



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado

**MEJORAS EN LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL
MELOCOTÓN DE CALANDA: ENVASADO EN BOLSAS
BIODEGRADABLES Y ESTUDIO DE LOS DAÑOS POR IMPACTO
DURANTE LA CONFECCIÓN**

Autor/es

DAVID CLAVERAS AGUAVIVA

Director/es

ROSA ORIA ALMUDÍ

M^a EUGENIA VENTURINI CRESPO

Facultad de Veterinaria

2015

Datos personales del alumno:

APELLIDOS, NOMBRE: Claveras Aguaviva, David.

DNI: 73023042C.

DIRECCIÓN: C/ Monasterio de Obarra 11, 1ºE.

TELÉFONO: 655369254.

CORREO ELECTRÓNICO: davidclaveras@gmail.com

ÍNDICE

0. RESUMEN / ABSTRACT	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. El melocotón de Calanda	3
1.1.1. La Denominación de Origen	3
1.1.2. Definición y características del fruto	3
1.1.3. Zonas y volúmenes de producción	4
1.1.4. Características del cultivo y de las zonas de producción	5
1.2. Pérdida de calidad tras la recolección	7
1.3. Aplicación de tecnología post-cosecha	9
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	12
3. MATERIAL Y MÉTODOS	14
3.1. Empleo de bolsas biodegradables como alternativa a las tradicionales	14
3.1.1. Desarrollo experimental	14
3.1.2. Bolsas biodegradables: características	15
3.1.3. Parámetros de calidad del fruto	16
3.2. Identificación de puntos críticos durante la confección del Melocotón de Calanda	19
3.2.1. Desarrollo experimental	20
3.2.2. Evaluación de los daños por impacto	22
3.3. Influencia de la velocidad de enfriamiento en la calidad del fruto	23
3.3.1. Desarrollo experimental	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Empleo de bolsas biodegradables como alternativa a las tradicionales	26
4.1.1. Comportamiento de las bolsas durante el embolsado y el cultivo	26
4.1.2. Parámetros de calidad de los melocotones	27
4.2. Identificación de puntos críticos durante la confección del Melocotón de Calanda	30
4.3. Influencia de la velocidad de enfriamiento en la calidad del fruto	34
5. CONCLUSIONES	37
6. APORTACIONES EN MATERIA DE APRENDIZAJE	39
7. EVALUACIÓN Y SUGERENCIAS DE MEJORA	39
8. BIBLIOGRAFÍA	40

0. RESUMEN/ABSTRACT

El objetivo de este trabajo es contribuir a la mejora de la calidad del melocotón de Calanda mediante tres actuaciones: 1) evaluar la sustitución de las bolsas tradicionales de embolsado por bolsas biodegradables, 2) determinar los puntos donde se producen daños mecánicos (puntos críticos) durante la confección de la fruta y 3) establecer la influencia de la pre-refrigeración rápida en la calidad del fruto.

En el primer objetivo se emplearon 2 tipos de bolsas biodegradables, formuladas con almidón de patata, y se evaluó la calidad de los frutos y la idoneidad de las bolsas tras la recolección. Para detectar los puntos críticos donde se producen los daños mecánicos se muestraron frutos tras las distintas etapas de la confección (volcado, desembolsado, cepillado y encajado) en 2 líneas con diferentes características y posteriormente se evaluó el porcentaje de frutos dañados tras cada etapa. Por último, la calidad de los melocotones tras un enfriamiento rápido por aire forzado se comparó con la de los frutos enfriados por aire estático.

Las bolsas biodegradables no tienen ninguna influencia negativa en la calidad físico-química de los melocotones pero su mayor opacidad dificulta la recolección ya que no permite evaluar el color y establecer el grado de madurez. Además, su mayor índice de rotura provoca la aparición de suciedad en los frutos. Estos inconvenientes junto a su dificultad de colocación (no se mantienen rígidas durante el embolsado) nos indican que hay que rediseñarlas haciéndolas más translúcidas, más rígidas y más impermeables. Del análisis de puntos críticos se deduce que el mayor porcentaje de daños físicos se produce en las etapas de desembolsado y cepillado y que es preferible el desembolsado manual que el automático. No se ha podido establecer los beneficios derivados de un pre-enfriamiento rápido ya que la baja humedad del aire forzado empleado provocó la aparición de manchas superficiales en la piel de los melocotones.

ABSTRACT

The objective of this work is to improving the quality of Calanda peaches through three actions: 1) evaluate the replacement of traditional bags by biodegradable ones, 2) determine the points where the mechanical damages occur (critical points) during the

confection steps and 3) establish the influence of the rapid pre-refrigeración in the fruit quality.

In the first objective, the effects in fruit quality of 2 types of biodegradable bags, formulated with potato starch, were evaluated. To identify the critical points where mechanical damage occur, fruits were sampled after the various steps of manufacture (dumping, disbursing, brushing and packaging) in 2 confection lines with different characteristics. Subsequently the percentage of damaged fruit after each step was evaluated. Finally, the quality of the peaches after a forced air cooling was compared with the fruits static air cooled.

The biodegradable bags used in this study have no negative influence on the physicochemical quality of Calanda peaches. However, their opacity difficult the harvesting process because they do not allow to easily evaluate the color, and therefore the degree of maturity. Moreover, their high rate of breakage causes the presence of dirt in a high percentage of the fruits. These drawbacks with their difficulty positioning (not kept rigid during bagging) indicate that the bags have to be redesigned making them more translucent, with greater rigidity and rainproof. The analysis of critical points in the two lines of confection of Calanda peaches allows us to establish that the highest percentage of physical damage occurs in the steps of disbursed and brushing and that it is preferable to disburse the fruit manually instead of with a disbursing machine. It has not been possible to establish the benefits of the rapid pre-cooling of Calanda peaches because the low humidity of the forced air caused the appearance of superficial spots.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El Melocotón de Calanda

1.1.1. 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 "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.

1.1.2. 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 1.1.3. 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.

Fig. 1. Ejemplo característico de frutos DOP Melocotón de Calanda con el sello acreditativo

1.1.3. Zonas y volúmenes de producción

La zona de producción de los melocotones amparados por la DOP "Melocotón de Calanda" es la comarca natural situada al este de la Comunidad Autónoma de Aragón entre las provincias de Teruel y Zaragoza (figura 2) y comprende 45 municipios, entre ellos: Aguaviva, Alcañiz, Alcorisa, Andorra, Calanda, Caspe, Chiprana, Fabara, Fayón, Maella, Nonaspe, Samper de Calanda, Sástago...



Fig. 2. Zona de producción de los melocotones amparados por la DOP "Melocotón de Calanda"

La zona geográfica tiene un perímetro de 514 kilómetros y una superficie total de 465.400 hectáreas. El cultivo de melocotonero ocupa 3.400 hectáreas de las cuales 2.400 son de "Melocotón de Calanda", lo que representa el 70% de la superficie de esta especie frutal cultivada en la zona, indicando al mismo tiempo su importancia

económica y su vínculo con el territorio.

En la figura 3 se recogen los datos recientes sobre las cantidades que supone la DOP Melocotón de Calanda. El número de empresas comercializadoras pertenecientes a la DOP se sitúa estable en 15 y la producción oscila entre los 3.5 y 4.5 millones de Kg habiéndose producido un descenso notable desde el año 2009 en el que se alcanzaron los 5 millones de kg. Un 85% del total de la producción calificada por la DOP, se destina al mercado nacional y el resto, se exporta fundamentalmente al mercado alemán.

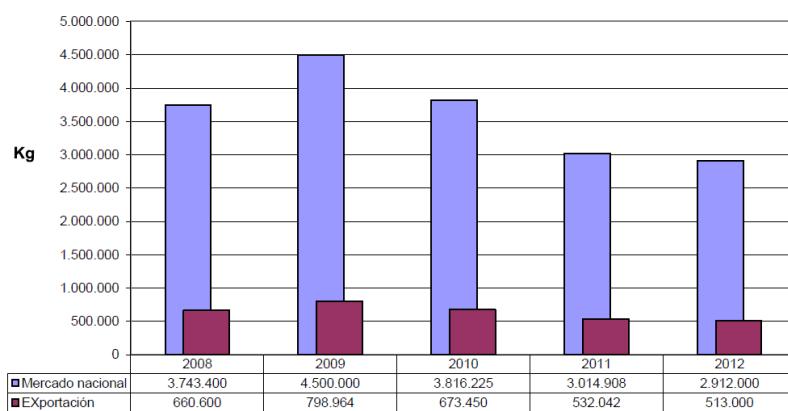


Fig. 3. Producción y destino de la producción de Melocotón de Calanda. Anuario Estadístico Agrario de Aragón (2012)

1.1.4. Características del cultivo y de las zonas de producción

En el cultivo de este producto se llevan a cabo dos procesos muy característicos como son el **aclareo** (se realiza como máximo hasta el mes de julio incluido) y tras él, se procede al **embolsado** individual de éstos, debiendo permanecer en la bolsa hasta el momento de la recolección. La práctica del embolsado (figura 4) es una tradición desarrollada para combatir los ataques de la *Ceratitis capitata*, conocida como "Mosca del Mediterráneo", cuando no existían medios químicos para ello. Esta operación requiere una gran pericia y absorbe el 50% de la mano de obra del cultivo, representando a su vez el 25 % de los costes totales de producción.



Fig. 4. Melocotones de Calanda embolsados.

Las **variedades** autorizadas para la producción de "Melocotón de Calanda" son autóctonas de la zona de producción, obtenidas por selección natural con la intervención de los fruticultores que con el paso de los tiempos han ido seleccionando los clones que mejor se adaptaban a las condiciones geográficas de la zona.

El **área de cultivo** del "Melocotón de Calanda" se encuentra en los valles fluviales de los ríos Martín, Guadalupe y Matarraña, que drenan la zona conocida como Bajo Aragón, y desembocan en el río Ebro. Las tierras son llanas o suavemente alomadas, con una altitud que va de los 122 metros de Caspe a los 325 de Alcañiz y a los 466 de Calanda. Las **precipitaciones** anuales medias oscilan entre los 327,9 mm de Caspe, los 361,1 mm de Albalate del Arzobispo y los 367,9 de Alcañiz siendo los meses más lluviosos mayo y octubre. La **temperatura media anual** se sitúa en torno a los 15 ° C.

La **recolección** se realiza cuando los frutos han alcanzado el punto óptimo de madurez. Una de las características de estos frutos es la época de maduración tardía que se produce de final de septiembre a primeros de noviembre, la coloración amarilla y la dureza de la carne. Según la época de maduración aparecen los siguientes grupos:

- San Miguel o tempranos: maduran entre el 20 de septiembre y el 5 de octubre
- Del Pilar: maduran entre el 5 y el 15 de octubre. También se les denomina "del 8 de octubre"
- Tardíos: con fecha de maduración desde el 15 de octubre hasta final de campaña que en algunos puntos geográficos de la zona llega hasta primeros de noviembre.

Las técnicas de cultivo más significativas son las siguientes:

- Mantenimiento del suelo: Durante el invierno se realizan un máximo de tres labores superficiales para incorporar los fertilizantes y en el periodo vegetativo se utilizan máquinas cortahierbas.
- Fertilización: La dosis anual de Nitrógeno no supera las 150 unidades de fertilizantes por hectárea y cuando el aporte se realiza de forma fraccionada, la última aplicación se efectúa como máximo 60 días antes de la recolección.
- Poda: Se emplean sistemas de formación tendentes a conseguir una óptima iluminación de las ramas fructíferas. Cuando no se aplican fitorreguladores de crecimiento se recomienda una poda en verde durante los meses de junio y julio,

coincidiendo con el aclareo de los frutos.

- Aclareo de los frutos y embolsado: Debido a que la floración se produce en ramilletes débiles y los frutos se ubican de forma apiñada, se precisa el aclareo de estos frutos lo que permite la obtención de una uniformidad de gruesos calibres. El aclareo consiste en la eliminación manual del 70% de los frutos de cada árbol, dejando unos veinte centímetros entre los que se conservan; así, a costa de reducir la producción, se consiguen unos melocotones que destacan por su tamaño y carne firme. La práctica del embolsado es una tradición desarrollada para combatir los ataques de la Ceratitis capitata, como ya se ha explicado anteriormente.

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 5).



Fig. 5. Sello del Consejo Regulador Denominación de Origen
“Melocotón de Calanda”

1.2. 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 fructigena*, *M. laxa* y *M. fructicola*: en España es sobre todo debido a *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).
- Podredumbre verde por *Penicillium expansum*: desarrollo de un micelio blanco que al esporular produce un color verde o azul. Las vías de entrada suelen ser las heridas producidas en la piel del fruto (Cantín, 2009).
- Podredumbre por *Rhizopus nigricans*: 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).

1.3. Aplicación de tecnología 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. Es bien sabido que las frutas y hortalizas cosechadas durante los meses calurosos, como es el caso del melocotón (aunque sea recolectado a final de verano y principio de otoño), poseen generalmente una energía calorífica considerable, que viene condicionada por el elevado calor propio (calor de campo) y la actividad respiratoria del producto. Para conseguir mantener el estado de frescura del fruto recién recolectado se requiere un **enfriamiento rápido**, pero que exige unos requisitos frigoríficos elevados. Durante esta fase de pre-enfriamiento, estos requisitos son del orden de 6,5 a 50 veces superiores a los de la fase posterior de almacenamiento. Además, si durante la campaña de recolección, las partidas calientes se introducen en una cámara frigorífica parcialmente llena y ya refrigerada, se puede llegar a producir un aumento tal de la temperatura que el producto previamente almacenado se calienta, activándose su metabolismo de nuevo. Por otro lado, si la temperatura aplicada es demasiado baja (cercana al punto de deshielo) puede dar lugar al acumulo de agua de

condensación sobre el producto ya enfriado, lo que favorece el desarrollo de podredumbres. Además, en el caso del melocotón DO Calanda, con gran susceptibilidad a los daños por frío en un rango de temperatura muy pequeño, es de vital importancia aplicar unas adecuadas condiciones de enfriamiento tanto a la entrada del producto en cámara como durante su conservación.

Durante la conservación, la temperatura debe ser adecuada para el melocotón, y debe mantenerse lo más constante posible. 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° ($\pm 0,5$ °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. Mientras que en el envasado en atmósfera modificada activa, el tipo de película plástica utilizada no es de tanta importancia debido a que se utilizan películas que presentan una permeabilidad mínima a los gases, en el caso de modificar la atmósfera de forma pasiva, el papel del film sí que 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. 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. 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).

2. 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 la Universidad de Zaragoza, por medio del Grupo de Investigación “Alimentos de origen Vegetal”, lidera el subproyecto “Aplicación de los avances en tecnología post-cosecha”. En este subproyecto se plantea 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. Optimizar los sistemas de envasado orientados a una posible exportación.
3. Reducción de la generación de residuos de las prácticas pre y post cosecha.

Dentro de estas líneas se ha desarrollado este Trabajo Fin de Grado el cual contribuye a la mejora de la calidad del melocotón de Calanda mediante tres acciones:

1º Evaluar los efectos que sobre la calidad del fruto tiene la utilización de bolsas biodegradables durante la fase de producción.

Dentro del proceso productivo del melocotón DO Calanda, una de las etapas clave que, además de ser imprescindible en el cultivo y ser característica del mismo, genera una gran cantidad de residuos, es el embolsado. El embolsado es una técnica laboriosa y diferente que protege el fruto de cualquier plaga y que da como resultado un producto sano, limpio y de color homogéneo. Sin embargo, el manejo de las bolsas en campo produce una gran contaminación ambiental suponiendo además un coste elevado debido a la gestión de sus residuos. Por ello, en este primer objetivo se evaluará la idoneidad de dos formatos de bolsas biodegradables teniendo en cuenta su comportamiento durante el cultivo y su influencia en la calidad del producto final. Para ello en una misma parcela se embolsarán melocotones con los dos plásticos biodegradables y con el tradicional. Tras la recolección se valorará la calidad físico-química y organoléptica de los frutos así

como la aptitud de las bolsas.

2º Determinar los puntos donde se producen daños mecánicos (puntos críticos) durante la confección de la fruta en las centrales hortofrutícolas.

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 DO 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 este producto sea infravalorada. Por ello, en este segundo objetivo se realizará un análisis de los puntos críticos en dos centrales hortofrutícolas con diferentes líneas de confección para determinar en qué puntos y que factores son los responsables de los daños mecánicos.

3º Establecer la influencia de la pre-refrigeración en la calidad del fruto

Es bien sabido que las frutas y hortalizas cosechadas durante los meses calurosos, como es el caso del melocotón (aunque sea recolectado a final de verano y principio de otoño), poseen generalmente una energía calorífica considerable, que viene condicionada por el elevado calor propio (calor de campo) y la actividad respiratoria del producto. Para conseguir mantener el estado de frescura del fruto recién recolectado se requiere un enfriamiento rápido, pero que exige unos requisitos frigoríficos elevados. La etapa de pre-enfriamiento debe de eliminar toda la energía calorífica de los productos a almacenar de una manera rápida antes de su conservación. De esta forma se conseguirá crear unas condiciones climáticas individuales para cada partida de producto que entra a conservación. Este pre-enfriamiento puede aplicarse de diferentes formas, pero la más comúnmente utilizada es la pre-refrigeración por aire forzado.

En este tercer objetivo se comparará la calidad de los frutos sometidos a una refrigeración tradicional (aire estático) con la de frutos preenfriados por aire forzado.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Empleo de bolsas biodegradables como alternativa a las tradicionales

3.1.1. Desarrollo experimental

Como ya se ha comentado, el manejo de las bolsas en campo produce una gran contaminación ambiental suponiendo además un coste elevado para los productores debido a la gestión de sus residuos. El objetivo de esta tarea es estudiar la aptitud de 2 formatos de bolsas biodegradables de plástico compostable (medioambientalmente más sostenibles) para el embolsado tradicional del melocotón DOP Melocotón de Calanda.

Se llevaron a cabo estudios de aptitud en los que se analizaron parámetros de calidad del melocotón, relacionados principalmente con la aparición de daños o lesiones y con el desarrollo del color homogéneo del fruto. Además, se evaluó la viabilidad y facilidad de uso de las bolsas.

Para la selección de la parcela a emplear se contactó con la DOP Melocotón de Calanda, la cual realizó un sondeo entre sus socios para detectar cuál de ellos podría estar interesado en colaborar en este estudio. Finalmente uno de los socios de la Cooperativa San Lorenzo de Maella mostró su interés.

Los ensayos se realizaron en una parcela situada en la localidad de Maella (Zaragoza), sobre melocotoneros de la variedad tardía Calante. Se utilizaron árboles intercalados en los que 20 de sus frutos fueron embolsados con bolsas biodegradables (10 por tipo de bolsas) y el resto de frutos del árbol con la bolsa tradicional. Para ello se seleccionaron dos líneas de árboles y se dejó entre ellos una línea central que fue embolsada toda ella con bolsa tradicional. También entre los árboles seleccionados de cada línea se dejaron dos árboles con embolsado tradicional (figura 6). El embolsado se realizó el día 8 de junio de 2014.

LINEA 1		LINEA 2	
X		X	
X		X	
X		B	A6
B	A1	X	
X		X	
X		B	A7
B	A2	X	
X		X	
X		B	A8
B	A3	X	
X		X	
X		B	A9
B	A4	X	
X		X	
X		B	A10
B	A5	X	
		X	

Fila central no pertenece al ensayo.

Fig. 6: Disposición de los árboles seleccionados para el ensayo de embolsado con bolsas biodegradables.

Los frutos fueron recolectados el 1 de octubre de 2014. Una vez recolectados, fueron transportados al laboratorio y se procedió a la evaluación de su calidad post-cosecha. Los parámetros evaluados se detallan en el epígrafe 3.1.3.

3.1.2. Bolsas biodegradables: características

Las bolsas fueron suministradas por AITIIP (Aitiip Centro Tecnológico), empresa situada en el Polígono Industrial Empresarium de Zaragoza, España. Se emplearon 300 bolsas biodegradables compostables certificadas según EN 13432, con unas medidas de 16,5*26,5 cm. El coste fue de 18 €/rollo de 600 bolsas, lo que supone un precio de 0,03 €/bolsa.

Entre las características principales de las bolsas se destacan:

- Material: polímero 100 % biodegradable compostable realizado a base de almidón proveniente de patata (por lo tanto, es reciclabl e y reutilizable). Después del uso, se descomponen bajo el efecto de los microorganismos del suelo y se eliminan naturalmente sin intervención humana. Puede desaparecer en

menos de 180 días generando agua, gas carbónico y biomasa según la norma EN 13432.

- Color: natural
- Dimensiones: 165 mm (-2.5% de tolerancia) X 265 mm (-2.5% de tolerancia)
- Volumen: 1 litro
- Peso: 3,1 gramos.
- Espesor: 30 μm (-5% de tolerancia)

Para la realización del ensayo se estableció un lote control formado siempre por los frutos embolsados con bolsa de papel tradicional y otros dos lotes constituidos por dos tipos de bolsas biodegradables (Fig. 7). Estas bolsas poseen pequeñas diferencias entre ellas ya que una es un poco más corta en la parte abierta de la bolsa por uno de los dos lados para intentar facilitar su embolsado y, además, tiene unos pequeños poros en la base (a esta bolsa la denominaremos *círculo*). El otro tipo de bolsa biodegradable (denominada *aspas*) es exactamente igual por las dos caras, no tiene poros en su base y carece de la pestaña superior.

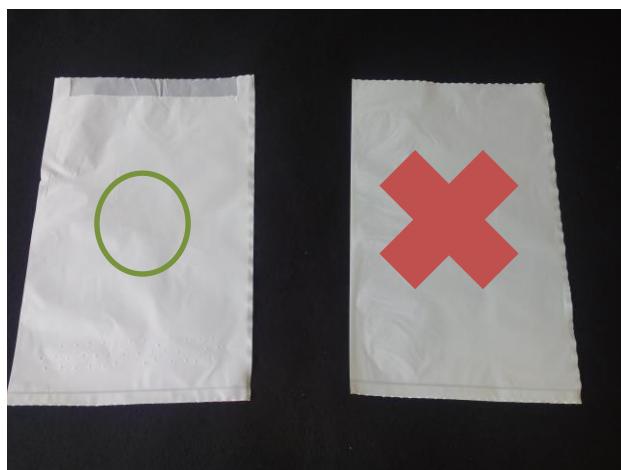


Fig. 7. Bolsas biodegradables de plástico compostable, para el embolsado del Melocotón de Calanda: Círculo (izqda) y Aspa (dcha.)

3.1.3. Parámetros de calidad del fruto

Color: la medida instrumental de color se realizó con un colorímetro Agro Technologie (figura 8). 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.



Fig. 8. Medida del color mediante colorímetro

Firmeza: para determinar la firmeza de forma instrumental (figura 9) se empleó una técnica destructiva utilizando un penetrómetro manual Agro Technologie, con la sonda de penetración de 8 mm.



Fig. 9. Medida de la firmeza del Melocotón de Calanda con penetrómetro manual

Sólidos solubles: el contenido en azúcares se determinó mediante refractómetro digital ATAGO, modelo DBX 55, con corrector automático de temperatura. Los resultados se expresan en °Brix a 20 °C.

Acidez: el contenido total en ácidos naturales se determinó mediante la valoración de los zumos elaborados a partir de una muestra significativa de frutos, con una solución de NaOH 0,1 N, mediante un valorador automático modelo CRISON Compact Titrator. El valor de la acidez se expresó como gramos de ác. málico/kg.

Actividad respiratoria y producción de etileno: para la determinación de la actividad respiratoria y producción de etileno se empleó el sistema cerrado (figura 10). Para ello se colocaron los frutos, aproximadamente 200 g, en el interior de recipientes herméticos de 3 L y se determinó la concentración de los gases en el espacio de cabeza después de 3 horas a 20 °C. La toma de alícuotas de los gases se realizó a través de un septum, realizándose 3 réplicas por cada tipo de fruta.

Para la actividad respiratoria las muestras se analizaron utilizando un analizador automático de gases PBI (Dansensor; Barcelona, España) que nos permite obtener una medida inmediata del porcentaje de O₂ y CO₂ existente en el interior de los frascos de medida. Los resultados se expresaron en mL/Kg*h.

Para la producción de etileno, la extracción de las muestras (1 mL) se realizó a través de un septum mediante una jeringa Hamilton 1001RN Gastight especial para gases. La cuantificación del etileno se llevó a cabo al mediante un cromatógrafo de gases Hewlett Packard 4890 (Palo Alto, USA) dotado de un detector de ionización de llama con columna Hewlett Packard 19001A-QSO. El tiempo de análisis fue de 5 minutos en condiciones isotermas, con el horno a 50 °C, el detector a 200 °C y el inyector a 50 °C, empleándose N₂ como gas portador. En estas condiciones el tiempo de retención del etileno fue 2,4 minutos. Los resultados se expresaron como $\mu\text{L/Kg}^*\text{h}$.



Fig. 10. Botes cerrados para medir la actividad respiratoria y la producción de etileno de los melocotones.

Porcentaje de frutos dañados y frutos con chapa: se analizó el número de frutos que presentaban desarrollo de daños y/o podredumbres y de presencia de chapa rojiza, tanto del lote control (embolsado con la bolsa de papel tradicional) como de los lotes embolsados con las bolsas biodegradables (figura 11).



Fig. 11. Fruto con chapa (izquierda) y fruto dañado (derecha).

Contenido en pigmentos (clorofila, carotenos y xantofilas):

Clorofila: Su determinación se basa en la metodología propuesta por Aguiló-Aguayo et al. (2014). A 5 gramos de muestra (por triplicado) se le añadieron 25 mL de acetona y 0,1 g de CaCO₃ y se homogenizó en ultraturrax a 11.000 rpm durante 60 segundos en hielo. Se filtró a vacío y se enrasó en matraces aforados de 50 mL. A continuación se determinó la absorbancia a 663 y 645 nm. La cuantificación se realiza el sustituir en las siguientes ecuaciones.

donde V es el volumen del extracto en mL, d es la anchura de paso de la cubeta en cm y w es el peso de la muestra. Los resultados de estas ecuaciones se obtienen en mg de clorofila/g de materia fresca, expresándose los resultados en µg clorofila/g.

$$\text{Chlorophyl } a = \frac{(12.3 \cdot A_{663} - 0.86 \cdot A_{645}) \cdot V}{1000 \cdot d \cdot w}$$

$$\text{Chlorophyl } b = \frac{(19.3 \cdot A_{645} - 3.6 \cdot A_{663}) \cdot V}{1000 \cdot d \cdot w}$$

Carotenos y xantofilas: a 5 gramos de muestra se le añaden 20 mL de hexano/acetona/etanol (50:25/25 v/v/v) con 0,01% de BHT. Se homogenizó en ultraturrax a 11.000 rpm durante 60 segundos en hielo, se maceró en oscuridad y agitación durante 30 min y se enrasó en matraces aforados de 50 mL. A continuación se le añadieron 15 mL de agua, lo que provocó la separación de fases y se tomaron 10 mL del sobrenadante. Se llevó a sequedad en rotavapor y se redissolvió en 2 ml de Hexano 1% BHT + 2ml de metanol 90 %. La cuantificación final se lleva a cabo mediante medida de la absorbancia a 470 nm (absorción carotenos) y 435 nm (absorción xantofilas). Los resultados se expresaron en µg por 100 g de peso fresco.

3.2. Identificación de puntos críticos durante la confección del Melocotón de Calanda

Las líneas de manipulación de fruta fresca en general y del 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 DO Calanda, la presencia de estos daños y/o defectos externos puede ser considerado uno de los principales factores limitantes de su vida útil después de la recolección. Tal y como se ha mencionado, este tipo de daños no son detectables inmediatamente tras la recolección y a veces sólo son visibles al retirar la piel (figura 12), manifestándose mayoritariamente durante la distribución y comercialización, lo que da lugar a importantes pérdidas económicas.



Fig. 12. Detalle de daños producidos durante la confección del melocotón.

Como parte de la optimización del proceso productivo se llevó a cabo la identificación de los puntos críticos de una línea de confección de melocotón DO Calanda. El principal objetivo fue detectar aquella/s etapa/s en las que el fruto resultaba más dañado y ofrecer alguna solución o alternativa que evite la aparición de roces, magulladuras, lesiones u otros desórdenes durante el periodo de comercialización.

3.2.1. Desarrollo experimental

Para la realización de este estudio se contó con la colaboración de la empresa Frutas Taberner, localizada en Caspe (Zaragoza), y de la Cooperativa Magalia de la localidad de Maella (Zaragoza).

La línea de confección de las empresas seleccionadas consta de las siguientes etapas (figura 13). La principal diferencia entre las líneas es que una de ellas realiza el desembolsado de forma manual (Taberner) y otra dispone de una máquina de desembolsado por rodillos (Magalia). También difiere en el material de cepillado ya que en Magalia empleo rodillos celulósicos y en frutas Taberner rodillos de piel de camello.

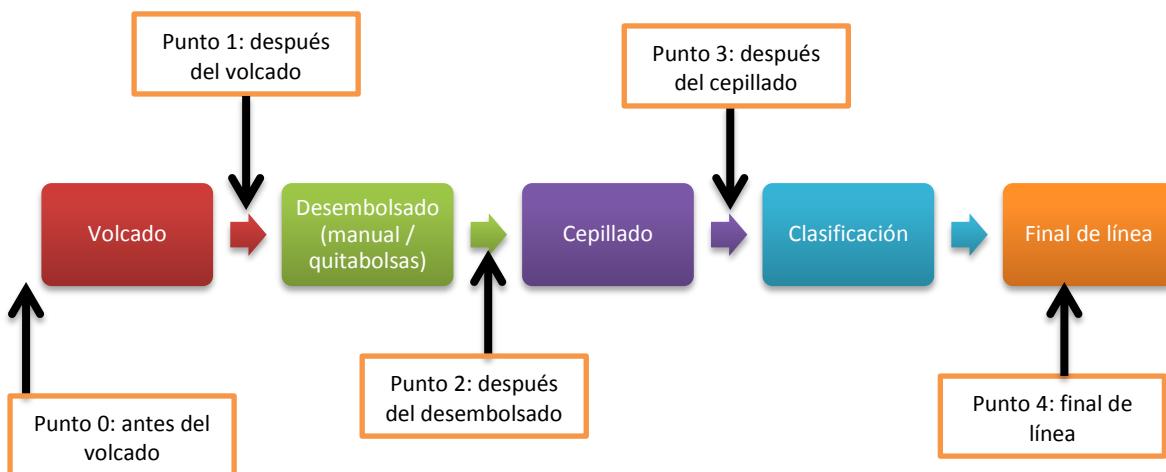


Fig. 13. Línea de confección del Melocotón de Calanda.

En primer lugar se realizó una inspección visual de las distintas líneas para establecer en que puntos se procedería a la toma de las muestras. Los puntos seleccionados fueron:



PUNTO 0 (Antes volcado): 50 frutos tomados directamente de los palots recibidos del campo ese mismo día (figura14).

Fig. 14. Melocotones en los palots recién llegados del campo

PUNTO 1 (Después volcado): 50 frutos tomados al comienzo de la línea, tras el volcado del palot (figura 15).



Fig. 15. Frutos tras el volcado, al inicio de la línea de procesado.

PUNTO 2 (Después desembolsado): 50 frutos tomados una vez los melocotones han pasado por la etapa en la que se retira la bolsa del fruto. En el caso de la máquina quitabolsas, es importante considerar que tras este punto, hay 2 operarios revisando los frutos que salen de la máquina para eliminar los aparentemente más dañados (figura 16).



Fig. 16. Proceso de desembolsado manual

PUNTO 3 (Después cepillado): 50 frutos tomados después del cepillado realizado mediante rodillos giratorios (figura 17).



Fig. 17. Frutos durante el cepillado por rodillos



PUNTO 4 (Final de línea): 50 frutos tras finalizar todo el periodo de manipulación, tomados directamente de las cajas donde se comercializarán (figura 18).

Fig. 18. Final de línea

3.2.2. Evaluación de los daños por impacto

Para el recuento e identificación de los daños así como el estudio de vida útil en refrigeración, los frutos se conservaron durante 5-7 días a 0-1°C (simulando un periodo típico de almacenamiento en central) y posteriormente fueron conservados a temperatura ambiente (20°C) durante 4 días más (simulando un posible periodo de comercialización). En este último periodo es donde los daños sufridos en la confección se hacen más evidentes.

La incidencia y severidad de las lesiones se evaluó mediante la inspección visual de los frutos durante su salida a temperatura ambiente, llevando a cabo un recuento de daños por impacto o por lesiones desde el primer día hasta el tercero. Para ello se desarrolló una escala en la que la intensidad del daño puede clasificarse en 4 niveles (tabla 1 y figura 19).

Tabla 1. Escala para cuantificar la intensidad de daños presentes en el melocotón

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



Fig. 19. Escala de intensidad de daños físicos desarrollada para evaluar la incidencia y severidad de las lesiones originadas durante la línea de confección.

3.3. Influencia de la velocidad de enfriamiento en la calidad del fruto

Es bien sabido que las frutas y hortalizas cosechadas durante los meses calurosos, como es el caso del melocotón (aunque sea recolectado a final de verano y principio de otoño), poseen generalmente una energía calorífica considerable, que viene condicionada por el elevado calor propio (calor de campo) y la actividad respiratoria del producto. Para conseguir mantener el estado de frescura del fruto recién recolectado se requiere un enfriamiento rápido, pero que exige unos requisitos frigoríficos elevados.

Por otro lado, si la temperatura aplicada es demasiado baja (cercana al punto de deshielo) puede dar lugar al acumulo de agua de condensación sobre el producto ya enfriado, lo que favorece el desarrollo de podredumbres. Además, en el caso del melocotón DO Calanda, con gran susceptibilidad a los daños por frío en un rango de temperatura muy pequeño, es de vital importancia aplicar unas adecuadas condiciones de enfriamiento tanto a la entrada del producto en cámara como durante su conservación.

La etapa de pre-enfriamiento debe de eliminar toda la energía calorífica de los productos a almacenar de una manera rápida antes de su conservación. En esta fase se tiene que aplicar una elevada potencia de ventilación, un correcto aislamiento y una alta capacidad de producir frío. Este pre-enfriamiento puede aplicarse de diferentes formas, pero la más comúnmente utilizada es la pre-refrigeración por aire forzado. Normalmente durante esta etapa, el producto se somete a una ventilación intensiva, bien en un túnel o bien en una cámara convenientemente aislada.

3.3.1. Desarrollo experimental

Se comprobará la eficacia de dos tratamientos de enfriamiento:

- Enfriamiento convencional: los melocotones se dispusieron en una de las cámaras de refrigeración del grupo de investigación “Alimentos de Origen Vegetal”. La temperatura de la cámara se fijó en 1 °C y el enfriamiento se produjo por convección natural.
- Enfriamiento rápido: los frutos se dispusieron en el túnel de congelación por aire forzado disponible en la Planta Piloto de la Facultad de Veterinaria (figura 20). La temperatura se fijó en -0,5 °C.



Fig.20. Túnel de congelación (izqda.) y melocotones dispuestos en su interior (dcha.)

Para monitorizar la disminución de la temperatura de la pulpa en los dos sistemas se emplearon sondas Pt100 (fijas) conectadas a un Termopar. En la cámara de refrigeración: las sondas 1 y 2 se colocaron en una de las cajas que contenía los melocotones. La sonda 3 se introdujo en el melocotón más grande y la sonda 4, en el pequeño.

En el túnel de congelación, la primera de las sondas se colocó en la entrada del aire frío al túnel, la segunda de ellas se situó en un punto intermedio (justo antes de los melocotones), la tercera sonda midió la temperatura de los melocotones y la cuarta, y última, la salida del aire (justo después de los melocotones). La situación de cada sonda y de los melocotones, dentro del túnel de congelación, se puede observar en la figura 21.

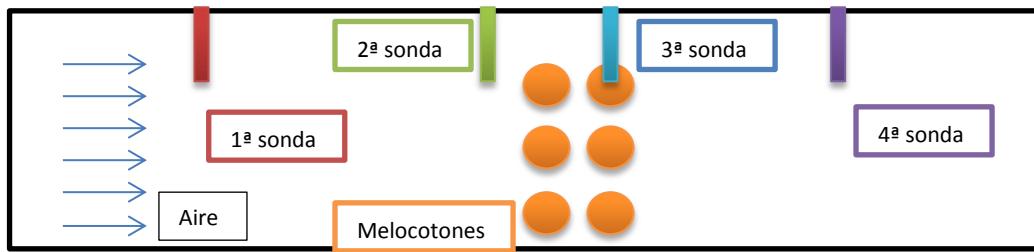


Fig.21. Esquema del túnel de congelación que representa la posición de las diferentes sondas empleadas para medir la temperatura, así como de los melocotones.

Tras el pre-enfriamiento, ambos lotes (cámara de refrigeración y túnel de congelación) se almacenaron a 0 °C durante 15 días. Transcurrido ese tiempo, se analizaron los siguientes parámetros de calidad:

- Color
- Firmeza
- Sólidos solubles
- Acidez y pH
- Actividad respiratoria

La metodología seguida para estos análisis se detalla en el epígrafe 3.1.3.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Empleo de bolsas biodegradables como alternativa a las tradicionales

4.1.1. Comportamiento de las bolsas durante el embolsado y el cultivo

Durante el proceso de embolsado se preguntó a los agricultores que nos asesoraron el proceso sobre la aptitud de las bolsas biodegradables. Todos ellos manifestaron que eran muy flexibles lo que dificultaba su sujeción durante la colocación. Sin embargo su mayor longitud, frente a las tradicionales, facilitaba su manejo.

Tras la recolección de los frutos, ya en el propio campo, se observaron los primeros resultados. Para empezar, se exponen alguna de las diferencias observadas entre las bolsas:

- Control: bolsas más duras y rígidas, más limpias, permiten ver mejor el fruto y su grado de maduración pero almacenan más agua (más mojadas)
- Biodegradable Aspa: gran parte de las bolsas presentaban roturas
- Biodegradable Círculo: los melocotones presentan menor porcentaje de chapa. Aunque posiblemente sea debido a un menor grado de maduración en el momento de su recolección.



Fig. 22. Melocotones embolsados en bolsa tradicional (izquierda) y biodegradables (aspá; centro y círculo; derecha)

En la figura 22 se puede observar la principal diferencia entre los tipos de bolsas. Mientras que las bolsas convencionales (control) se encuentran en un estado bastante aceptable, las bolsas biodegradables se presentan con más suciedad y un mayor índice de rotura.

4.1.2. Parámetros de calidad de los melocotones

Aspecto visual de los frutos y de las bolsas tras la recolección

Una vez ya en el laboratorio, se procedió a la selección de los melocotones que servirían para llevar a cabo el estudio. Para empezar, se cuantificaron los melocotones según su porcentaje de chapa. La “chapa” es el nombre con el que se denomina a la pigmentación de color rojizo que aparece en la superficie del fruto (figura 23) y que en el caso del melocotón de Calanda debe ser mínima o inexistente.



Fig. 13. Pigmentación rojiza (chapa) presente en la piel de algunos melocotones.

Antes de realizar el análisis de calidad se desecharon aquellos melocotones excesivamente inmaduros (la recolección tiene la dificultad añadida de que no se puede comprobar visualmente el estado de madurez de cada fruto ya que está en el interior de la bolsa) y se clasificaron según el porcentaje de la chapa: 0%, 1-25%, 26-50%, 51-75%, 76-100% (tabla 2). Además, se cuantificaron los dañados y los afectados por podredumbres. Los melocotones de las bolas círculo presentan un menor porcentaje de chapa pero esto puede estar debido a un menor grado de maduración en el momento de su recolección. En general, se cuantificó un mayor número de melocotones con mayor porcentaje de chapa en las bolsas control o convencionales que en las biodegradables.

Tabla 2. Clasificación de los melocotones según su porcentaje de “chapa” o coloración roja (en porcentaje)

Lote	0%	1-25%	26-50%	51-75%
Control	3,3	65,5	29	2,2
Biodegradable Aspa	23,4	70,3	4,7	1,6
Biodegradable Círculo	24,9	65,5	8,4	1,2

En la Tabla 3 se detalla el porcentaje de frutos dañados en los distintos lotes observándose que los embolsados con el plástico biodegradable presentaban un mayor porcentaje de frutos con algún daño o anomalía.

Tabla 3. Porcentaje de melocotones dañados y de podredumbres por tipo de bolsa.

Lote	Frutos dañados	Podredumbres
Control	14	0
Biodegradable Aspa	62	0
Biodegradable Círculo	46	0

Concretamente los frutos embolsados con las bolsas biodegradables presentaban zonas sucias debido a la rotura prematura de las bolsas.

Además de los frutos, también se cuantificaron las **bolsas dañadas**. Se confirmó la primera impresión visual ya que las bolsas biodegradables presentaron un mayor índice de rotura con respecto a las bolsas tradicionales., especialmente aquellas que denominamos círculo donde el 80% de las unidades estaban afectadas frente al 25% de las denominadas aspas y frente al 0% de la bolsa tradicional. Claramente, las bolsas tradicionales son mucho más resistentes que las biodegradables, tanto por su ínfimo porcentaje de rotura como por su mayor limpieza. Quizás se aproximen más a estas las bolsas marcadas con aspas. Aquellas marcadas con un círculo resultan extremadamente frágiles. Al romperse las bolsas, provoca en el fruto daños, manchas y demás imperfecciones que impiden su comercialización dentro de la DOP Melocotón de Calanda.

Pigmentos

La media obtenida de carotenos en la piel de los frutos embolsados en las bolsas biodegradables ($56.65 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ para las aspas y: $55.31 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ para el círculo) es superior a los embolsados en las convencionales ($51.8 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) (figura 24).

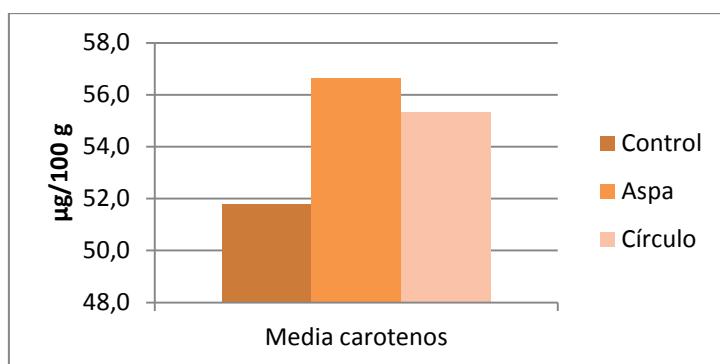


Fig. 24. Carotenos presentes en los melocotones embolsados con bolsas convencionales (control) y biodegradables (aspas y círculo).

En cuanto a la clorofila (tabla 4), se detectaron menores cantidades en los frutos

embolsados en las bolsas biodegradables denominadas círculo.

Tabla 4. Clorofila a y b en los melocotones embolsados con bolsas convencionales (control) y biodegradables (aspas y círculo).

Lote	Clorofila a ($\mu\text{g/g}$)	Clorofila b ($\mu\text{g/g}$)
Biodegradable Círculo	6,2 ± 1,5	5,6 ± 1,0
Biodegradable Aspa	5,1 ± 0,9	5,6 ± 1,3
Control	4,3 ± 1,5	4,0 ± 0,9

También cabe reseñar que las diferencias no son especialmente significativas y no se pueden extraer conclusiones definitivas en cuanto a la relación de las bolsas con el color de los melocotones.

Respiración

En el ensayo realizado para medir la respiración de los frutos se evidencia una diferencia en el metabolismo de los melocotones embolsados con las bolsas tradicionales frente a los embolsados en bolsas biodegradables (tabla 5). Esto se denota en un mayor consumo de O_2 y una mayor producción de CO_2 en los frutos envasados en las bolsas de plástico biodegradables, además de una concentración más alta de etileno. Esto sugiere una mayor tasa respiratoria, además de una producción de etileno superior, probablemente a causa de un mayor grado de madurez de estos frutos.

Tabla 5. Actividad respiratoria y producción de etileno en los melocotones embolsados con bolsas convencionales (control) y biodegradables (aspas y círculo).

Parámetro	Control	Aspa	Círculo	
Actividad respiratoria	$\text{mL O}_2/\text{kg h}$	25,6 ± 4,2	33,4 ± 2,3	37,5 ± 2,7
	$\text{mL CO}_2/\text{kg h}$	23,9 ± 3,0	28,3 ± 2,5	30,3 ± 2,1
Producción etileno	(mL/kg h)	5,5 ± 0,3	8,3 ± 0,7	10,0 ± 0,1

Parámetros de calidad de los melocotones

Como se puede observar en la tabla 6, los parámetros de calidad analizados en las muestras control y en las embolsadas con plásticos biodegradables presentan pocas diferencias. El contenido en SST varía entre 12,5 °Brix para el control y 13,6 °Brix para la bolsa “círculo”, pero sin unas diferencias marcadas. El resto de parámetros, acidez, pH y firmeza, presenta valores muy similares entre las muestras control y las bolsas biodegradables.

Tabla 6. Análisis físico-químico de los melocotones embolsados con bolsas convencionales (control) y biodegradables (aspal y círculo).

Parámetro	Control	Aspa	Círculo
SST (^o Brix)	13,6 ± 0,3	13,0 ± 1,0	12,5 ± 1,6
Acidez (g/L)	4,5 ± 0,2	4,1 ± 0,3	4,3 ± 0,3
pH	4,3 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,4 ± 0,1
Firmeza (kg/cm ²)	5,2 ± 1,1	5,1 ± 1,1	4,9 ± 1,1

En lo referente a las coordenadas de color (tabla 7), tampoco se observaron diferencias claras, solo un ligero ascenso de la coordenada L*, relacionado posiblemente con unos tonos más claros de amarillo debido a la protección de la bolsa. Las diferencias en la coordenada a* pueden estar relacionadas con la presencia o no de chapa en algunos frutos.

Tabla 7 . Parámetros de color en la piel de los melocotones

Parámetros de color	Control	Aspa	Círculo
L*	70,94 ± 1,87	72,01 ± 2,00	71,71 ± 1,75
a*	5,73 ± 3,16	3,79 ± 2,92	4,14 ± 2,89
b*	53,80 ± 3,98	52,03 ± 3,73	52,65 ± 3,64
C*	54,20 ± 4,02	52,24 ± 3,78	53,09 ± 3,65
h*	83,95 ± 3,32	85,90 ± 3,15	83,37 ± 3,18

Por lo tanto, una conclusión de estos análisis que se puede extraer es que la calidad de los melocotones no se ve afectada por el tipo de material utilizado para embolsar el Melocotón de Calanda.

4.2. Identificación de puntos críticos durante la confección del Melocotón de Calanda

Tras una semana en refrigeración (0-1°C) se realizó una primera inspección visual. Tras ella los frutos fueron dispuestos a temperatura ambiente (20°C) durante 4 días para favorecer la aparición de los daños por impacto y diariamente se procedió a su evaluación.

En primer lugar, se analizan los daños de los melocotones DOP Calanda obtenidos de la “Cooperativa Magalia”. De las dos empresas participantes en este estudio, es esta la

que emplea una máquina quitabolsas para el desembolsado del fruto. En primer lugar, se recopila la cuantía, de forma numérica, de los daños, según intensidades, a lo largo de los 4 días de observación (Tabla 8).

Tabla 8. Porcentaje de daños por impacto en los frutos de la Cooperativa Magalia

		NIVEL 1. NULO	NIVEL 2. LEVE	NIVEL 3. MODERADO	NIVEL 4. SEVERO
		%	%	%	%
DÍA 1 (21/10/14)	1. ANTES DEL VOLCADO	96,67	3,33	0,00	0,00
	2. DESPUÉS DEL VOLCADO	91,67	5,00	3,33	0,00
	3. DESPUÉS DEL DESEMBOLSADO	78,33	20,00	1,67	0,00
	4. DESPUÉS DEL CEPILLADO	66,67	28,07	5,26	0,00
	5. FINAL DE LÍNEA	54,39	40,35	5,26	0,00
DÍA 2 (22/10/14)	1. ANTES DEL VOLCADO	88,33	11,67	0,00	0,00
	2. DESPUÉS DEL VOLCADO	83,33	13,33	3,33	0,00
	3. DESPUÉS DEL DESEMBOLSADO	66,67	28,33	5,00	0,00
	4. DESPUÉS DEL CEPILLADO	43,86	45,61	8,77	1,75
	5. FINAL DE LÍNEA	35,09	57,89	7,02	0,00
DÍA 3 (23/10/14)	1. ANTES DEL VOLCADO	81,67	18,33	0,00	0,00
	2. DESPUÉS DEL VOLCADO	50,00	45,00	5,00	0,00
	3. DESPUÉS DEL DESEMBOLSADO	61,67	28,33	8,33	1,67
	4. DESPUÉS DEL CEPILLADO	15,79	31,58	49,12	3,51
	5. FINAL DE LÍNEA	5,26	35,09	57,89	1,75
DÍA 4 (24/10/14)	1. ANTES DEL VOLCADO	78,33	18,33	3,33	0,00
	2. DESPUÉS DEL VOLCADO	38,33	45,00	16,67	0,00
	3. DESPUÉS DEL DESEMBOLSADO	53,33	33,33	10,00	3,33
	4. DESPUÉS DEL CEPILLADO	0,00	16,36	81,82	1,82
	5. FINAL DE LÍNEA	5,36	25,00	64,29	5,36

Si estos porcentajes los representamos en gráficas (figura 25) se evidencia que es a partir del **día 3** (segundo a temperatura ambiente) cuando aumenta la intensidad de los daños. Los daños se incrementa sensiblemente tras pasar por las etapas de **desembolsado y cepillado**. Esto nos pone en alerta ante la posible existencia en una de estas dos etapas (o en las dos) de un punto crítico en la confección del Melocotón DO Calanda en la “Cooperativa Magalia”.

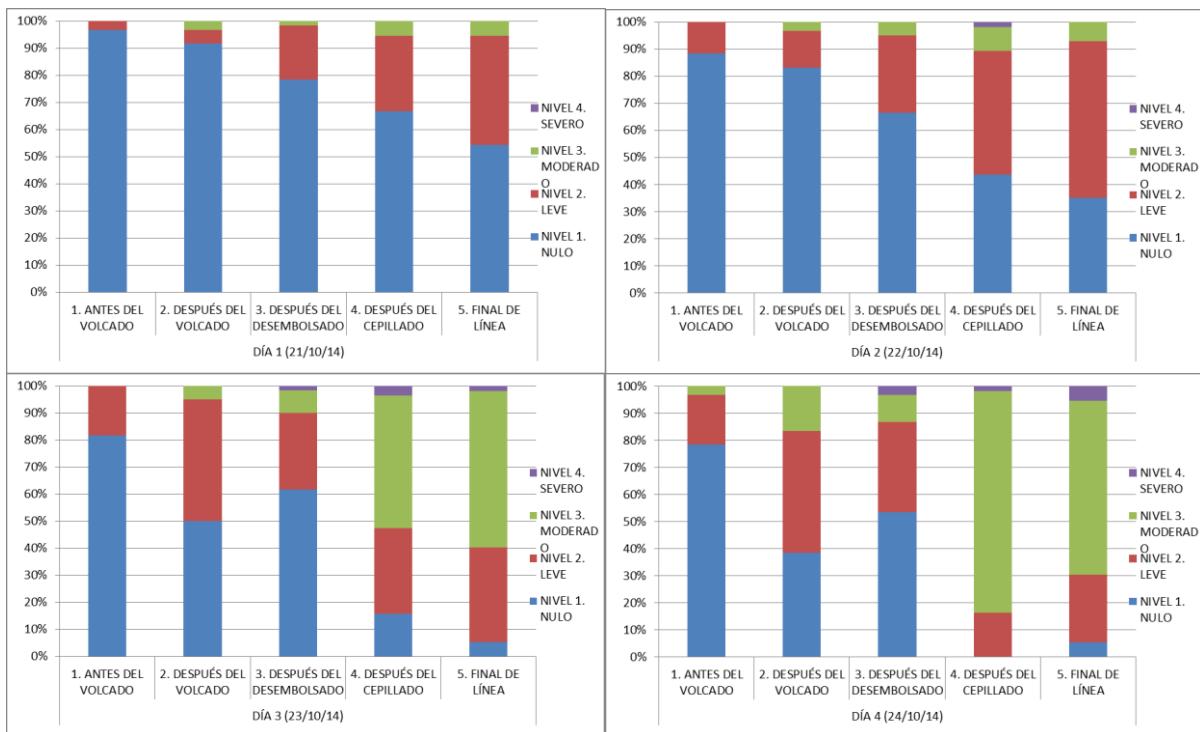


Fig. 25. Evolución de la intensidad de los daños en los melocotones obtenidos en la “Cooperativa Magalia”

En la tabla 9 y en la figura 26 se presentan los datos obtenidos en la empresa “Frutas Taberner”. Comparando el porcentaje de daños (Tabla 9) con respecto a los datos obtenidos con la “Cooperativa Magalia” (Tabla 8.), se puede observar que existe un mayor porcentaje de daños de gran intensidad (Nivel 4. Severo) en el último día de observación. Esto quizá sea debido a que la intensidad de los golpes, rozaduras o magulladuras producidas en esta central sean también de mayor intensidad con respecto a los anteriores. En cuanto a la detección de puntos críticos en esta empresa, no se observa un aumento significativo de los daños tras ninguna etapa en concreto ya que aumentan en intensidad con el paso del tiempo. Obviamente, es en las etapas últimas de la línea de procesado donde los daños se acentúan, con motivo de una mayor manipulación de los frutos pero no debido a la presencia de una etapa que produzca especialmente más daños que las demás.

Tabla 9. Porcentaje de daños visuales en la superficie de los melocotones de “Frutas Taberner”

		NIVEL 1. NULO	NIVEL 2. LEVE	NIVEL 3. MODERADO	NIVEL 4. SEVERO
		%	%	%	%
DÍA 1 (06/11/14)	1. ANTES DEL VOLCADO	79,66	20,34	0,00	0,00
	2. DESPUÉS DEL VOLCADO	82,76	13,79	3,45	0,00
	3. DESPUÉS DEL DESEMBOLSADO	84,75	15,25	0,00	0,00
	4. DESPUÉS DEL CEPILLADO	68,33	28,33	1,67	1,67
	5. FINAL DE LÍNEA	34,48	60,34	5,17	0,00
DÍA 2 (07/11/14)	1. ANTES DEL VOLCADO	69,49	28,81	1,69	0,00
	2. DESPUÉS DEL VOLCADO	63,79	29,31	6,90	0,00
	3. DESPUÉS DEL DESEMBOLSADO	57,63	40,68	1,69	0,00
	4. DESPUÉS DEL CEPILLADO	63,33	33,33	0,00	3,33
	5. FINAL DE LÍNEA	32,76	58,62	8,62	0,00
DÍA 3 (08/11/14)	1. ANTES DEL VOLCADO	55,93	32,20	8,47	3,39
	2. DESPUÉS DEL VOLCADO	53,45	37,93	0,00	8,62
	3. DESPUÉS DEL DESEMBOLSADO	42,37	44,07	13,56	0,00
	4. DESPUÉS DEL CEPILLADO	46,67	35,00	5,00	13,33
	5. FINAL DE LÍNEA	21,05	61,40	12,28	5,26
DÍA 4 (10/11/14)	1. ANTES DEL VOLCADO	42,11	40,35	10,53	7,02
	2. DESPUÉS DEL VOLCADO	39,29	41,07	8,93	10,71
	3. DESPUÉS DEL DESEMBOLSADO	30,51	35,59	22,03	11,86
	4. DESPUÉS DEL CEPILLADO	26,42	39,62	28,30	5,66
	5. FINAL DE LÍNEA	8,77	35,09	17,54	38,60

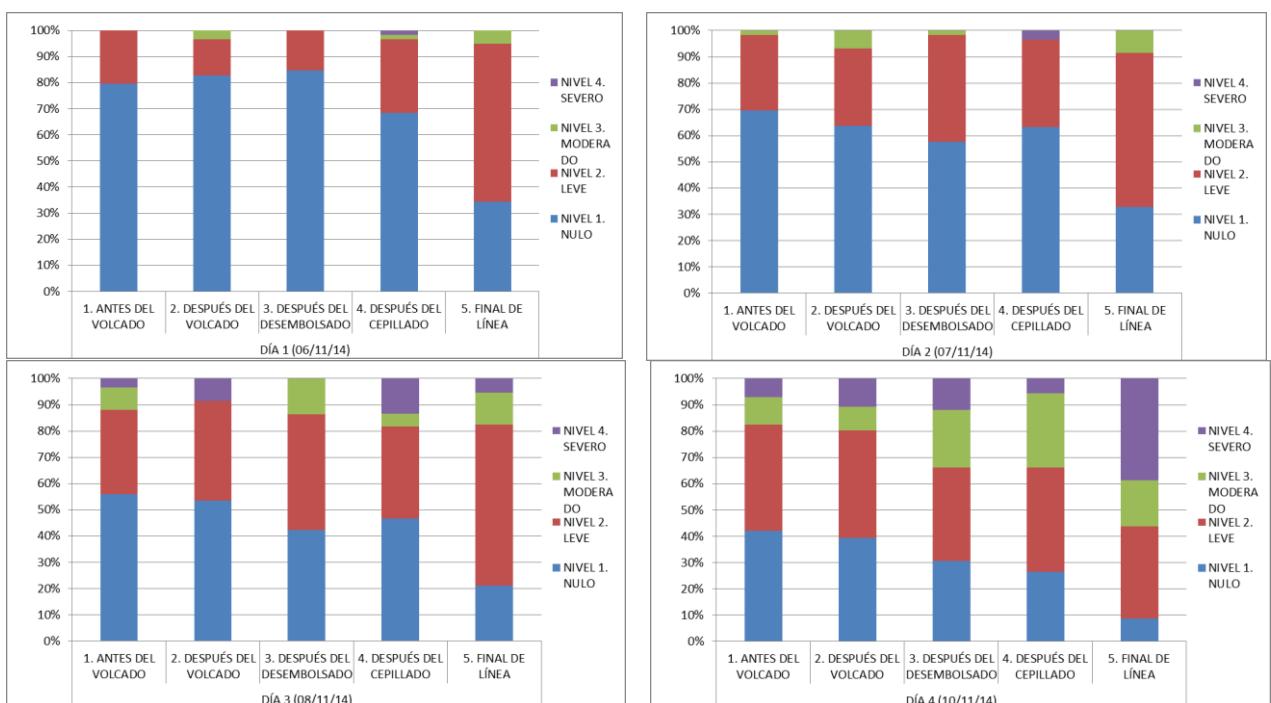


Fig. 26. Evolución de la intensidad de los daños en los melocotones obtenidos en la empresa “Frutas Taberner”

Tanto la máquina de desembolsado de los melocotones como en la etapa de cepillado presentes en la línea de confección del Melocotón de Calanda en la “Cooperativa

Magalia” de Maella, existen unos rodillos que ejercen un rozamiento en dirección contraria a la que siguen los frutos a través de la línea. En ocasiones estos melocotones sufren atascos y el tiempo en el que se encuentran en contacto con estos rodillos y, por lo tanto, rozando con ellos, aumenta considerablemente. Esto hace que se produzcan unos daños evitables. Sin duda, mediante el desembolsado manual, como en el caso de la empresa “Frutas Taberner”, este problema se evita de forma clara.

4.3. Influencia de la velocidad de enfriamiento en la calidad del fruto

Durante el proceso de pre-enfriamiento de los melocotones, mediante los dos métodos explicados, se fueron registrando las temperaturas (figuras 27 y 28):

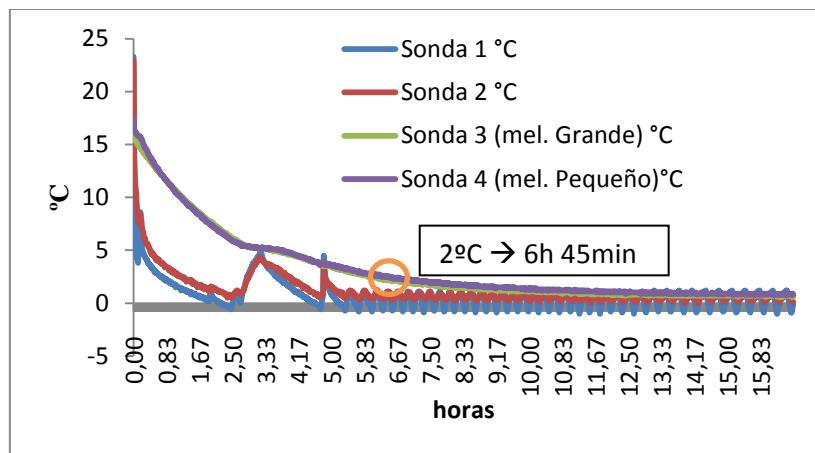


Fig. 27. Registro de temperatura durante el enfriamiento en la cámara de refrigeración.

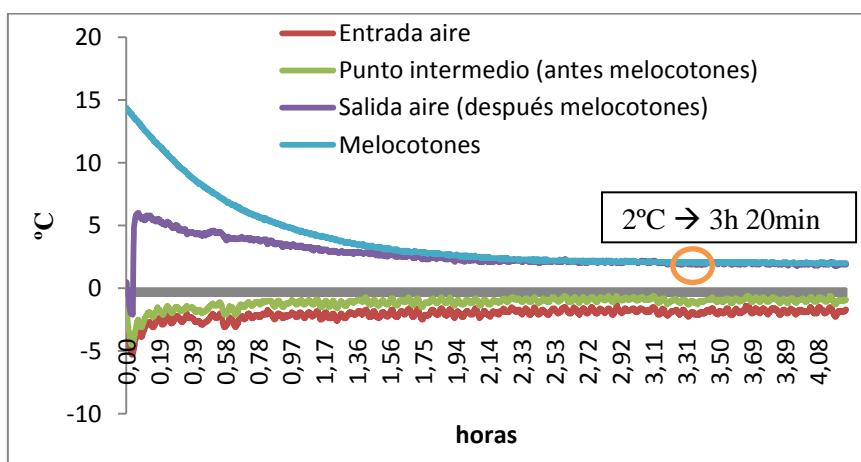


Fig. 28 Registro de temperaturas durante el enfriamiento en el túnel de congelación.

Como se puede observar, los melocotones DOP Calanda sometidos a frío en la cámara de refrigeración tardan 6 horas y 45 minutos en alcanzar la temperatura de 2°C.

Mientras que aquellos pre-enfriados en el túnel de congelación alcanzan dicha temperatura en tan solo 3 horas y 20 minutos, aproximadamente la mitad de tiempo con respecto al otro método. De estos resultados se puede extraer fácilmente la conclusión de que el pre-enfriamiento se produce de forma mucho más rápida mediante el túnel de congelación (aire forzado) que en la cámara de refrigeración.

Teniendo en cuenta exclusivamente estos datos sería fácil optar por el pre-enfriamiento de los frutos mediante el túnel. Si bien no se puede tomar esta conclusión como definitiva ya que es necesario además analizar cómo afecta cada uno de estos dos métodos diferentes a la calidad del Melocotón de Calanda. En la tabla 10 se muestra el resultado del análisis físico-químico de los melocotones, comparando su estado inicial, antes del pre-enfriamiento, con su estado tras el pre-enfriamiento y su posterior conservación durante 15 días a 1 °C. Los sólidos solubles totales aumentan sensiblemente tras los 15 días de conservación signo evidente del proceso madurativo mientras que la firmeza aumenta debido al mantenimiento en frío. Entre los dos tratamientos únicamente podemos establecer diferencias en la acidez (menor en los pre-enfriados en túnel) y en el contenido en sólidos soluble (mayor en los enfriados en cámara), sin que éstas puedan ser atribuidas al pre-enfriado.

Tabla 10. Análisis físico-químico de los melocotones.

Parámetro	Día 0	Día 15 (Túnel)	Día 15 (Cámara)
SST (°Brix)	9,3 ± 2,2	11,0 ± 0,3	12,6 ± 0,2
Acidez (g/L)	4,4 ± 0,5	3,7 ± 0,0	4,2 ± 0,1
pH	4,2 ± 0,1	4,2 ± 0,1	4,2 ± 0,1
Firmeza (kg/cm ²)	4,3 ± 1,0	4,9 ± 1,7	5,5 ± 1,5

Los parámetros de color de la piel de los melocotones se detallan en la tabla 11. La diferencia más notable se encuentra en la coordenada a* que aumenta durante la conservación dando idea del desarrollo de tonos naranjas más intensos. No se observan diferencias notables entre los dos lotes.

Tabla 11. Parámetros de color en la piel de los melocotones

Parámetros de color	Día 0	Día 15 (túnel)	Día 15 (Cámara)
L*	71,68 ± 1,86	70,31 ± 2,39	71,72 ± 2,36
a*	-4,41 ± 2,18	1,87 ± 2,27	2,46 ± 2,33
b*	53,21 ± 3,51	50,66 ± 4,54	48,72 ± 3,86
C*	53,44 ± 3,46	50,74 ± 4,56	48,83 ± 3,95
h*	94,80 ± 2,40	87,93 ± 2,53	87,24 ± 2,54

Sin embargo, tras 15 días de conservación los frutos pre-enfriados en el túnel presentaron daños (quemaduras) en su superficie (figura 29), hecho que está debido a la baja humedad del aire forzado.



Fig. 29. Manchas superficiales (quemaduras) en los melocotones pre-enfriados por aire forzado

En cuanto a la aparición de daños por frío no se apreciaron diferencias entre los frutos enfriados en cámara (figura 30, izda) y los tratados con aire forzado (figura 30, dcha).



Fig. 30. Aspecto interno de los frutos tras 15 días de conservación. Pre-enfriados en cámara (izqda.) o en túnel (dcha)

Tras analizar todos estos datos, no es posible llegar a una conclusión clara y contundente sobre los beneficios del pre-enfriamiento rápido. Sería necesario repetir este estudio pero empleando otras condiciones, en concreto aumentar la humedad del aire forzado para evitar daños en la piel y comparar este sistema con un enfriamiento más lento que el obtenido en nuestra cámara.

5. CONCLUSIONES

Primera

Las bolsas biodegradables empleadas en este ensayo no tienen ninguna influencia negativa en la calidad físico-química de los melocotones de Calanda. Sin embargo, su mayor opacidad dificulta la recolección ya que no permite evaluar con facilidad el color, y por tanto el grado de madurez, y su mayor índice de rotura provoca la aparición de suciedad en un alto porcentaje de frutos. Estos inconvenientes junto a su dificultad de colocación (no se mantienen rígidas durante el proceso de embolsado) nos indican que hay que rediseñar las bolsas haciéndolas más translúcidas, con una mayor rigidez y con un recubrimiento exterior que pueda repeler la suciedad y las lluvias evitando su rotura.

Segunda

El análisis de puntos críticos en las dos líneas de confección de melocotón de Calanda analizadas nos permite establecer como conclusiones preliminares que el mayor porcentaje de daños físicos se produce en las etapas de desembolsado y cepillado y que es preferible desembolsar el fruto de forma manual que con máquina quitabolsas.

Tercera

No se ha podido establecer los beneficios derivados de un pre-enfriamiento rápido ya que la baja humedad del aire forzado empleado en el túnel de enfriamiento provocó la aparición de manchas superficiales en la piel de los melocotones.

CONCLUSIONS

First

The biodegradable bags used in this study have no negative influence on the physicochemical quality of Calanda peaches. However, their opacity difficult the harvesting process because they do not allow to easily evaluate the color, and therefore the degree of maturity. Moreover, their high rate of breakage causes the presence of dirt in a high percentage of fruits. These drawbacks with their difficulty positioning (not kept rigid during bagging) indicate that the bags have to be redesigned making them

more translucent, with greater rigidity and with an outer coating that can repel dirt and avoid rain breakage.

Second

The analysis of critical points in the two lines of confection of Calanda peaches allows us to establish some preliminary conclusions: the highest percentage of physical damage occurs in the stages of disbursed and brushing and that it is preferable to disburse the fruit manually instead of with a disbursing machine.

Third

It has not been possible to establish the benefits of the rapid pre-cooling of Calanda peaches because the low humidity of the forced air used in the cooling tunnel caused the appearance of superficial spots.

6. APORTACIONES EN MATERIA DE APRENDIZAJE

No cabe duda de que la realización de este Trabajo de Fin de Grado me ha servido para aprender infinidad de cosas nuevas.

Para empezar, pienso que es una experiencia completamente diferente a lo que se ve durante el resto de la carrera. Diferente en el sentido de que es una tarea completamente individual (por supuesto, contando con la inestimable ayuda de las directoras de mi TFG), sin compañeros de clase, sin horarios cerrados como puede ser el caso de cualquier asignatura con sus clases y sus horas prácticas, etc.

Además, se trata de un proyecto de investigación, que, personalmente, me parece una cosa bastante interesante. Se lleva a cabo en todo momento el método científico, empezando por una revisión bibliográfica para conocer el tema a tratar en profundidad, siguiendo con una parte experimental de campo y de laboratorio con su recopilación de datos y terminando con un análisis de resultados que lleva a la obtención de conclusiones de utilidad para la sociedad.

También esta experiencia me ha aportado cosas puramente teóricas, como es el caso de conocer los algunos de los tratamientos pre y post-cosecha que se aplican a frutas de hueso, en este caso, a los melocotones. Me ha permitido conocer una Denominación de Origen Protegida de nuestra comunidad autónoma, Aragón, con una gran calidad diferenciada como es la DOP Melocotón de Calanda.

7. EVALUACIÓN Y SUGERENCIAS DE MEJORA

En líneas generales, he terminado mi Trabajo de Fin de Grado muy contento y satisfecho con lo aprendido y con la labor realizada. Pienso que se han cumplido los objetivos planteados inicialmente, se han superado mis expectativas personales y he descubierto una forma de trabajar, como es la investigación, completamente nueva para mí.

El trato y la predisposición de la gente que me ha ayudado a realizar mi TFG es prácticamente inmejorable. Se han esforzado para que aprenda lo más posible y han estado pendientes de mí en todo momento.

Por todos estos motivos, considero que es una experiencia ideal y necesaria para completar la formación que se imparte en el Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguiló-Aguayo, I., Oms-Oliu, G., Martín-Beloso, 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.melocotondecalandam.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. "Decreto 5/2009, de 13 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el reglamento del contenido mínimo de la normativa específica de determinadas denominaciones geográficas de calidad de los alimentos y el procedimiento para su reconocimiento" ("Boletín Oficial de Aragón" nº 18, de 28 de enero de 2009).
- 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. "Ley 9/2006, de 30 de noviembre, de Calidad Alimentaria en Aragón" ("Boletín Oficial de Aragón" nº 142, de 13 de diciembre de 2006).
- Gobierno de Aragón. Orden de 17 de marzo de 2009, del Consejero de Agricultura y Alimentación, por la que se aprueba la normativa específica de la denominación de origen protegida "Melocotón de Calanda".
- Gobierno de Aragón, Sección de Estadística del Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Anuario Estadístico Agrario de Aragón (2012)
- 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.
- Kader, A.A. (1989). "Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables." *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 28(1), 1-30.