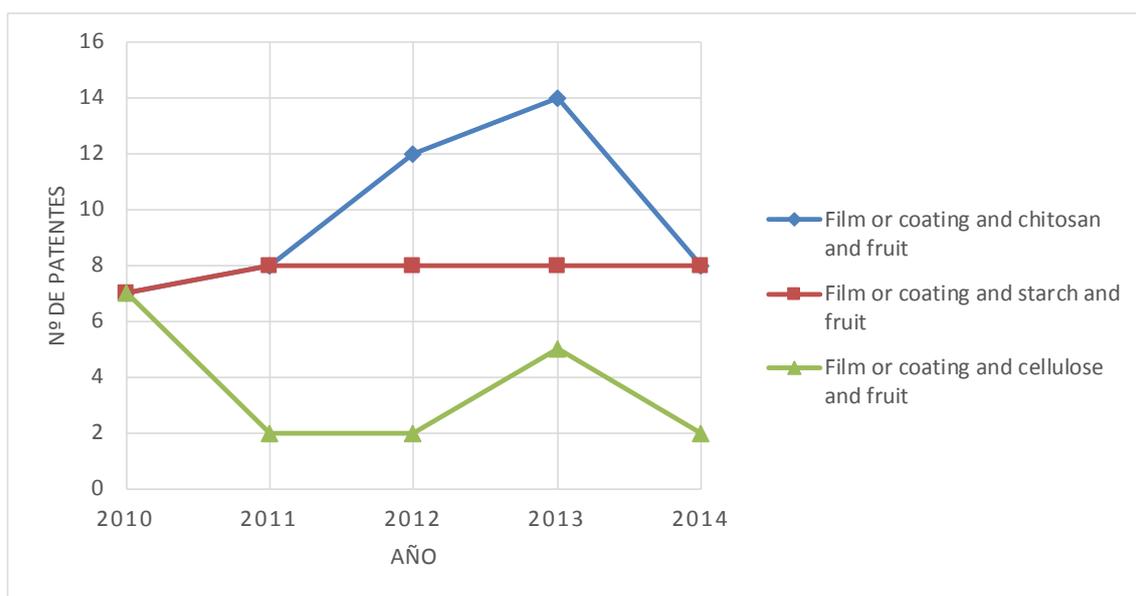
Observamos que aquellas formulaciones patentadas que contienen quitosano son de fuera de la Unión Europea, y esto es debido probablemente a que el quitosano no está

incluida en la lista positiva de aditivos, aunque si está considerado como GRAS (Generally Recognised As Safe). Además, muchas de las patentes carecen de información composicional del producto

También podemos observar que, a pesar de no haber limitado cronológicamente la búsqueda, no hay una cantidad muy elevada de patentes sobre recubrimientos comestibles de aplicación a frutas y hortalizas, y esto es debido a que la aplicación comercial de los recubrimientos comestibles es relativamente reciente y es un área en la que todavía es necesaria una mayor inversión en innovación, investigación y desarrollo.

Debido a que en las patentes no se registra el invento para un único producto, no se ha podido cuantificar el número de patentes sobre aplicaciones en fresa y en uva como se ha hecho en el caso de los artículos científicos disponibles en Scopus.

A continuación se muestra la Figura 2, donde se puede apreciar la evolución del número de patentes disponibles en la base de datos Espacenet entre los años 2010 y 2014.



**Figura 2.** Evolución del número de patentes disponibles en la base de datos Espacenet durante el periodo 2010-2014.

En lo que respecta a las patentes, el uso en las formulaciones de quitosano muestra una tendencia creciente, seguido por el almidón y finalmente por la celulosa.

Finalmente, en la Tabla 7 se recogen los resultados realizados en el buscador Google para formulaciones comerciales y las empresas productoras de estas.

**Tabla 7.** Resultado de la búsqueda de formulaciones comerciales y sus respectivas empresas en Google.

<b>Empresa - Web</b>	<b>Localización</b>	<b>Productos</b>
La Morella nuts, S.A. (lamorellanuts.com)	Reus, Barcelona (España)	Incorporan recubrimientos en frutos secos y pastas (patentados).
Fomesa Fruitech (fomesa.net)	Valencia	Ceras, fungicidas (formulaciones patentadas).
Agricoat Natureseal Ltd. (agricoat.co.uk)	Berkshire, Reino Unido	Semperfresh, para melones tipo Cantaloupe, Honeydew, Galia y Piel de Sapo, piña, manzanas, peras, papaya, zanahoria, apio, etc. y NatureSeal para la IV gama.
Proinec (proinec.com)	Noáin (Navarra, España)	Recubrimientos comestibles para frutas y hortalizas mínimamente procesadas con el objetivo de evitar el pardeamiento y deshidratación que se produce durante su almacenamiento. Recubrimientos y películas comestibles con propiedades antimicrobianas y antioxidantes para productos de la pesca y productos cárnicos con el objetivo de mejorar y alargar su vida comercial. Recubrimientos y películas comestibles como barrera a la transferencia de humedad entre los componentes de un sistema heterogéneo de tal manera que se mantengan las propiedades organolépticas del alimento a lo largo de su vida
<b>Ainia</b> (ainia.com)	Paterna (Valencia, España)	Recubrimientos comestibles con antioxidantes con el objetivo de alargar la vida útil hasta 13 días en manzanas IV Gama y hasta 9 días en patatas IV Gama (alimentos cortados y preparados para el consumo).
<b>Pace international</b> (paceint.com)	EEUU	Recubrimientos comestibles para frutas.

Las formulaciones comerciales sobre recubrimientos comestibles que encontramos en Google son muy limitadas, además de no incluir en la descripción detallada del producto y de su composición.

## 5. Conclusiones

El quitosano se muestra como un polímero que puede servir de base para la formulación de recubrimientos de aplicación en fresa y en uva de mesa. Se dispone de un amplio número de artículos recientes publicados así como de patentes mundiales que incluyen este polímero en la formulación formadora de recubrimiento. Además, los resultados de los estudios científicos muestran su actividad antimicrobiana y su capacidad de ralentizar la tasa respiratoria y la senescencia del fruto. Cuando se prepare la formulación, hay que tener presente que debido al carácter hidrofílico de los recubrimientos de quitosano es necesario combinarlo con algún compuesto hidrofóbico, como la cera de abeja, para evitar así la transferencia de vapor de agua. También podría ser interesante combinarlo con otro agente antimicrobiano con el que haya mostrado compatibilidad como es el caso de los aceites esenciales de canela o de limón, aunque habría que ir con moderación, ya que estos aportan sabores y aromas apreciables al producto.

El uso de derivados de la celulosa, como la hidroxipropilmetilcelulosa como base para obtener recubrimientos comestibles para la uva de mesa y la fresa también sería una buena alternativa ya que ha mostrado resultados aceptables en cuanto al control de la pérdida de peso del fruto se refiere. Tiene un coste mucho menor en comparación con el quitosano y además se encuentra en la lista positiva de aditivos alimentarios de la UE. En este caso, resultaría indispensable incorporar a las formulaciones un agente antimicrobiano que mostrara actividad antifúngica.

## 6. Bibliografía

- Abdou, E.S., Nagy, K.S.A., Elsabee, M.Z.** (2007). Bioresource Technology, 99, 1359–1367.
- Almenar, E., Hernández-Muñoz, P., Gavara, R.** (2009). Evolution of selected volatiles in chitosan-coated strawberries (*Fragaria x ananassa*) during refrigerated storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57 (3), 974-980.
- Appendini, P., Hotchkiss, J. H.** (2002). Review of antimicrobial food packaging. Innovative Food Science and Technologies, 3, 113-126.
- Azarakhsh, N., Osman, A., Ghazali, H. M., Tan, C. P., Adzahan, N. M.** (2014). Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple. Postharvest Biology and Technology, 88, 1-7.
- Babiker, E. E., Eltoum, Y. A. I.** (2014). Effect of edible surface coatings followed by dehydration on some quality attributes and antioxidants content of raw and blanched tomato slices. Food Science and Biotechnology, 23 (1), 231-238.
- 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 (1), 39-51.
- Baldwin, E.A.** (2002). Fruit flavor, volatile metabolism and consumer perceptions. p. 89-106. En: Fruit quality and its biological basis. Ed: Knee, M.
- Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo, M. O., Baker, R. A.** (1995). Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. HortScience, 30, 35.
- Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo, M. O., Hagenmaier, R. D., Baker, R. A.** (1997). Use of lipids in coatings for food products. Food Technology, 51 (6), 56-62.
- Benhabiles, M. S., Drouiche, N., Lounichi, H., Pauss, A., Mameri, N.** (2014). Effect of shrimp chitosan coatings as affected by chitosan extraction processes on postharvest quality of strawberry. Journal of Food Measurement and Characterization, (4), 215-221.
- Bonich, M., Cervera, A., Santos, G.** (2011). Como encontrar patentes. Universidad Oberta de Catalunya
- Brown, W. H., Poon, T.** (2005). Introduction to organic chemistry (3rd ed.). Ed: John Wiley & Sons Inc.
- Callegarin, F., Quezada-Gallo, J.A., Debeaufort, F., Voilley, A.** (1997). Lipids and biopackaging. Journal American Oil Chemist Society, 74, 1183-1192.
- Campos, C. A., Gerschenson, L. N., Flores, S. K.** (2011). Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. Food and Bioprocess Technology, 4 (6), 849–875.

- Casariego, A., Cossio, G., Díaz, R., Fernández, S. A., Ramírez, A.** (2002b). Propiedades ópticas de películas de quitosano elaboradas con ácido láctico: influencia de la concentración de ácido y el tipo y concentración de plastificante. *Alimentaria*, 336, 25-28.
- Ceponis, M.J., Cappellini, R.A., Lightner, G.W.** (1987). Disorders in sweet cherry and strawberry shipments to the New York market, 1972-1984. *Plant Disease*, 71, 472-475.
- Cha, D. S., Chinnan, M. S.** (2004). Biopolymer-based antimicrobial packaging: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44 (4), 223-237.
- Chen, D., Lawton, D., Thompson, M.R., Liu, Q.** (2012). Biocomposites reinforced with cellulose nanocrystals derived from potato peel waste. *Carbohydrate Polymers*, 90, 709-716.
- Chen, G., Zhang, B., Zhao, J., Chen, H.** (2014). Development and characterization of food packaging film from cellulose sulfate. *Food Hydrocolloids*, 35, 476-483.
- Chiumarelli, M., Hubinger, M. D.** (2014). Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. *Food Hydrocolloids*, 38, 20-27.
- Chivrac, F., Pollet, E., Avérous, L.** (2009). Progress in nano-biocomposites based on polysaccharides and nanoclays. *Materials science and engineering research*, 67, 1-17.
- Cocolezzi, H. H., Almanza, E. A., Agustin, O. F., Viveros-Nava, E. L., Cassellis, E. R** (2009). Obtección y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón. *Superficies y Vacío*, 22 (3), 57-60.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A., Voilley, A.** (1998). Edible films and coating tomorrow's packagings: a Review. *Critical Reviews in Food Science*, 38 (4), 299-313.
- Del Blanco, L. F., Rodríguez, M. S., Schulz, P. C., Agulló, E.** (1999). Influence of the deacetylation degree on chitosan emulsification properties. *Colloid and Polymer Science*, 277 (11), 1087-1092.
- Diakou, P., Moing, A., Svanella, L., Ollat, N., Rolin, D.B., Gaudillere, M., Gaudillere, J.P.** (1997). Biochemical comparison of two varieties differing in juice acidity. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 3, 1-10.
- Donhowe, I. G., Fennema, O.** (1994). Edible films and coatings: Characteristics, formations, definitions and testing methods. En: *Edible coatings and films to improve food quality*. Ed: Technomic Publishing CO.
- Durrani, C. M., Donald, A. M.** (1995). Physical characterization of amylopectin gels. *Polymer Gels and Networks*, 3 (1), 1-27.
- El Ghaouth, A., Arul, J., Asselin, A., Benhamou, N.** (1992b). Antifungal activity of chitosan on postharvest pathogens – induction of morphological and cytological alterations in *rhizopus-stolonifer*. *Mycological Research*, 96 (9), 769-779.

**Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., Pappas, G.** (2008). Comparison of PubMed, Scopus, web of science, and Google scholar: strengths and weaknesses. *The FASEB Journal*, 22 (2), 338–342.

**Fagundes, C., Palou, Ll., Monteiro, A. R., Pérez-Gago, M. B.** (2014). Effect of antifungal hydroxypropyl methylcellulose-beeswax edible coatings on gray mold development and quality attributes of cold-stored cherry tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 92, 1-8.

**Fengel, D., Wegener, G.** (1983). *Wood: Chemistry, Ultrastructure and Reactions*. Ed: Walter de Gruyter & Co.

**Gao, P., Zhy, Z., Zhang, P.** (2013). Effects of chitosan-glucose complex coating on postharvest quality and shelf life of table grapes. *Carbohydrate Polymers*, 95, 371-378.

**García, L. C., Pereira, L. M., De Luca Sarantópoulos, C. I. G., Hubinger, M. D.** (2012). Effect of antimicrobial starch edible coating on shelf-life of fresh strawberries. *Packaging Technology and Science*, 25 (7), 413-425.

**García, M., Casariego, A., Díaz, R., Roblejo, L.** (2014). Effect of edible chitosan/zeolite coating on tomatoes quality during refrigerated storage. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 26 (3), 238-246.

**Gennadios, A., Weller, C. L.** (1990). Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technology*, 44 (10), 63-69.

**Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J. M., Quiles, J.L., Mezzetti, B., Battino, M.** (2012). The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28, 9-19.

**Gil, M.I., Holcroft, D.M., Kader, A.A.** (1997). Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. *Agriculture and Food Chemistry*, 45, 1662-1667.

**Giosafatto, C. V. L., Di Pierro, P., Gunning, P., Mackie, A., Porta, R., Mariniello, L.** (2014). Characterization of Citrus pectin ediblefilmscontaining transglutaminase-modified phaseolin. *Carbohydrate Polymers*, 106, 200-208.

**Gol, N.B., Patel, P.R., Rao, T.V.R.** (2013). Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology*.

**Gontard, N., Guiltbert, S.** (1994). *Biopackaging Technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin*. Ed: Blackie Academic and Professional.

**Greener, I., Fennema, O.** (1994). Edible films and coatings: Characteristics, formation, definitions, and testings methods. En: *Edible coatings and films to improve food quality*. Ed: Technomic Publishing CO.

**Guilbert, S.** (1986). Technology and application of edible films. En: *Food Packaging and preservation*. Ed: Elsevier Applied Science Publishers, 371-394.

- Han, J.H.** (2000). Antimicrobial food packaging. *Food Technology*, 54, 56–65.
- Hernández, E.** (1994). Edible coatings from lipids and resins. En: *Edible coatings and films to improve food quality*. Ed: Technomic Publishing CO.
- Hernández-Muñoz, P., Kanavouras, A., Villalobos, R., Chiralt, A.** (2004a). Characterization of biodegradable films obtained from cysteine-mediated polymerized gliadins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 7897-7904.
- Hernández-Muñoz, P., Villalobos, R., Chiralt, A.** (2004b). Effect of cross-linking using aldehydes on properties of glutenin rich films. *Food Hydrocolloids*, 18, 403-411.
- Hernández-Muñoz, P., Villalobos, R., Chiralt, A.** (2004c). Effect of thermal treatments on functional properties of edible films made from wheat gluten fractions. *Food Hydrocolloids*, 18, 647-654.
- Hirano, S.** (1999). Chitin and chitosan as novel biotechnological materials. *Polymer International*, 48, 732-734.
- Hussain, P. R., Dar, M. A., Wani, A. M.** (2012). Effect of edible coating and gamma irradiation on inhibition of mould growth and quality retention of strawberry during refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 47 (11), 2318-2324.
- Janjarasskul, T., Krochta J. M.** (2010). *Edible Packaging Materials*. Annual review food science technology, 1, 415-448.
- Jenkins, P. J., Cameron, R. E., Donald, A. M.** (1993). A universal feature in the structure of starch granules from different botanical sources. *Starch*, 45 (12), 417–420.
- Jo, W.-S., Song, H.-Y, Song, N.-B., Lee, J.-H., Min, S. C., Song, K. B.** (2014). Quality and microbial safety of ‘Fuji’ apples coated with carnauba-shellac wax containing lemongrass oil. *Food Science and Technology*, 55, 490-497.
- Jung, B., Kim, C.** (1999). Preparation of amphiphilic chitosan and their antimicrobial activities. *Journal of Applied Polymer Science*, 72, 1713-1719.
- Kamper, S. L., Fennema, O. R.** (1984a). Water vapour permeability of an edible, fatty acid, bilayer films. *Journal Food Science*, 49, 1482-1485.
- Kamper, S. L., Fennema, O. R.** (1984b). Water vapour permeability of edible bilayer films. *Journal Food Science*, 49, 1478-1481.
- Karaca, H., Pérez-Gago, M. B., Taberner, V., Palou, LI.** (2014). Evaluating food additives as antifungal agents against *Monilinia fructicola* in vitro and in hydroxypropyl methylcellulose–lipid composite edible coatings for plums. *Internacional journal of Food Microbiology*, 179, 72-79.
- Ke, D., Goldstein, L., O’Mahony, M., Kader, A.A.** (1991). Effects of short-term exposure to low O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub> atmospheres on quality attributes of strawberries. *Food Science*, 56, 50-54.

**Kester, J. J., Fennema, O. R.** (1986). Edible films and coating: a review. Food Technology, 47-58.

**Kester, J. J., Fennema, O. R.** (1989). Resistance of lipid films to water vapour transmission. Journal american oil chemist society, 66, 1139-1146.

**Kim, K. W., Thomas, R. L., Lee, C., Park, H. J.** (2003). Antimicrobial activity of native chitosan, degraded chitosan, and O-Carboxymethylated chitosan. Journal of Food Protection, 66 (8), 1495-1498.

**King, R.C., Sims, C.A., Moore, L.F., Bates, R.P.** (1988). Effects of maturity, skin contact and carbonation on the quality of sterile filtered white Muscadine grape juice. Journal of Food Science, 53, 1474-1485.

**Kowalczyk, D., Pikula, E.** (2010). Effect of edible protein-wax coating on storage quality of table grapes (*Vitis Vinifera* L.). Zywnosc. Nauka. Technologia. Jakosc/Food. Science Technology. Quality, 17, 67-76.

**Krochta, J. M., Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo, M. O.** (1994). Edible coatings and films to improve food quality. Ed: CRC Press.

**Krochta, J. M.** (1997a). Edible protein films and coatings. En: Food proteins and their applications in foods. Ed: Damodaran, S., Paaraf, A., Marcel Dekker.

**Krochta, J. M.** (1997b). Edible composite moisture-barrier films. En: Packaging yearbook: 1996. Ed: Blakiston, B., National Food Processors Association.

**Krochta, J. M., Mulder-Johnston, C-de.** (1997). Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. Food Technology, 51 (2), 61-71.

**Lin, D., Zhao, Y.** (2007). Innovations in the development and application of edible coatings of fresh and minimally processed fruits and vegetables. Comprehensive reviews in food science and foos safety, 6, 60-75.

**Liu, H.F., Wu, B.H., Fan, P.G., Li, S.H., Li, L.S.** (2006). Sugar and acid concentrations in 98 grape cultivars analyzed by principal component analysis. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86, 1526-1536.

**Liu, Z.** (2005). Edible films and coatings from starch. p. 318-332. En: Innovations in food packaging. Ed: Jung H. Han

**Maroto J. V., López Galarza S.** (1988). Producción de fresas y fresones. Ed: Mundi-prensa.

**Martiñon, M. E., Moreira, R. G., Castell-Perez, M. E., Gomes, C.** (2014). Development of a multilayered antimicrobial edible coating for shelf-life extension of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L.) stored at 4 °C. Food Science and Technology, 56, 341-350.

**Meng, X.-H., Qin, G.-Z., Tian, S.-P.** (2010). Influences of preharvest spraying *Cryptococcus laurentii* combined with postharvest chitosan coating on postharvest

diseases and quality of table grapes in storage. *Food Science and Technology*, 43 (4), 596-601.

**Moayednia, N., Ehsani, M.R., Emamdjomeh, Z., Asadi, M.M., Mizani, M., Mazaheri, A.F.** (2010). A note on the effect of calcium alginate coating on quality of refrigerated strawberries. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 49 (2), 165-170.

**Moras P., Chapon J. F.** (1983). *Entreposage et conservation des fruits et legumes frais; guide pratique de l'utilisation du froid*. Ed: CTIFL.

**Morillon, V., Debeaufort, F., Blong, G., Capelle, M., Voilley, A.** (2002). Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42 (1), 67-89.

**Muñoz-Robredo, P., Robledo, P., Manríquez, D., Molina, R., Defilippi, B.G.** (2011). Characterization of sugars and organic acids in commercial varieties of table grape. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71 (3), 452-458.

**Muzzarelli, C., Muzzarelli, R. A. A.** (2003). Chitin related food science today (and two centuries ago). *Agro Food Industry Hi-Tech*, 14 (5), 39-42.

**Navarro, M., Retamales, J., Defilippi, B.** (2001). Efecto del arreglo de racimo y aplicación de CPPU en la calidad de uva de mesa Sultanina tratada con dos fuentes de giberelinas. *Agricultura Técnica*, 61, 15-21.

**Nisperos-Carriedo, M. O., Baldwin, E. A., Shaw, P. E.** (1988). Development of an edible coating for extending postharvest life of selected fruits and vegetables. *State Horticultural Society*, 104, 122.

**Olivas, G.I., Barbosa-Canovas, G.V.** (2005). Edible coatings of fresh-cut fruits. *Critical Review in Food Science*, 45, 657-670.

**Oriani, V. B., Molina, G., Chiumarelli, M., Pastore, G. M., Hubinger, M. D.** (2014). Properties of cassava starch-based edible coating containing essential oils. *Journal of Food Science*, 79 (2), 189-194.

**Paes, S. S., Yakimets, I., Mitchell, J. R.** (2008). Influence of gelatinization process on functional properties of cassava starch films. *Food Hydrocolloids*, 22, 788–797.

**Pagella, C., Spigno, G., De-Faveri, D. M.** (2002). Characterization of starch based edible coatings. *Trans IChemE*, Vol 80, Part C.

**Paladines, D., Valero, D., Valverde, J. M., Díaz-Mula, H., Serrano, M., Martínez-Romero, D.** (2014). The addition of rosehip oil improves the beneficial effect of *Aloe vera* gel on delaying ripening and maintaining postharvest quality of several stonefruit. *Postharvest Biology and Technology*, 92, 23-28.

**Pastor, C., Sánchez-González, L., Marcilla, A., Chiralt, A., Cháfer, M., González-Martínez, C.** (2011). Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract. *Postharvest Biology and Technology*, 60, 64-70.

- Perdones, A., Sánchez-González, L., Chiralt, A., Vargas, M.** (2012). Effect of chitosan-lemon essential oil coatings on storage-keeping quality of strawberry. *Postharvest Biology and Technology*, 70, 32-31.
- Perdones, A., Vargas, M., Atarés, L., Chiralt, A.** (2014). Physical, antioxidant and antimicrobial properties of chitosan-cinnamon leaf oil films as affected by oleic acid. *Food Hydrocolloids*, 36, 256-264.
- Peretto, G. Du, W.-X., Avena-Bustillos, R. J., Berrios, J. D. J., Sambo, P., McHugh, T. H.** (2014). Optimization of antimicrobial and physical properties of alginate coatings containing carvacrol and methyl cinnamate for strawberry application. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 (4), 984-990.
- Poverenov, E., Cohe, R., Yefremov, T., Vinokur, Y., Rodov, V.** (2014). Effects of polysaccharide-based edible coatings on fresh-cut melon quality. *Acta Horticulturae*, 1015, 145-152.
- Rao, M.** (1997). Rheology of liquid food: a review. *Journal of texture studies*, 8, 135-168.
- Reynier, A.** (1989). *Manual de viticulture*. Ed: Mundi-prensa.
- Rico Pena, D. C., Torres, J. A.** (1991). Sorbic acid and potassium sorbate permeability of an edible methylcellulose palmitic acid film: water activity and pH effects. *Journal of Food Science*, 56, 497.
- Rinaudo, M., Pavlov, G., Desbrieres, J.** (1999). Influence of acetic acid concentration on the solubilization of chitosan. *Polymer*, 40 (25), 7029-7032.
- Samar, M. E., Ávila, R. E.** (2004). *Guía para la elaboración y publicación de artículos científicos y la recuperación de la información en ciencias de la salud*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Sanchez-Gonzalez, L., Pastor, C., Vargas, M., Chiralt, A., Gonzalez-Martinez, C., Chafer, M.** (2011). Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 60 (1), 57-63.
- Schulz, P. C., Rodríguez, M. S., Del Blanco, L. F, Pistonesi, M., Agulló, E.** (1998). Emulsification properties of chitosan. *Colloid and Polymer Science*, 276, 1159-1165.
- Shellhammer, T. H., Krochta, J. M.** (1997). Whey protein emulsion film performance as affected by lipid type and amount. *Journal of Food Science*, 62 (2), 390-394.
- Sommer, N.F., Fortlage, R.F., Mitchell, F.G., Maxie, E.C.** (1973). Reduction of postharvest losses of strawberry fruits from gray mold. *American Society Horticultural Science*, 98 (3), 285-288.
- Talens, P., Krochta, J. M.** (2005). Plasticizing effects of beeswax and carnauba wax on tensile and water vapor permeability properties of whey protein films. *Journal of Food Science*, 70 (3), 239-243.

**Tezotto-Uliana, J. V., Fargoni, G. P., Geerdink, G. M., Kluge, R. A.** (2014). Chitosan applications pre- or postharvest prolong raspberry shelf-life quality. *Postharvest Biology and Technology*, 91, 72-77.

**Tharanathan, R., Kittur, F.** (2003). Chitin-The undisputed biomolecule of great potential. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43 (1), 61-87.

**Vannini, A., Chilosi, G.** (2013). Botrytis infection: Grey mould and noble rot. p. 159-169. En: *Sweet, Reinforced and Fortified Wines: Grape Biochemistry, Technology and Vinification*. Ed: Wiley-Blackwell.

**Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., González-Martínez, C.** (2006). Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 41, 164-171.

**Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., González-Martínez, C.** (2008). Characterization of chitosan-oleic acid composite films, *Food hydrocolloids*, (En prensa).

**Velasquez, M. A., Pássaro, C. P., Lara-Guzmán, O. J., Álvarez, R., Londoño, J.** (2014). Effect of an edible, fungistatic coating on the quality of the 'Valencia' orange during storage and marketing. *Acta Horticulture*, 1016, 163-170.

**Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, V.D., Moldão-Martins, M.** (2013). Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa cv Camarosa*) under commercial storage conditions. *Food Science and Technology*, 52 (2), 80-92.

**Villalobos, R., Hernández, P., Chanona, J., Gutiérrez-López, G.** (2005). Gloss and transparency of hydroxypropylmethylcellulose films containing surfactants as affected by their microstructure. *Food Hydrocolloids*, 19 (1), 53-61.

**Vu, K.D., Hollingsworth, R.G., Leroux, E., Salmieri, S., Lacroix, M.** (2011). Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Research International*, 44 (1), 198-203.

**Wang, S. Y., Gao, H.** (2013). Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Food Science and Technology*, 52, 71-79.

**Wu, Y. X., Kim, K. M., Hanna, M. A., Nag, D.** (2002). Development and application of multicomponent edible coatings and films: A review. *Food and Nutrition Research*, 44, 347-394.

### Referencias electrónicas

**Ainia:** [www.ainia.com](http://www.ainia.com) (consulta: 24-05-2014)

**Agricoat Natureseal Ltd:** [www.agriccoat.co.uk](http://www.agriccoat.co.uk) (consulta: 24-05-2014)

**CSIC (erevistas):** [www.erevistas.csic.es](http://www.erevistas.csic.es) (consulta: [22-06-2014](#))

**FAO:** [www.fao.org](http://www.fao.org) (consulta: 04-06-2014)

**FDA:** [www.fda.gov](http://www.fda.gov) (consulta: 16-07-2014)

**Fomesa Fruitech:** [www.fomesa.net](http://www.fomesa.net) (consulta: 24-05-2014)

**La Morella nuts:** [www.lamorellanuts.com](http://www.lamorellanuts.com) (consulta: 24-05-2014)

**Lluís Codina.** *Motores de búsqueda de información científica y académica* [en línea]. "Hipertext.net", núm. 5, 2007. [www.hipertext.net](http://www.hipertext.net) (consulta:15-07-2014)

**IPO:** [www.ipo.gov.uk](http://www.ipo.gov.uk) (consulta: 25-07-2014)

**MAGRAMA:** [www.magrama.gob.es](http://www.magrama.gob.es) (consulta: 04-06-2014)

**Pace international:** [www.paceint.com](http://www.paceint.com) (consulta: 24-05-2014)

**Proinec:** [www.proinec.com](http://www.proinec.com) (consulta: 24-05-2014)

**WIPO:** [www.wipo.int](http://www.wipo.int) (consulta: 25-07-2014)

## **Reglamentos**

**Reglamento (CE) Nº 843/2002** de la comisión de 21 de mayo de 2002 por el que se establecen las normas de comercialización de las fresas y se modifica el Reglamento (CEE) nº 899/87.

**Reglamento (CE) Nº 1333/2008** del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre aditivos alimentario y anexos.