



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Grado

Melocotón de Calanda: estudio de los puntos críticos en la confección, envasado en atmósferas modificadas y aplicación de sistemas de descontaminación en cámaras de conservación

Calanda peaches: study of the critical points in the packing line, modified atmosphere packaging and decontamination of cold chambers

Autor/es

Iñaki Gorraiz Suescun

Director/es

Rosa Oria Almudí
M^a Eugenia Venturini Crespo

Facultad de Veterinaria
2016

ÍNDICE

1. RESUMEN/ABSTRACT.....	2
2. INTRODUCCIÓN.....	4
2.1. El melocotón de Calanda	4
2.2. Pérdida de calidad tras la recolección	7
2.3. Aplicación de tecnologías post-cosecha	9
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	12
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4.1. Estudio de los puntos críticos (daños mecánicos) durante la confección del melocotón de Calanda	15
4.2. Atmósferas modificadas para la comercialización del melocotón de Calanda	17
4.3. La fotocatalisis oxidativa para el control de podredumbres durante la conservación de melocotón de Calanda	22
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
5.1. Estudio de los puntos críticos (daños mecánicos) durante la confección de melocotón de Calanda	25
5.2. Atmósferas modificadas para la comercialización del melocotón de Calanda	28
5.3. La fotocatalisis oxidativa para el control de podredumbres durante la conservación del melocotón de Calanda	32
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
7. APORTACIONES EN MATERIA DE APRENDIZAJE.....	39
8. EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA Y SUGERENCIAS DE MEJORA...	39
9. BIBLIOGRAFÍA.....	40

1. RESUMEN

Este Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo el estudio de tres variables que afectan a la calidad del melocotón DOP Calanda. La primera variable estudiada fue la línea de confección del melocotón cv. Calante, de manera que se determinaron los puntos críticos del proceso productivo. Para este estudio se tomaron muestras de las etapas de confección (volcado, desembolsado, cepillado y envasado), y se almacenaron a 20 °C realizando un seguimiento diario clasificando los melocotones en una escala de daño mecánico revelando que los puntos críticos se encuentran en las etapas de desembolsado y cepillado. La segunda variable estudiada fue determinar la idoneidad de un envasado en atmósferas modificadas (AM) que nos permita optimizar el transporte y comercialización de los melocotones. Para ello se envasaron los frutos en barquetas de poliestireno que fueron selladas con películas plásticas con diferente número de microperforaciones (12, 20 y 28). Los análisis físico-químicos y sensoriales realizados revelaron que no se obtiene ningún beneficio adicional del envasado en AM. La tercera variable estudiada fue la fotocatalisis oxidativa, como estrategia para la descontaminación ambiental de las cámaras de conservación y en consecuencia de la superficie de los melocotones cv. Calante. Para la consecución de este objetivo, se realizaron dos ensayos: el primero destinado a determinar la inhibición del crecimiento de *Monilinia fructicola* y *Monilinia laxa* previamente inoculadas en los frutos y el segundo encaminado a establecer la influencia en la calidad físico-química y sensorial. La fotocatalisis inhibe la velocidad de crecimiento fúngico pero la dosis aplicada provoca la aparición de daños fitotóxicos en la epidermis de los melocotones por lo que serán necesarios más ensayos para establecer la intensidad del tratamiento.

ABSTRACT

This Final Project aims to study three variables that affect the quality of Calanda peaches. The first variable studied was to determine the points where mechanical damages occur (critical points) during the confection of the fruits. For his study, fruits were sampled after the various steps of manufacture (dumping, disbursing, brusing and packaging) in 2 confection lines, stored at 20 °C and daily monitored to sorting the peaches on a scale of mechanical damage. Data revealed that the critical points in both lines were disbursing and brusing. The second study focused in the suitability of a modified atmosphere packaging (AM) to optimize the transport and marketing of

Calanda peaches. Fruits were disposed in polystyrene trays and sealed with 3 films with different numbers of micropeforations (12, 20 and 28). Physicochemical and sensorial analyzes revealed that no additional benefit of MAP was obtained. Oxidative photocatalysis was studied as a strategy for environmental decontamination of chambers and fruit surface during cold storage. For this, two types of study were done, the first for determining the inhibition of growth of *Monilinia fructicola* and *Monilinia laxa* previously inoculated in the fruits and the second to establish the influence of this technique on the physicochemical and sensory quality. Photocatalysis decreased the fungal growth rate but the applied dose caused the appearance of phytotoxic damage in the epidermis of the peaches so more trials are needed to establish the intensity of treatment.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. EL MELOCOTÓN DE CALANDA

2.1.1. La denominación de origen

La Denominación de Origen Protegida (DOP) designa el nombre de un producto cuya producción, transformación y elaboración deben realizarse en una zona geográfica determinada, con unos conocimientos específicos reconocidos y comprobados. El Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón, aprobó el 25 de agosto de 1999 el Reglamento de la Denominación de Origen Protegida "Melocotón de Calanda" la cual fue modificada, en su pliego de condiciones, por la Orden de 26 de noviembre de 2010, del Consejero de Agricultura y Alimentación.

Dicha Reglamentación regula en su pliego de condiciones aspectos tales como el nombre del producto, su descripción, la zona geográfica de producción, la obtención del producto y su vínculo con el medio geográfico.

Las industrias de acondicionamiento y envasado que hayan obtenido el certificado de conformidad del Consejo Regulador, utilizan obligatoriamente en los envases la mención Denominación de Origen "Melocotón de Calanda" con el sello del Consejo Regulador, junto a la etiqueta NEGRA numerada otorgada por este (Figura 1).

Figura 1. Sello identificativo de la DOP
Melocotón de Calanda



2.1.2. Definición y características del fruto

Se entiende por "Melocotón de Calanda" los frutos frescos de la especie *Prunus persica* Sieb. y Zucc. procedentes de la variedad población autóctona conocida como "Amarillo tardío", y sus clones seleccionados Jesca, Evaisa y Calante, cultivados empleando la técnica tradicional del embolsado de los frutos en el árbol, acondicionados y envasados en las zonas de producción, acondicionamiento y envasado que se especifican en el epígrafe 2.1.3. Los melocotones de Calanda deben cumplir una serie de características como:

- Aspecto general: Los frutos deben ser enteros, sanos y limpios, sin materias extrañas visibles y exentos de humedad, olor y sabor extraños, debiendo de estar embolsados en el árbol.
- Color: Entre el amarillo crema y el amarillo pajizo, pudiendo presentar una chapa roja. Se puede admitir ligerísimos puntos o estrías antociánicas pero quedan descartadas las coloraciones verde o amarillo naranja que indica el exceso de madurez.
- Calibre: De una circunferencia mínima de 73 mm de diámetro, que corresponde a la categoría AA de la Norma de Calidad.
- Dureza: Se mide en Kg/0,5 cm² de resistencia a la presión, siendo > 3 Kg/0,5 cm².
- Azúcar: Mínimo de 12 grados Brix.

2.1.3. Zonas y volúmenes de producción

La DOP “Melocotón de Calanda” sitúa la zona de producción de este producto en la comarca natural de la Comunidad Autónoma de Aragón, concretamente entre Zaragoza y Teruel. Además, cabe destacar que esta DOP incluye a 45 municipios de dicha región (Figura 2).

La zona detallada posee una superficie de 465.400 hectáreas. El 70% de la superficie destinada a la producción de melocotón, produce “Melocotón de Calanda”, lo que supone un total de 2.400 hectáreas de las 3.400 hectáreas productoras de melocotoneros.

Figura 2. Zonas de producción amparadas por la DOP “Melocotón de Calanda”



Es por ello, que la producción de “Melocotón de Calanda”, supone para la región un impulso económico. Dentro de la DOP, encontramos 15 empresas productoras, las cuales producen un total de 3,5-4,5 millones de Kg. En la Figura 3, podemos observar como la producción de “Melocotón de Calanda” está disminuyendo. Cabe destacar que un 15% de la producción es destinada al mercado internacional, siendo Alemania uno de los principales importadores. El resto de la producción se comercializa en España.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL MELOCOTÓN DE CALANDA CON DENOMINACIÓN DE ORIGEN EN ARAGÓN

	UNIDADES	2011	2012	2013	Variación (13/12) %
Producto Calificado	Kg	3.546.950	3.425.000	3.343.186	(13/12)
Comercializado en mercado nacional	Kg	3.014.908	2.912.000	2.841.708	%
Comercializado en exportación	Kg	532.042	513.000	501.478	-2%
Principales países de exportación	Alemania, Francia e Italia				
Principales Comunidades Autónomas en mercado nacional	Madrid, Barcelona				
Valor Comercializado	Euros	3.546.950	4.452.500	3.677.505	-17%
Precio medio aproximado pagado a los productores	Euros/kg	1	0,7	0,78	11%
Superficie	Ha	847	836	809	-3%
Productores	nº	454	441	428	-3%
Comercializadores / Elaboradores	nº	15	15	23	53%

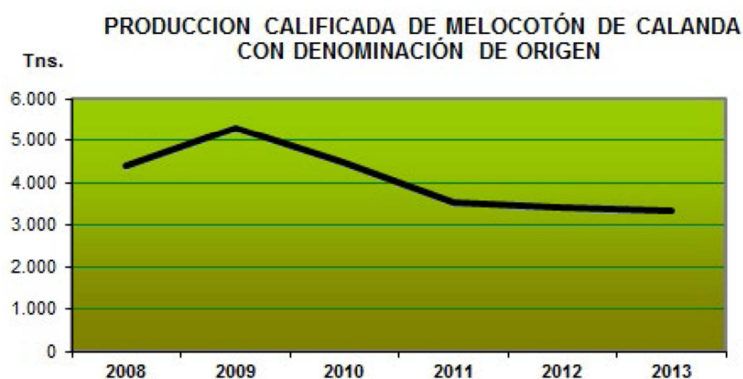


Figura 3. Producción y destino de la producción de Melocotón de Calanda. Anuario Estadístico Agrario de Aragón (2013)

2.1.4. Características del cultivo y de las zonas de producción

El cultivo del “Melocotón de Calanda”, se caracteriza por dos procesos característicos uno es el aclareo (realizado hasta el mes de julio), y seguidamente se procede a la segunda técnica propia de la DOP, el embolsado. Se realiza individualmente a cada melocotón con la finalidad de combatir los ataques de *Ceratitis capitata*, conocida como “Mosca del Mediterráneo”. Es una técnica manual y por ello supone el 25% de los costes totales de producción. Las variedades autorizadas por la DOP son autóctonas de la zona de producción, obtenidas por selección natural.

El área de cultivo, pertenece a la zona de Bajo Aragón (perteneciente al Valle del Ebro). Las tierras se caracterizan por ser llanas con una altitud comprendida entre los 122 metros de Caspe, hasta los 466 metros de Calanda. Las precipitaciones anuales medias oscilan entre 327,9 mm y 367,9 mm, los meses más lluviosos son mayo y octubre. La

temperatura media anual es de 15 °C.

La recolección se realiza cuando los frutos se encuentran en el punto óptimo de madurez. Estos melocotones se caracterizan por tener una época tardía de maduración, una coloración amarilla y dureza de la carne. Según cuando maduren encontramos los tempranos (20 de septiembre al 5 de octubre), del Pilar (entre 5 y 15 de octubre) y los tardíos (desde el 15 de octubre hasta el final de campaña).

Una de las técnicas utilizadas para el cultivo son el mantenimiento del suelo en el invierno adicionando un máximo de tres veces fertilizantes y máquinas cortahierbas; fertilización, la dosis anual de Nitrógeno no supera 150 unidades de fertilizante por hectárea; y la poda, con el objetivo de conseguir la iluminación de las ramas fructíferas.

2.2. PÉRDIDA DE CALIDAD TRAS LA RECOLECCIÓN

Una vez recolectado el melocotón, éste sufre numerosos cambios físicos y/o químicos, que si bien en algún caso pueden ser deseables, generalmente provocan una pérdida de la calidad del fruto.

Entre los **cambios físicos** se encuentra el cambio de color. El **color** tiene una gran importancia ya que es un criterio fundamental por el que los consumidores valoran la calidad final de algunas frutas. Durante la conservación del melocotón, generalmente la coordenada a* aumenta, lo que indica un paso a colores más rojizos debido a la degradación de la clorofila. Por otro lado, la coordenada b* asciende en las primeras fases para después descender en los estados de maduración final, hecho que indica un aumento del color azul, lo que se traduce en el paso a tonalidades oscuras.

Otro cambio físico, y posiblemente el más importante desde el punto de vista del consumidor, es el cambio de textura. La **firmeza** del fruto va disminuyendo a lo largo de la conservación. Si bien es deseable un ligero descenso de la firmeza en los primeros días de conservación, debido a que el mercado global actual obliga a los productores a recolectar en grados de madurez tempranos, si este descenso es muy acusado, el consumidor final lo percibe como una pérdida de calidad, procediendo al rechazo del mismo.

Entre los **cambios químicos**, destacan el descenso de la acidez, debido a la disminución de los ácidos orgánicos presentes en el fruto. Si bien un ligero descenso puede ser deseable desde un punto de vista organoléptico, un descenso acusado puede provocar la

pérdida del sabor característico del fruto. Otro cambio químico, muy relacionado con la acidez, es el contenido de sólidos solubles. Este parámetro suele aumentar ligeramente a lo largo de la conservación, hecho deseable en la mayoría de casos. Sin embargo, hay que tener presente que si el contenido de sólidos solubles en el momento de la recolección es muy bajo, la valoración de la calidad organoléptica del fruto a lo largo de toda la conservación será negativa.

Por otro lado, a lo largo de la conservación se hacen más evidentes a la vista los daños físicos que se hayan provocado al fruto durante la recolección, clasificación y transporte, tanto heridas externas, como cortes o abrasiones, como heridas internas.

Por último, las **alteraciones fúngicas**, que provocan grandes pérdidas económicas a los productores y entre las que destacan:

- Podredumbre marrón por *Monilinia laxa* y *M. fructicola* (Figura 4): en España el agente causal más predominante es *M. laxa* aunque cada vez hay más ocurrencia de *M. fructicola*. Aparece como una mancha marrón que evoluciona a tonalidades negras, circulares y de forma definida, en las que posteriormente aparecen las hifas blancas o grisáceas. Se sitúa debajo de la capa de la epidermis y permanece en forma latente hasta el momento en el que actúa (Cambra et al., 2006).

Figura 4. Podredumbre marrón causada por *Monilinia*



-Podredumbre azul por *Penicillium expansum* (Figura 5): desarrollo de un micelio blanco que al esporular produce un color verde-azulado. Las vías de entrada suelen ser las heridas producidas en la piel del fruto (Cantín, 2009).

Figura 5. Podredumbre azul causada por *Penicillium expansum*

- Podredumbre por *Rhizopus nigricans* (Figura 6): los síntomas son el ablandamiento de los tejidos, desarrollo de hifas blancas y de esporangios negros. Aparecen por la contaminación de heridas o por infecciones primarias (Cantín, 2009).



Figura 6. Podredumbre por *Rhizopus nigricans*

2.3. APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS POST-COSECHA

Las tecnologías post-cosecha, que son el objeto de este estudio, son las técnicas de conservación orientadas a frenar el deterioro de los productos hortofrutícolas con el fin de mantener su calidad durante el tiempo deseado (Dekazos, 1985; Javeri et al., 1991).

El objetivo de las tecnologías post-cosecha es conservar los frutos durante un tiempo óptimo, manteniendo su calidad y características comerciales, organolépticas, nutritivas y sanitarias, al tiempo que se reducen las pérdidas y se minimiza el coste del proceso.

Los **daños físicos** se producen por pinchazos, cortes y varios tipos de rozaduras. Suelen estar ocasionados por un manejo defectuoso durante la recolección o el transporte, o durante la clasificación por la abrasión de la fruta contra las superficies, la cinta, otras frutas, o las cajas. En algunos casos no son detectados durante la clasificación, y pueden ocasionar problemas durante la conservación o la comercialización. La susceptibilidad de los melocotones a las rozaduras es altamente dependiente de su grado de madurez y de la temperatura de manejo. Es mayor cuanto más maduros están los frutos y cuanto más alta es la temperatura. La manipulación cuidadosa es por tanto una de las claves en la prolongación de la vida comercial de los melocotones.

La **temperatura** es el factor fundamental a considerar en la aplicación de tecnologías post-cosecha para la conservación del melocotón. Es necesario actuar a dos niveles: efectuando una pre-refrigeración y posteriormente manteniendo un buen control de la temperatura durante la conservación. Para conseguir mantener el estado de frescura del fruto recién recolectado se requiere un enfriamiento rápido, pero que exige unos requisitos frigoríficos elevados, del orden de 6,5 a 50 veces superiores a los de la fase posterior de almacenamiento. Los melocotones y nectarinas son susceptibles de sufrir

una alteración denominada daños por frío cuando se almacenan a temperaturas en el rango de 2-7 °C. Los síntomas de estos daños pueden incluir pardeamiento, textura seca y algodonosa, fallo al madurar, vitrescencia de la pulpa, y normalmente una pérdida completa de sabor y aroma. La susceptibilidad a los daños por frío depende de la variedad y de la precocidad de los frutos, pero en todos los casos es uno de los factores más limitantes en la comercialización de las frutas de hueso. La temperatura óptima para la conservación del melocotón es 0 °C ($\pm 0,5$ °C), ya que en esas condiciones disminuyen el metabolismo de las frutas y la tasa de crecimiento microbiano, pero se controlan los daños por frío o por congelación. Sin embargo, es fundamental no prolongar en exceso el almacenamiento, ya que éste provoca incapacidad de la fruta para evolucionar cuando se interrumpen las condiciones de conservación.

Desde un punto de vista empresarial, además de consolidar los mercados ya existentes mediante la oferta de un producto de máxima calidad y vida útil, la apertura de nuevos mercados o destinos será muy importante tanto para empresas como para productores. Para ello, además de ofertar frutos de la mejor calidad posible que respondan en el lugar de destino a las exigencias comerciales, es necesario determinar las mejores condiciones de transporte y distribución. Así, con el fin de llevar el fruto a los mercados en los que el precio sea más alto, resultará interesante definir las condiciones de transporte en función de la distancia del destino. La prolongación de la vida útil que se logra con el frío no es siempre suficiente para una correcta comercialización, por lo que en ocasiones es necesario modificar la atmósfera y controlar las condiciones de humedad. La magnitud del beneficio que se obtiene con la utilización de atmósferas protectoras depende principalmente de la variedad, del cultivar, del grado de madurez, de la calidad inicial de la fruta, de las concentraciones de O₂ y CO₂ utilizadas, de la temperatura y, por último, del tiempo de exposición (Kader, 1989). La utilización de **atmósferas modificadas (AM)** como método de envasado permite alargar significativamente la vida útil de la mayoría de las frutas. No son muchos los estudios recientes realizados sobre el envasado de melocotón pero la mayoría de ellos se basan en una modificación de la atmósfera de forma pasiva, sin inyección de gases. En el caso de las atmósferas modificadas pasivas el papel de la película plástica es relevante, ya que será necesario seleccionar adecuadamente un tipo de película que permita obtener las condiciones deseadas dentro del envase, en función del producto que queramos conservar. Harb et al. (2006) estudiaron la eficacia de diferentes plásticos permeables en otro fruto de

hueso, la cereza variedad Regina pre-enfriada o no con hidrocooling. Con todos los films ensayados se consiguió un enriquecimiento de la atmósfera en CO₂ y un descenso en la concentración de O₂. Consiguieron mantener la firmeza y color original del fruto durante 5 semanas de conservación en frío. No se observó ningún efecto significativo sobre la acidez y el contenido en sólidos solubles.

Además del envasado en atmósfera modificada algunas casas comerciales distribuyen otros tipos de plásticos en los que se incorporan agentes secuestrantes de etileno (PeakFresh) u otros que se termosellan o cierran sin necesidad de utilizar envasadoras (LifeSpan, ViewFresh, FreshFruit) y que mantienen una elevada humedad relativa en su interior. Estos sistemas resultan más útiles para el embalaje a granel, por lo que podrían ser utilizados para el transporte de los melocotones cuando el destino es lejano (transporte interprovincial o exportación óptima).

Actualmente, varias empresas comercializan equipos de **fotocatálisis oxidativa** o ionización fotocatalítica para prevenir las alteraciones fúngicas durante la conservación o el transporte de frutas y hortalizas. La fotocatalisis se basa en la absorción de luz (ultravioleta) por parte de un sólido semiconductor (catalizador), que se foto-activa pudiendo generar en su superficie, y liberar al ambiente de las cámaras, especies oxidantes muy reactivas (ROS, radicales hidroxilo, superóxido y peróxido de hidrógeno) que conducen a la degradación de contaminantes químicos, microbiológicos y gaseosos (olores y otros), llegando a su destrucción/eliminación tanto en el aire como en superficies. En el caso de las frutas y hortalizas la técnica fotocatalítica ralentiza el proceso de maduración ya que es muy efectiva en la eliminación de compuestos orgánicos volátiles como el etileno, responsable de la maduración y senescencia de frutas, verduras y hortalizas. Además en las cámaras de conservación, la fotocatalisis reduce la contaminación ambiental disminuyendo el número de microorganismos tanto en el aire como en las superficies.

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Los experimentos desarrollados en este Trabajo Fin de Grado forman parte de las actuaciones incluidas en el marco del proyecto “Mejora de la calidad del melocotón de Calanda: material vegetal, técnicas culturales, conservación y comercialización” financiado por el Gobierno de Aragón dentro del Plan Estratégico de Teruel, y que cuenta con la participación del Centro de Tecnología Agroalimentaria de Aragón, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad de Zaragoza. En concreto, el Grupo de Investigación “Alimentos de Origen Vegetal” de la Universidad de Zaragoza, lidera el subproyecto “Aplicación de los avances en tecnología post-cosecha”. En este subproyecto se pretende dar respuesta a parte de las necesidades actuales planteadas por el sector productor y comercializador de estos frutos y que son:

1. Optimizar las etapas iniciales del proceso productivo: recolección, manipulación, pre-refrigeración, aplicación de tratamientos superficiales...
2. Desarrollar sistemas de envasado orientados a una posible exportación.
3. Reducir la generación de residuos de las prácticas pre y post-cosecha.

Dentro de estos objetivos globales de la investigación, en este Trabajo Fin de Grado se han abordado los siguientes aspectos:

1. Estudio de los puntos críticos (daños mecánicos) durante la confección del melocotón de Calanda

Un manejo post-cosecha poco cuidadoso puede derivar en una disminución de la vida útil del melocotón, además de un deterioro en su aspecto general. Las líneas de manipulación de fruta fresca en general y las de melocotón en particular, son uno de los puntos críticos donde la fruta recibe cargas mecánicas (impactos, roces y compresiones) que derivan en magulladuras y heridas que reducen su calidad y valor comercial. En el caso del melocotón DOP Calanda, la presencia de estos daños y/o defectos externos es uno de los principales factores limitantes de su vida útil después de la recolección. La aparición de estos daños se produce tras la conservación frigorífica, justo cuando el consumidor adquiere el producto, lo que hace que la calidad de éste se deprecie. Por ello, en este primer objetivo se realizará un análisis de los puntos críticos en dos centrales hortofrutícolas con diferentes líneas de confección para determinar en qué puntos y qué factores son los responsables de los daños mecánicos. Con esta

información la central podrá mejorar sus líneas de confección y en consecuencia la de su fruta.

2. Determinar la idoneidad de las atmósferas modificadas para la comercialización de los melocotones de Calanda.

El objetivo principal del envasado en atmósferas modificadas (EAM) es mantener la calidad de la fruta durante su comercialización mediante la disminución de su metabolismo lo que ralentiza su senescencia. Además, contribuyen al mantenimiento de un aspecto más fresco ya que limitan las pérdidas de peso. A pesar de haber sido ampliamente estudiadas en otras frutas, en melocotón no se han encontrado experiencias que garanticen que los efectos positivos derivados de su aplicación compensen los gastos asociados a su empleo. En este trabajo se ha evaluado el efecto sobre la calidad del melocotón de Calanda del envasado en 3 plásticos con distinto número de microperforaciones (12, 20 y 28) y por tanto, con distintas concentraciones gaseosas en el equilibrio. Los melocotones tras un periodo de refrigeración, que simula un transporte y distribución refrigerados, serán dispuestos a temperatura ambiente, simulando así las condiciones de comercialización y venta. Durante el ensayo se determinarán las concentraciones de dióxido de carbono y oxígeno en el interior de los envases y se evaluará la calidad físico-química y organoléptica, así como el número de frutos afectados de podredumbres y fisiopatías.

3. Estudiar la eficacia de la tecnología oxidativa para el control de podredumbres durante la conservación

Las podredumbres por *Monilinia* spp. ocasionan enormes pérdidas durante la conservación y comercialización del melocotón de Calanda. Estas pérdidas se agravan en los frutos procedentes de parcelas afectadas, en aquellas partidas que han sufrido daños en la cosecha o durante su confección, en los frutos más maduros y con el tiempo de conservación en cámara. La incidencia es especialmente preocupante si en los días previos a la cosecha en el cultivo se producen lluvias seguidas de un periodo calmoso. Es por ello que resulta necesario desarrollar unas tecnologías de bajo impacto para frenar la expansión de estas podredumbres sin necesidad de utilizar productos químicos. En este Trabajo de Fin de Grado se evaluó la tecnología OXYION basada en la fotocatalisis oxidativa como sistema de descontaminación para el control de las podredumbres en las cámaras de conservación. Esta tecnología basa su efecto en la

liberación al ambiente de la cámara de radicales altamente reactivos los cuales al contactar con los microorganismos de la superficie de las frutas rompen su membrana celular. Para desarrollar este objetivo principal, se establecieron dos objetivos parciales, el primero consistió en estudiar el efecto antifúngico de la tecnología OXYION en frutas previamente inoculadas con *Monilinia laxa* y *Monilinia fructicola*. Por otro lado, el segundo objetivo parcial consiste en la evaluación de la influencia de la tecnología OXYION sobre el desarrollo espontáneo de podredumbres y la calidad físico-química y organoléptica de los frutos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. ESTUDIO DE LOS PUNTOS CRÍTICOS (DAÑOS MECÁNICOS) DURANTE LA CONFECCIÓN DEL MELOCOTÓN DE CALANDA

4.1.1. Muestreo y conservación de las muestras

En este ensayo se seleccionaron dos centrales hortofrutícolas, “La Chipranesca” (Chiprana, Zaragoza) y “Frutícola Bajo Aragón” (Caspe, Zaragoza), que se encuentran en municipios cercanos y se diferencian en pequeños detalles en cuanto a la forma de manipulación de los melocotones. Se tomaron muestras de sus líneas de confección con el objetivo de determinar sus puntos críticos, es decir, las etapas donde los melocotones DOP Calanda sufren más daños mecánicos.

Para tomar una muestra representativa de cada central hortofrutícola, se recogieron 50 melocotones por punto o etapa a analizar. Los puntos donde se tomaron las muestras quedan reflejados y descritos en la Figura 7.

El punto 1 corresponde con la fase antes del volcado; el punto 2 al momento después del volcado; el punto 3 tras el desembolsado y el punto 4 se tomaron tras la fase del cepillado. El punto 5 corresponde a la fase final de la confección, una vez los frutos han sido clasificados. Cabe destacar que de la empresa “Frutícolas Bajo Aragón” no se dispone de los melocotones correspondientes al punto 2, ya que en el momento de la toma de muestra, la central sufrió un percance con la maquinaria que impidió tomar muestra de ese punto.

Una vez se recogieron los melocotones, fueron transportados en cajas de plástico hasta el laboratorio. Una vez allí, fueron almacenados en las cámaras de refrigeración a 1 °C durante 7 días, periodo tras el cual se dispusieron a temperatura ambiente durante 6 días simulando así el periodo de conservación y comercialización.






<p>Punto 1: Antes del volcado</p> <ul style="list-style-type: none"> → Los melocotones son recibidos del campo en palets con su embolsado característico 	
<p>Punto 2: Tras el volcado</p> <ul style="list-style-type: none"> → Consiste en sacar los melocotones de los palets → Esta etapa se realiza mediante volcadores de palets automáticos → Se depositan directamente en la línea de confección 	
<p>Punto 3: Tras el desembolsado</p> <ul style="list-style-type: none"> → Esta etapa se basa en la eliminación de la bolsa de papel que acompaña a los melocotones. → En ambas centrales es automático. En La Chipranesca se realiza por pinzas y en Frcutícola Bajo Aragonesa con rodillos 	
<p>Punto 4: Tras el cepillado</p> <ul style="list-style-type: none"> → Con esta etapa se eliminan los tricomas de los melocotones → En La Chipranesca los rodillos son de pelo mixto (sintético+caballo) y en Frcutícola Bajo Aragonesa con rodillos de pelo de caballo 	
<p>Punto 5: Final de la línea</p> <ul style="list-style-type: none"> → Se clasifican en dos categorías: <ul style="list-style-type: none"> ○ Calibre 16 (de mayor tamaño) ○ Calibre 20 (de menor tamaño) → Las muestras se toman cuando ya han sido clasificados y seleccionados 	

Figura 7. Puntos de control durante el estudio de puntos críticos en la confección del “Melocotón de Calanda”

4.1.2. Evaluación de los daños mecánicos

La evolución de la severidad de los daños por impacto se estudió diariamente durante 6 días a temperatura ambiente. Los daños mecánicos se clasificaron en una escala de 5 puntos (de nulo a severo) (Figura 8).






NIVEL	INTENSIDAD DE DAÑO	Características del fruto	
0	NULO	Melocotón sin daños en la piel, ausencia de marcas	
1	MUY LEVE	El número de marcas en la piel es como máximo 5 y de un tamaño pequeño (aproximadamente 2 cm).	
2	LEVE	El número de marcas en la piel es mayor a 5 y de un tamaño superior a 2 cm, ocupando en su totalidad menos del 50% de la superficie del melocotón	
3	MODERADO	Las magulladuras ocupan en su totalidad más del 50% de la superficie del melocotón, son severas o hay más de 5 marcas de gran intensidad.	
4	SEVERO	Las magulladuras ocupan la totalidad del melocotón, pierde líquidos e incluso presenta podredumbres.	

Figura 8. Escala de clasificación de los daños mecánicos en melocotón

4.2. ATMÓSFERAS MODIFICADAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DEL MELOCOTÓN DE CALANDA

4.2.1. Muestras

Los melocotones cv Calante empleados en este ensayo fueron suministrados por la empresa Frutas Taberner (Caspé, Zaragoza). Los frutos se seleccionaron eliminando aquellos dañados y escogiendo los de menor grado de madurez, ya que iban a permanecer un mayor tiempo almacenados.

Una vez se realizó el estudio de calidad inicial, los melocotones se trasladaron a la central hortofrutícola Lafuente Tomey (La Muela, Zaragoza) para su envasado.

4.2.2. Envasado

Los melocotones fueron enfriados a 2 °C y posteriormente envasados. Para ello se

empleó la envasadora tipo “Flow pack” (Ulma, modelo Atlanta) (Figura 9). Se dispusieron dos melocotones (unos 750 g) en cada barquilla de plástico de polietileno (21 x 11 x 9 cm). Para el envasado se emplearon tres plásticos microperforados con diferente número de microperforaciones por envase (12, 20 y 28). Se dispuso también de un lote control constituido por melocotones envasados en plástico macroperforado



Figura 9. Proceso de envasado en flow-pack (izqda) y envase de melocotones dispuesto para su conservación (dcha).

4.2.3. Conservación

Una vez los melocotones fueron envasados, se almacenaron a 1 °C durante dos días, y una vez pasado este tiempo, los melocotones se dispusieron en una cámara a 20 °C hasta el fin de su vida útil (7 días). Estas condiciones intentan simular el transporte en frío y la comercialización a temperatura ambiente de los frutos.

4.2.4. Análisis

4.2.4.1. Determinación de la atmósfera interna de los envases

Diariamente se determinó la composición gaseosa interna (oxígeno y dióxido de carbono) de tres envases por lote. Este control se realizó con un analizador de O₂ y CO₂, modelo Checkmate.

4.2.4.2. Parámetros de calidad

La calidad físico-químico y sensorial de los frutos se evaluó en el día 0 (recepción) y cada 7 días durante la conservación. La determinación de la calidad inicial se llevó a cabo en 30 melocotones. Para el resto de pruebas de control se analizaron 5 barquetas por plástico microperforado (12, 20 y 28 microperforaciones).

Los parámetros determinados fueron:

-Parámetros físico-químicos

a. *Color*: la medida instrumental de color se realizó con un colorímetro Minolta (modelo CR400). Se utilizaron las coordenadas de color del espacio CIELAB, donde existen las coordenadas cartesianas a^* y b^* , indicando $a^* > 0$ rojo, $a^* < 0$ verde, $b^* > 0$ amarillo y $b^* < 0$ azul, y la coordenada L^* , denominada claridad, que se define como la luminosidad del estímulo juzgada con relación a la luminosidad de otro estímulo que aparece como blanco siendo $L=0$ negro y $L=100$ blanco. En la Figura 10 queda reflejado el procedimiento.



Figura 10. Medida de color mediante el colorímetro Minolta en melocotones DOP Calanda

b. *Firmeza*: la firmeza se evaluó mediante un procedimiento no destructivo empleando un durómetro (Durofel, Agrotecnologie, Francia) (Figura 11) y mediante penetrometría en frutos sin piel empleando el penetrómetro digital modelo AGROSTA 100 (Agro 7) con una sonda de 8 mm (Figura 12). Los resultados se expresan en unidades Durofel y en kg, respectivamente.



Figura 11. Durofel equipado con la sonda de 10 mm.

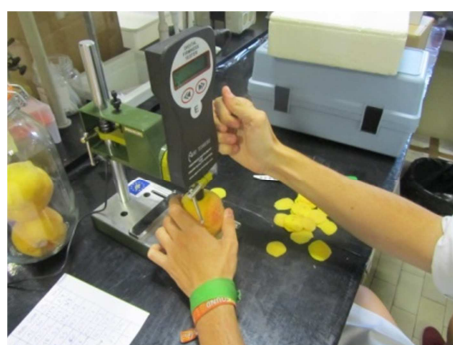


Figura 12. Medida de la firmeza del melocotón de Calanda con penetrómetro manual

- c. *Sólidos solubles*: el contenido en azúcares se determinó mediante refractometría con un equipo digital (ATAGO, modelo DBX 55), con corrector automático de temperatura. Los resultados se expresan en ° Brix a 20 °C.
- d. *Acidez*: el contenido total en ácidos naturales se determinó en zumos elaborados a partir de porciones de 5 melocotones diferentes, mediante valoración con una solución de NaOH 0,1 N, con un equipo automático modelo CRISON Compact

Titratador. Para ello 10 mL de zumo se mezclaron con 90 mL de agua. El valor de la acidez se expresó como gramos de ácido málico/kg. El equipo utilizado, también mide el valor del pH.

- Podredumbres y desórdenes fisiológicos

Los melocotones se cortaron por la mitad y se evaluó la vitrescencia (zonas transparentes causadas por golpes) que se clasificó en una escala de 6 niveles en función de la superficie afectada: nivel 1: 0% superficie afectada, 2: 0-20%, 3: 20-40%, 4: 40-60%, 5: 60-80% y 6: >80%; La textura algodonosa (“woollines o mealliness”) se clasificó en una escala de 5 puntos, donde los porcentajes 0, 0-25, 25-50, 50-75 y >75% de zonas afectadas corresponden a los niveles 1, 2, 3, 4 y 5 de dicha fisiopatía. El “bleeding” (manchas rojas en la pulpa que rodea al hueso debido a daños por el frío) se evaluó en una escala de 3 niveles, el nivel 1 corresponde a 0% afectado, el nivel 2 0-50% afectado, y el nivel 3 >50%.

- Análisis microbiológicos

El estudio microbiológico se realizó por triplicado (tres frutos de cada lote). De cada melocotón con la ayuda de un bisturí y una ventana estériles, se tomaron dos muestras de 10 cm², que se diluyeron en agua de peptona. De esta dilución 0,1 mL se sembraron en superficie (con la ayuda de un asa de Diglansky) en Agar DRBC (Dicloran-Rosa bengala-Cloranfenicol, Merck, Darmstadt, Germany) que se incubó a 25 °C durante 3-5 días. Para el recuento de Aerobios mesófilos totales, 0,1 mL de la dilución se dispusieron en Agar TSA (Agar Triptona de Soya, Merck) y se incubaron a 30 °C durante 3 días.

- Análisis sensorial

En un primer lugar, se evaluó la apariencia de los melocotones y se clasificaron de acuerdo a una escala de 4 puntos: muy buena, buena, regular o mala. Después se evaluaron las características organolépticas de los melocotones DOP Calanda con la ayuda de una ficha de cata (Figura 13). Los atributos a valorar fueron el aspecto exterior, el sabor, la textura y el comportamiento en boca. El análisis sensorial fue realizado por un panel de 9 expertos (5 mujeres y 4 hombres; edad media 28), miembros del Grupo de Investigación.

Figura 13. Hoja de cata empleada para evaluar las características organolépticas de los melocotones DOP Calanda

Código: 354	Nombre: نبله	Fecha: 26/10/15
FASE 1. (EVALUACIÓN EN CABINA CON LUZ VERDE)		

EN BOCA



1. TEXTURA

Melocotón 1: Muy blanda Blanda Media Dura Muy dura

Melocotón 2: Muy blanda Blanda Media Dura Muy dura

Melocotón 3: Muy blanda Blanda Media Dura Muy dura

2. CROCANTEZ

Melocotón 1: Muy blanda Blanda Media Crocante Muy crocante

Melocotón 2: Muy blanda Blanda Media Crocante Muy crocante

Melocotón 3: Muy blanda Blanda Media Crocante Muy crocante

3. JUGOSIDAD

Melocotón 1: Poco Medio Mucho

Melocotón 2: Poco Medio Mucho

Melocotón 3: Poco Medio Mucho

4. INTENSIDAD DEL SABOR CARACTERÍSTICO

	Poco intenso		Muy intenso		
Melocotón 1:	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Melocotón 2:	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Melocotón 3:	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4

5. SABOR

Melocotón 1: Muy dulce Dulce Ni dulce ni ácido Ácido Muy ácido

Melocotón 2: Muy dulce Dulce Ni dulce ni ácido Ácido Muy ácido

Melocotón 3: Muy dulce Dulce Ni dulce ni ácido Ácido Muy ácido

1. DEFECTOS

	Sabores extraños	Otros
Melocotón 1:	<input type="checkbox"/> Sí / <input checked="" type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí / <input checked="" type="checkbox"/> No
Melocotón 2:	<input type="checkbox"/> Sí / <input checked="" type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí / <input checked="" type="checkbox"/> No
Melocotón 3:	<input type="checkbox"/> Sí / <input checked="" type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí / <input checked="" type="checkbox"/> No

2. PREFERENCIA GLOBAL (tacto + sabor)

Melocotón 1: Preferencia hedónica
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

no me gusta nada me gusta mucho

Melocotón 2: Preferencia hedónica
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

no me gusta nada me gusta mucho

Melocotón 3: Preferencia hedónica
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

no me gusta nada me gusta mucho

4.3. LA FOTOCATÁLISIS OXIDATIVA PARA EL CONTROL DE PODREDUMBRES DURANTE LA CONSERVACIÓN DE MELOCOTÓN DE CALANDA

Para el estudio de los posibles efectos beneficiosos del empleo de la fotocatalisis oxidativa se realizaron dos tipos de ensayos. En el primer ensayo se determinó la inhibición del desarrollo de la podredumbre marrón en melocotones previamente inoculados con *M. fructicola* y *M. laxa* y conservados en la cámara equipada con el equipo de fotocatalisis. El segundo ensayo tuvo como objetivo establecer la influencia de esta tecnología en la calidad físico-química, microbiológica y sensorial de los frutos. Para ello se empleó un equipo suministrado por la empresa OXYION

4.3.1. Inhibición del crecimiento de *Monilinia fructicola* y *Monilinia laxa* en melocotones previamente inoculados

Obtención del inóculo fúngico: *M. fructicola* y *M. laxa* fueron incubadas en placas de agar patata dextrosa (PDA, Merck) a 20 °C durante 7-10 días hasta alcanzar un grado de esporulación elevado. Para la obtención de las suspensiones de esporas a cada placa de agar patata dextrosa (PDA, Merck) se añadieron 5 mL de agua destilada estéril, con un 0,05% de Tween 80 y posteriormente se raspó la superficie con un asa de siembra estéril para separar el micelio y las esporas. El contenido de la placa se filtró a través de 4 capas de gasa estéril para separar el micelio. El número de esporas por mL se ajustó a 10^4 esporas/mL tras contaje microscópico directo y posterior dilución (Figura 14).

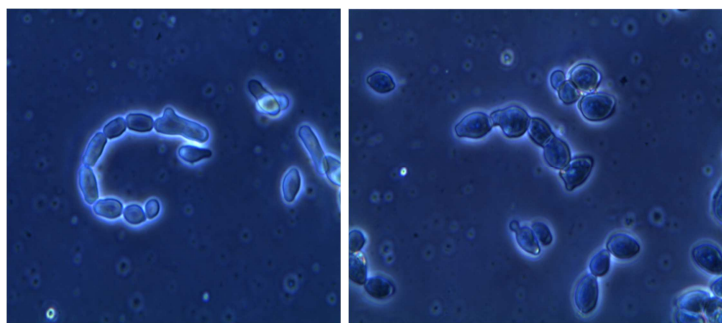


Figura 14. Esporas de *M. laxa* (izqda.) y *M. fructicola* (dcha) x 1000

Inoculación: Previamente a la inoculación se descontaminó la superficie de los melocotones con un hisopo de algodón impregnado en etanol 80%. A continuación, se realizaron dos pequeñas incisiones en la epidermis de la zona peduncular con una punta de micropipeta estéril de 1 mm de profundidad. Estas incisiones fueron inoculadas con 15 μ L de la suspensión esporal (Figura 15). Tras mantener los melocotones inoculados durante 2 horas a temperatura ambiente y en cabina de flujo laminar para favorecer la implantación del moho, se dispusieron en la cámara correspondiente.



Figura 15. Proceso de inoculación de las esporas fúngicas en los melocotones

El lote control (30 melocotones) se conservó en una cámara de refrigeración a 1 °C, mientras que el otro lote (30 melocotones) se sometió a la tecnología fotocatalítica en una cámara equipada con un equipo suministrado por la empresa OXYION (Figura 16). Los frutos fueron almacenados durante 7 días y tras pasados a temperatura ambiente para determinar número de heridas infectadas de podredumbre y el diámetro de crecimiento.



Figura 16. Cámara de refrigeración equipada con tecnología OXYION

4.3.2. Determinación de la influencia de la fotocatalisis oxidativa en la calidad de los melocotones

Los melocotones cv Calante se dividieron en dos grupos de 50 frutos. Uno de ellos se conservó en la cámara con la tecnología OXYION y el otro se almacenó en una cámara de refrigeración convencional.

A los 7 días de almacenamiento a 1 °C se realizó un control de pérdida de peso. A los 7+2 días a 20 °C, se llevó a cabo un estudio de la calidad físico-química, sensorial y microbiológica (epígrafe 4.2.4). También se realizó un análisis microbiológico de la microflora epífita superficial. A los 15 días, se volvió a realizar un control de pérdida de peso, y se analizó la calidad y se llevó a cabo el estudio microbiológico de los melocotones.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. ESTUDIO DE LOS PUNTOS CRÍTICOS (DAÑOS MECÁNICOS) DURANTE LA CONFECCIÓN DEL MELOCOTÓN DE CALANDA

5.1.1. Central hortofrutícola, “La Chipranesca”

La proporción de melocotones en los diferentes niveles de daños a lo largo de los 6 días de conservación a 20 °C quedan reflejados en la Figura 17.

Se puede observar que en los dos primeros días, la mayor parte de los melocotones no presentan daños, especialmente en las primeras fases de la confección. Es a partir del tercer día, cuando los niveles de daños aumentan, quedando menos del 20% de los melocotones clasificados en el nivel 0. El último día de estudio el 90% de los melocotones se clasifican en niveles de daño mayores del 2. Las lesiones de los melocotones de esta central hortofrutícola se agravan en el tercer día de estudio, depreciándose su calidad muy rápidamente a partir de ese momento. Las etapas del procesado más críticas son el desembolsado y el cepillado; en estas dos fases los niveles de daños aumentan alrededor de un 50% con respecto a las demás fases. Se observa también la influencia del calibre en los daños mecánicos. Los melocotones calibre 16 (el más grande), sufre más daños que los de calibre 20 (el más pequeño).

5.1.2. Central hortofrutícola, “Frutícola Bajo Aragón”

En la Figura 18 se presentan los resultados obtenidos en la línea de confección de “Frutícola Bajo Aragón”.

A partir del día 3 es cuando aumenta la intensidad de los daños. Estos se incrementan notablemente tras las etapas de desembolsado y cepillado. Esto puede indicar la posible existencia en una de estas dos etapas (o en las dos) de un punto crítico en la confección del Melocotón DOP Calanda en “Frutícola Bajo Aragón”.

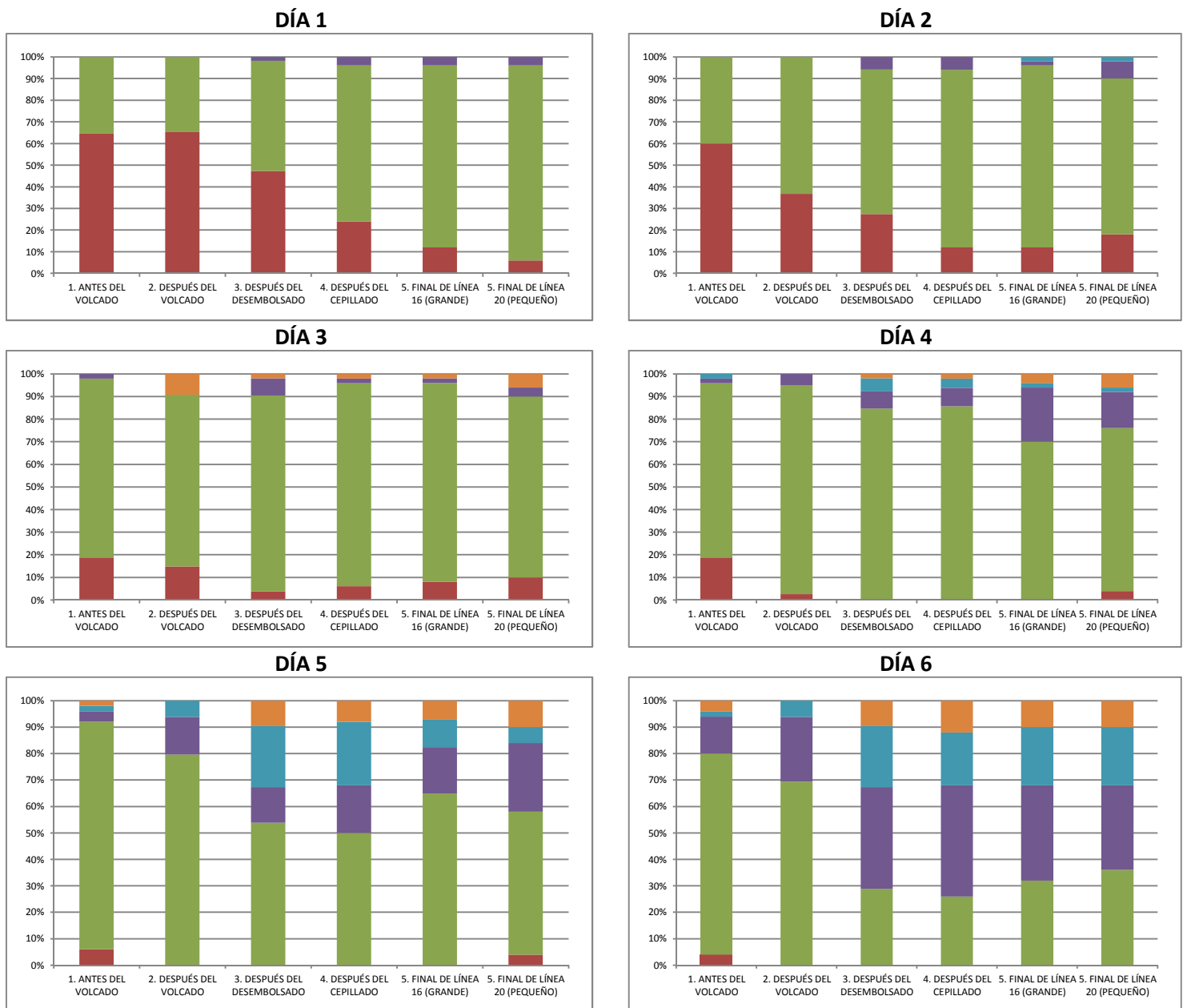


Figura 17. Evolución de la intensidad de los daños en los melocotones obtenidos en “La Chipranesca”





Figura 18. Evolución de la intensidad de los daños en los melocotones obtenidos en “Frutícola Bajo Aragón”

Comparando los porcentajes de daños entre ambas industrias, podemos comprobar cómo a partir del tercer día en ambas centrales la calidad comienza a perderse, aunque en “Frutícola Bajo Aragón” el ritmo de deterioro de calidad es algo menor que en “La Chipranesca”, ya que los melocotones que presentan nivel 0 de daños son más en la

primera de estas centrales. En todos los casos es a partir del tercer día de conservación a temperatura ambiente cuando empiezan a aparecer los daños a niveles que deprecian la calidad del producto. Se concluye que las etapas de desembolsado y cepillado siempre son las que mayores daños producen en el fruto, tanto si se realizan con un sistema mecánico de rodillos o con un sistema mecánico de pinza. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en estudios anteriores realizados por el Grupo de Investigación en otras centrales hortofrutícolas de la zona, incluso en las que se realizaba un desembolsado manual.

5.2. DETERMINAR LA IDONEIDAD DE LAS ATMÓSFERAS MODIFICADAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE LOS MELCOTONES DE CALANDA

5.2.1. Atmósfera en el interior del envase

En la Figura 19 quedan recogidas las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono medidas durante 7 días a temperatura ambiente.

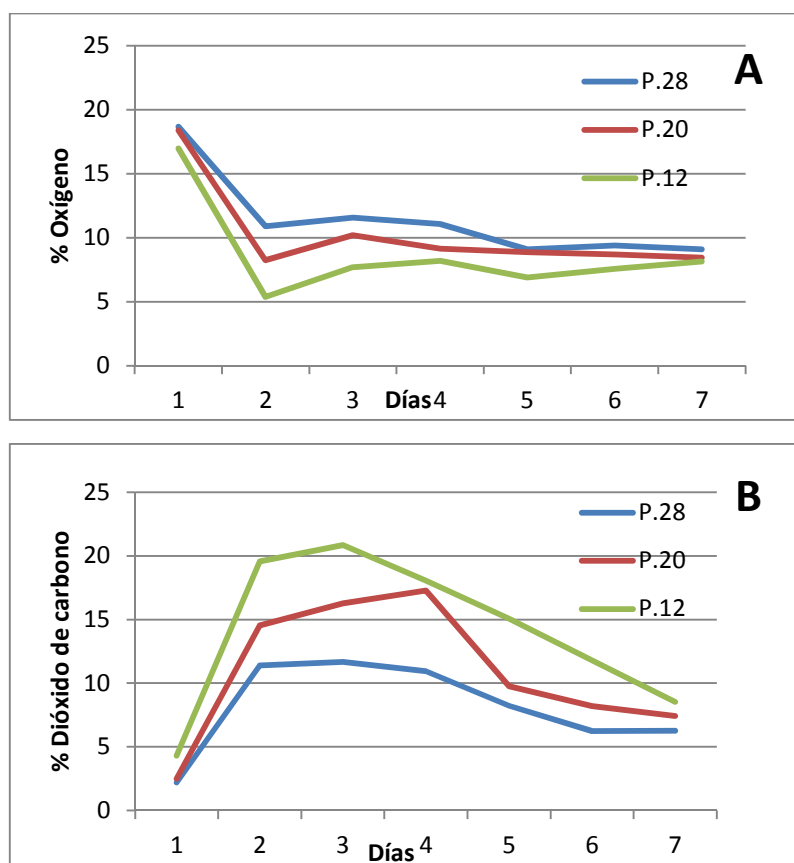


Figura 19. Evolución de la concentración de gases en el interior de los envases de melocotones. A) Porcentaje de O₂ B) Porcentaje de CO₂.

La concentración de oxígeno sigue un ritmo descendente siendo en el plástico con 12

microperforaciones 12 donde el descenso es más brusco. Tras un leve aumento de la concentración, llega a un punto de convergencia (9% de oxígeno) de los tres tipos de envasado. La concentración de dióxido de carbono sigue una distribución ascendente, sobre todo en el film P.12; en estos envases se alcanza una concentración del más del 20% a los 3 días. A partir de ese momento la concentración desciende hasta alcanzar la estabilidad en el punto de convergencia, del 6-7% de dióxido de carbono en todos los envases. Las atmósferas finales de equilibrio a los 7 días contienen un 7-8% de O₂ y 7-8% de CO₂.

5.2.2. Calidad físico-química

El mismo día de la recepción de los frutos se analizó su calidad inicial para poder así analizar la evolución de los mismos a lo largo del tiempo.

Tras su conservación en refrigeración, los envases se mantuvieron 7 días a temperatura ambiente, momento en el que se llevó a cabo el primer estudio de calidad de los melocotones. Los resultados obtenidos en el estudio de calidad del día 7 se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de calidad en melocotones cv Calante envasados en plásticos microperforados tras 2 días a 1 °C y 7 días a 20 °C

Parámetro	Día 0 (Inicial)	Control	Día 7			
			P ^a . 28	P. 20	P. 12	
Sólidos Solubles Totales (°Brix)	12,1 ± 1,1	12,0 ± 0,7	11 ± 0,3	10,8 ± 0,7	11,5 ± 0,6	
pH	3,9 ± 0,04	4,4 ± 0,1	5,1 ± 0,1	5,2 ± 0,1	5,2 ± 0,1	
Acidez (g/L)	5,6 ± 0,6	2,6 ± 0,02	1,8 ± 0,2	2,0 ± 0,6	2,3 ± 0,2	
Durofel (unidades Durofel)	75,7 ± 4,0	27,1 ± 9,6	21,4 ± 1,4	20,8 ± 1,6	21,1 ± 1,7	
Penetrómetro (kg)	4,3 ± 1,3	3,3 ± 0,8	3,6 ± 1,0	3,3 ± 1,2	4,1 ± 0,9	
Color	L*	70,9 ± 4,9	69,0 ± 3,2	68,7 ± 6,3	69,7 ± 4,3	69,3 ± 1,7
	a*	2,9 ± 6,6	6,7 ± 1,2	5,3 ± 4,1	4,7 ± 3,3	4,1 ± 4,9
	b*	49,9 ± 8,9	50,0 ± 8,6	50,2 ± 12,5	48,0 ± 17,2	47,7 ± 12,6
	C	50,1 ± 9,3	50,4 ± 8,9	50,6 ± 12,5	48,3 ± 17,4	47,9 ± 12,9
	h	86,8 ± 8,3	82,4 ± 2,1	84,0 ± 5,8	84,4 ± 4,3	85,1 ± 6,5

^a número de microperforaciones por envase.

Se puede observar como los SST (°Brix) son menores en los melocotones envasados en plásticos con microperforaciones que en el lote control. El lote control tiene un pH más bajo y mayor acidez que los lotes en microperforados. Las microperforaciones 12 y 28 han obtenido valores similares en todos los parámetros estudiados, a excepción de la acidez, ya que la microperforación 12 presenta una acidez valorable más elevada que la

de 28. Los melocotones envasados en film 20 tienen menor firmeza, una acidez intermedia y un pH igual a los anteriores. El color no se ve afectado por los diferentes tipos de envasados.

Además debemos indicar que la apariencia visual y el porcentaje de pudriciones en los melocotones control y los envasados en microperforados 28, 20 y 12 son respectivamente: apariencia regular y 71,4% de pudriciones; apariencia mala y 31,2% de pudriciones; apariencia mala y 50% de pudriciones; apariencia mala y 37,5% de pudriciones. El grado de severidad de los diferentes desórdenes fisiológicos queda recogido en la Tabla 2. Los melocotones envasados con el film P.20 son los que mayor número de desórdenes fisiológicos presentan, mientras que el lote control es el que muestra menor cantidad de desórdenes fisiológicos.

Tabla 2. Desórdenes fisiológicos (% de severidad) melocotones cv Calante envasados en plásticos microperforados tras 2 días a 1 °C y 7 días a 20 °C

Desórdenes fisiológicos	Lote			
	Control	P ^a . 28	P. 20	P. 12
Vitrescencia	2,2	4,4	5,6	4,2
Woollines	0	1,75	0	0
Bleeding	2	1,5	7	3,5

^a número de microperforaciones por envase.

En cuanto a los análisis microbiológicos realizados a las muestras, se obtuvieron los resultados resumidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Recuentos microbiológicos (UFC/cm²) melocotones cv Calante envasados en plásticos microperforados tras 2 días a 1 °C y 7 días a 20 °C

LOTE	Parámetro (log UFC/cm ²)		
	Levaduras	Mohos	Aerobios Mesófilos Totales
Control	4,4 ± 0,3	4,0 ± 0,4	4,4 ± 0,3
P. 28	4,4 ± 0,4	3,8 ± 0,5	4,7 ± 0,2
P. 20	4,5 ± 0,1	3,5 ± 0,5	4,6 ± 0,2
P. 12	4,5 ± 0,3	3,4 ± 0,3	4,5 ± 0,4

En los resultados podemos observar como la población predominante en los melocotones son las levaduras especialmente en los lotes envasados en plásticos microperforados lo que podría estar debido a la selección de estos microorganismos provocada por las concentraciones de CO₂ que se alcanzan en estos envases. También se

observan unos menores recuentos de mohos en los lotes envasados en microperforados.

Por último, un parámetro muy importante es el control de la pérdida de peso ya que, conlleva una ganancia económica menor para el empresario. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Porcentaje de pérdida de peso en melocotones cv Calante envasados en plásticos microperforados tras 2 días a 1 °C y 7 días a 20 °C

LOTE	% pérdida de peso
Control	1,5 ± 0,5
P. 28	1,7 ± 0,1
P. 20	1,6 ± 0,1
P. 12	1,6 ± 0,1

Como podemos observar, las diferencias entre los distintos plásticos microperforados no son significativas. Por lo tanto, esta variable estudiada, no se ve influida por el número de microperforaciones que presente el envase. Cabe destacar que el porcentaje de pérdida del lote control (envasado en plástico macroperforado) presenta un porcentaje de pérdida ligeramente menor que los demás envases con menores perforaciones.

5.2.3. Calidad sensorial

En la Figura 20 quedan reflejados los resultados obtenidos en las catas realizadas a los melocotones cv. Calante.

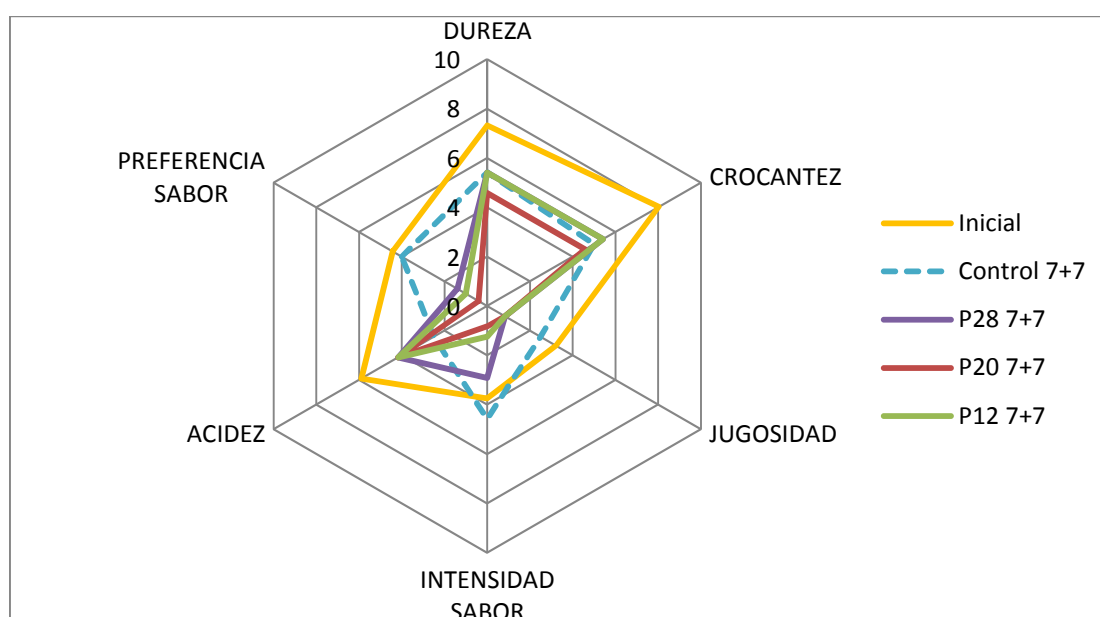


Figura 20. Perfil sensorial de melocotones cv Calante envasados en plásticos microperforados tras 2 días a 1 °C y 7 días a 20 °C

Todos los melocotones envasados (incluido el control) disminuyen su dureza, crocantez y acidez conforme avanza el tiempo de almacenamiento. La jugosidad de los melocotones envasados en plásticos con microperforaciones, es menor a la del lote control. Además en preferencia de sabor se puede observar como el lote control prevalece ante los demás. Como conclusión se puede extraer que el envasado en plástico con microperforaciones no afecta de manera positiva a la calidad sensorial de los melocotones.

5.3.LA FOTOCATÁLISIS OXIDATIVA PARA EL CONTROL DE PODREDUMBRES DURANTE LA CONSERVACIÓN DEL MELOCOTÓN DE CALANDA

5.3.1. Efecto sobre *M. laxa* y *M. fructicola* previamente inoculadas en los frutos

El crecimiento de *Monilinia fructicola* y *Monilinia laxa* en ambos lotes, tras 7 días de tratamiento y 7 días a temperatura ambiente queda recogido en la Tabla 5.

Tabla 5. Reducción de la incidencia (heridas infectadas) y diámetro de la lesión (mm) en los melocotones cv Calante inoculados con *M. fructicola* y *M. laxa* conservados en cámaras de refrigeración convencional (control) y en cámara con fotocátalisis oxidativa (OXYION)

<i>M. fructicola</i>						
Día	Nº de heridas infectadas			Diámetro de la lesión		
	CONTROL	OXYION	% Reducción	CONTROL	OXYION	% Reducción
3	2	0	10	7,37	0	100
4	19	18	5	18,48	10,89	58,55
5	20	20	0	34,88	27	21,69
6	20	20	0	50,98	42,88	9,84
7	20	20	0	57,23	48,94	11,1
<i>M. laxa</i>						
Día	Nº de heridas infectadas			Diámetro de la lesión		
	CONTROL	OXYION	% Reducción	CONTROL	OXYION	% Reducción
3	20	9	55	12,87	3,71	71,17
4	20	19	5	32,17	32,17	0
5	20	20	0	49,22	43,65	21,77
6	20	20	0	62,53	60,55	5,15
7	20	20	0	67,55	64,82	0,01

El almacenamiento previo en cámaras equipadas con fotocátalisis produce un retraso en el desarrollo de la enfermedad ya que las lesiones no se hacen evidentes hasta el día 4 de incubación a 20 ° C y por tanto el diámetro de la lesión siempre es menor durante los

7 días de control.

5.3.2. Efecto de la fotocatalisis sobre los parámetros de calidad

En las tablas 8, 9 y 10 quedan reflejados los resultados de los análisis de calidad y microbiológicos realizados a los melocotones cv Calante durante la conservación en cámara de fotocatalisis (OXYION). En todos los casos estos resultados se comparan con los obtenidos por el lote conservado en cámara de refrigeración convencional (CONTROL). Los melocotones cuando se realizaron las pruebas de calidad presentaban un aspecto entre bueno y regular (a excepción de la calidad a tiempo cero, donde el aspecto era muy bueno).

Respecto a la calidad microbiológica (Tabla 6) no se puede establecer con claridad si la técnica fotocatalítica afecta a los recuentos de los distintos grupos microbianos ya que éstos son muy similares.

Tabla 6. Recuentos microbiológicos realizados en melocotones cv Calante conservados en cámara con fotocatalisis oxidativa (OXYION)

Lote	Recuentos (log UFC/cm ²)		
	Levaduras	Mohos	Aerobios Mesófilos Totales
Control 7	3,1 ± 0,9	3,1 ± 0,3	3,4 ± 0,4
OXYION 7	3,3 ± 0,3	3,0 ± 0,5	3,2 ± 0,2
Control 7+2	3,5 ± 0,4	3,0 ± 0,5	3,4 ± 0,3
OXYION 7+2	3,7 ± 0,3	3,0 ± 0,2	3,6 ± 0,3
Control 15	4,0 ± 0,4	3,3 ± 0,2	3,7 ± 0,1
OXYION 15	3,8 ± 0,5	3,1 ± 0,1	3,6 ± 0,3
Control 15+2	4,3 ± 0,2	4,0 ± 0,3	4,4 ± 0,4
OXYION 15+2	3,6 ± 0,1	3,4 ± 0,3	4,0 ± 0,1

La Tabla 7 recoge los resultados de los análisis físico-químicos. Los SST no se ven afectados por la tecnología OXYION a los 7 días, en cambio a los 15 sufren una reducción de dos unidades respecto del control. Por su parte, el pH, no se ve afectado por dicha tecnología. Cabe destacar que la acidez se ve incrementada en un 5% al utilizar OXYION como tecnología post-cosecha. La textura no se ve afectada en gran medida, a excepción del lote OXYION 15+2 donde hay una pérdida de la firmeza del fruto. Los parámetros de color no se ven afectados por la tecnología OXYION, por lo tanto se puede afirmar que este método de conservación no afecta negativamente al color de los frutos.

Tabla 7. Parámetros de calidad en melocotones cv Calante conservados en cámara con fotocátalisis oxidativa (OXYION)

Parámetro	Día 0	Control 7+2	OXYION 7+2	Control 15+2	OXYION 15+2	
Sólidos Solubles Totales (°Brix)	14,5 ± 0,9	13,4 ± 0,3	13,5 ± 0,6	13,4 ± 0,1	11,8 ± 0,1	
pH	4,0 ± 0,04	4,0 ± 0,1	4,0 ± 0,02	4,6 ± 0,1	4,4 ± 0,04	
Acidez (g/L)	6,6 ± 0,7	4,7 ± 0,5	5,3 ± 0,1	9,6 ± 1,6	9,9 ± 2,0	
Durofel (Du)	68,4 ± 5,9	60,8 ± 7,1	59,6 ± 7,8	53,6 ± 11,9	41,1 ± 1,6	
Penetrómetro (Kg)	3,8 ± 0,8	2,2 ± 0,8	2,2 ± 0,7	2,9 ± 0,6	2,6 ± 0,7	
% de pudriciones	0	0	0	0	0	
Color	L*	69,9 ± 5,4	68,3 ± 9,6	66,7 ± 10,9	67,6 ± 15,7	65,7 ± 17
	a*	5,5 ± 7,9	7,5 ± 5,9	6,7 ± 3,0	7,9 ± 3,7	7,1 ± 3,7
	b*	53,3 ± 11,2	51,4 ± 18,2	50,7 ± 11,5	51,4 ± 20,9	48,4 ± 20,1
	C	53,7 ± 11,6	52,0 ± 19,5	51,2 ± 11,5	52,1 ± 20,5	49,0 ± 20,0
	h	84,2 ± 8,7	81,8 ± 5,5	82,4 ± 3,9	81,2 ± 5,2	81,6 ± 5,3

En cuanto a los desórdenes fisiológicos (Tabla 8), la tecnología OXYION reduce la aparición de los mismos a los 7 días de almacenamiento, a excepción de la vitrescencia ya que se observa un aumento en la incidencia del 0,8%. Sin embargo, a los 15 días de almacenamiento en tecnología OXYION los desórdenes “woollines y bleeding” aumentan su incidencia un 0,25% y 1,5% respectivamente mientras que vitrescencia se reduce en una unidad.

Tabla 8. Porcentaje de severidad de los diferentes desórdenes fisiológicos presentes en los melocotones cv Calante conservados en cámara con fotocátalisis oxidativa (OXYION)

Desórdenes fisiológicos	Día 0	Control 7+2	OXYION 7+2	Control 15+2	OXYION 15+2
Vitrescencia	0,4	4,8	5,6	3,2	2,2
Woollines	0	0,75	0	0,25	0,5
Bleeding	0	0,5	0	1,5	3

El porcentaje de pérdida de peso es mucho menor en los lotes que han sido conservados en fotocatalisis, un 0,7% frente a un 5,3 del control a los 7 días y un 2,2, frente a un 5,6 del control a los 15 días.

Por último, el estudio de la calidad sensorial queda reflejado en la Figura 21. Se puede observar como la dureza se reduce a la mitad en todos los lotes respecto del lote inicial,

debido al tiempo de almacenamiento. La crocantez tiene valores máximos de 6 unidades en lote control de 15 días, mientras que los lotes OXYION convergen en 5 unidades. La jugosidad se ve negativamente afectada por la cámara OXYION ya que hay una reducción de más de 4 unidades. Por su parte, la intensidad de sabor se mantiene en todos los lotes, por lo que OXYION no afecta negativamente a esta cualidad organoléptica. La acidez tampoco se ve afectada ya que todos los lotes tienen 3,5 unidades. Por último la preferencia de sabor de mayor a menor es: lote inicial, lote control 7 días, lote OXYION 7 días, lote control 15 días y lote OXYION 15 días. Por ello se puede concluir que un tiempo de aplicación de la tecnología OXYION puede provocar efectos positivos en la calidad de los melocotones, pero si ese tiempo se excede, el melocotón sufre una serie de cambios organolépticos que ocasiona el rechazo por parte del consumidor.

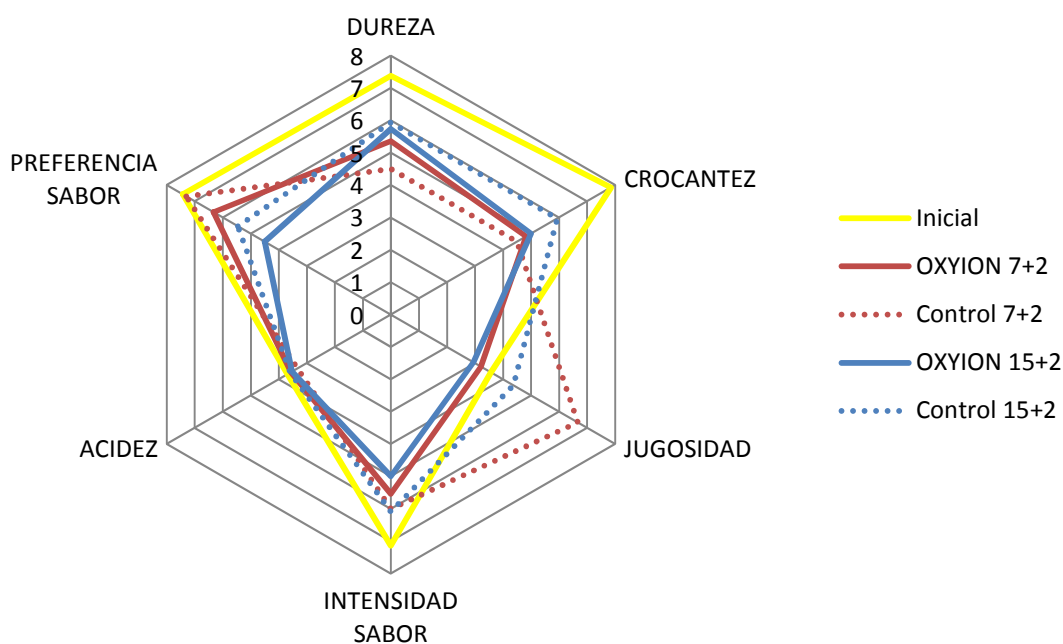


Figura 21. Perfil sensorial de los melocotones cv Calante conservados en fotocatalisis

Por último, es muy importante destacar que los melocotones DOP “Calanda” almacenados en una cámara con tecnología OXYION han sufrido un cambio superficial que no afecta a los atributos de sabor y textura del melocotón, pero sí a su apariencia visual. Se debe a la aparición de unas manchas grisáceas en la piel del fruto (Figura 22) que ocasionan la depreciación del producto. En futuros ensayos se deberá reducir el tiempo de tratamiento con dicha tecnología ya que los niveles de oxidantes presentes fueron demasiado elevados.



Figura 22. Daños fitotóxicos en la superficie de los melocotones cv. Calante conservados en fotocatalisis

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Primera

Los puntos críticos en las líneas de confección del melocotón DOP Calanda, se encuentran en las etapas de desembolsado y cepillado. En el caso del cepillado no se observan diferencias entre el material de los cepillos que realizan dicha etapa (pelo natural o sintético).

La pérdida de la aptitud para la comercialización por presencia de daños mecánicos se produce a partir del tercer día a temperatura ambiente. Esto informa al productor del poco margen de tiempo que dispone para la comercialización de los frutos en el caso de que se encuentren dañados.

Segunda

El empleo de atmósferas modificadas durante la comercialización a temperatura ambiente del melocotón cv Calante no genera ningún beneficio, ni en el aumento de la vida útil ni en la calidad físico-química y sensorial. Esto, a pesar de que en la película plástica más permeable (28 microperforaciones) la concentración de gases alcanzada (oxígeno en torno al 10% y dióxido de carbono entre 5 y 10 %) son *a priori* las deseables para su conservación.

Tercera

La fotocatalisis oxidativa es una técnica eficaz en la disminución de la velocidad de desarrollo de *Monilinia fructicola* y *Monilinia laxa*. Sin embargo, la dosis empleada en este trabajo provocó daños fitotóxicos en los frutos por lo que en futuros estudios se deberán disminuir los tiempos de tratamiento.

CONCLUSIONS

First

The critical points in the confection lines of Calanda peaches are disbursing and brushing. In the case of brushing no difference between the material of the brushes (natural or synthetic hair) was observed.

Peaches with mechanical damage are unmarketable from the third day at room

temperature which greatly reduce the commercialization period.

Second

No benefit was detected in the use of modified atmospheres during marketing at room temperature of Calante peaches, nor in increasing the shelf-life nor in improving the physico-chemical and sensory quality. This, despite the more permeable plastic film tested (28 microperforations) reached a gas concentration inside the packages (oxygen approximately 10% and carbon dioxide between 5 and 10%) *a priori* desirable for preservation.

Third

Oxidative photocatalysis is an effective technique in reducing the growth rate of *Monilinia fructicola* and *Monilinia laxa*. However, the dose employed in this work caused phytotoxic damage to the fruit so in future studies the duration of the treatment should be reduced.

7. APORTACIONES EN MATERIA DE APRENDIZAJE

La realización de este Trabajo Fin de Grado, me ha permitido adquirir conocimientos, aptitudes y experiencias completamente diferentes a las aprendidas durante el resto del Grado. Además, ha contribuido a completar y poner en práctica muchos de los conocimientos teóricos y casos prácticos indicados a lo largo de los cuatro años de carrera.

Entre las diferentes competencias adquiridas, se encuentra la capacidad de poder planificar y desarrollar un proyecto. Gestionar y establecer tiempos en la realización de un ensayo, es una tarea primordial, ya que permite tener cierto margen de error y poder sufragar contratiempos y fallos.

Además, he aprendido adaptarme a situaciones nuevas, como es el estudio de nuevos métodos de desinfección o la comunicación a una empresa de los resultados de un estudio realizado en sus instalaciones. Por otro lado, he sido capaz de coordinar las clases teóricas del Grado con los ensayos del laboratorio. También la autonomía de trabajo ha sido un tema importante, ya que hasta el momento, nunca había desarrollado un ensayo sin más compañeros.

Por último, he mejorado mi capacidad de comprensión lectora y escrita en inglés. Aprendiendo a destacar en artículos los conceptos e ideas más importantes del tema a tratar. Además, he aumentado el vocabulario científico inglés. Por otro lado, he adquirido los conocimientos y capacidades suficientes para poder redactar un informe científico; y he utilizado bases de datos para documentarme sobre el tema y enriquecer la bibliografía de búsqueda.

8. EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA Y SUGERENCIAS DE MEJORA

Este Trabajo Fin de Grado, ha cumplido todos los objetivos establecidos, ya que ha tratado y reforzado muchos de los aspectos fundamentales del Grado. Además, me ha permitido ver el funcionamiento de una industria agroalimentaria y he descubierto la investigación, un campo que ha llamado mi atención, que hasta el momento no lo conocía. También me ha servido para comprobar que el sector de vegetales, es uno de

los que más interés me promueven.

El trato y la ayuda prestada por mis tutoras y por todos los trabajadores del Departamento han sido inmejorables. Me han ayudado a reforzar capacidades y a optimizar conocimientos y trabajos.

Concluyendo, la realización del Trabajo Fin de Grado me ha servido para poder demostrar los conocimientos adquiridos durante la carrera y poder aplicarlos en casos reales.

9. BIBLIOGRAFÍA

Aguiló-Aguayo, I., Oms-Oliu, G., Martín-Belloso, O., y Soliva-Fortuny, R. (2014). Impact of pulsed light treatments on quality characteristics and oxidative stability of fresh-cut avocado. *LWT Food Sci. Technol.*, 59, 320-326.

Cambra, M., Lozano, C., y Balduque, R (2006). La moniliosis en los frutales de hueso y en el almendro. *Informaciones Técnicas*. Ed: Dirección General de Alimentación (Gobierno de Aragón). Zaragoza, España. 1: 1-4.

Cantín, C.M. (2009). Estudio agronómico y de la calidad del fruto del melocotonero [*Prunus persica* (L.) Batsch] en diferentes poblaciones de mejora para la selección de nuevos cultivares. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. 1-42; 111-130.

Consejo Regulador DO Melocotón de Calanda, consultado en: <http://www.melocotondecalanda.com/>

Dekazos, E. D. (1985). "Effects of postharvest treatments on ripening and quality of "Babygold 7" peaches." *HortScience*, 20(2), 240-242.

Gobierno de Aragón, Departamento de Agricultura y Alimentación. "Orden de 26 de noviembre de 2010, del Consejero de Agricultura y Alimentación, por la que se adopta una decisión favorable en relación con la solicitud de modificación del pliego de condiciones de la denominación de origen protegida «Melocotón de Calanda»" (Boletín Oficial de Aragón nº 244, de 16 de diciembre de 2010).

Gobierno de Aragón, Sección de Estadística del Departamento de Agricultura y Alimentación. Anuario Estadístico Agrario de Aragón, 2013-2014.

Harb, J., Saquet, A., Bisharat, R, y Streif, J. (2006) "Quality and biochemical changes of sweet cherries cv. Regina stored in modified atmosphere packaging". *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 80, 145-149.

Javeri, H., y Wicker, L. (1991). "Partial purification and characterization of peach pectinesterase." *J. Food Biochem.*, 15, 241-252.