

TECNOLOGIA POSTCOSECHA



**Comportamiento de la cereza Burlat
envasada en atmósferas modificadas**

1. INTRODUCCION

El día 1 de Abril de 1996 tuvo lugar la firma de un Convenio entre la Diputación General de Aragón y la Universidad de Zaragoza, por la cual se establecía la necesidad de colaborar entre el Departamento de Agricultura y Medio Ambiente y la Facultad de Veterinaria en las tareas de formación de alumnos de Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos, en la formación continuada del personal funcionario y en la investigación para la resolución de problemas de la industria alimentaria de interés para Aragón.

Como consecuencia de este Convenio, la Dirección General de Tecnología Agroalimentaria encarga al Servicio de Transferencia en Tecnología Agroalimentaria coordinar y colaborar en la puesta en marcha de proyectos de investigación en tecnologías postcosecha de interés para el sector agroalimentario, fruto del cual ha sido la constitución de un grupo interdisciplinar en Postcosecha de Frutas, en el que participan por parte de la DGA: el Centro de Técnicas Agrarias del Servicio de Formación y Extensión Agraria y el Centro de Tecnología Agroalimentaria; por parte de la Facultad de Veterinaria: el Area de Tecnología de los Alimentos, el Area de Ingeniería Química, el Area de Física Aplicada y el Area de Higiene y Microbiología de los Alimentos; y Técnicos del Sector.

Se promueven una serie de reuniones con una amplia participación del sector agroalimentario: industrias de transformación de productos vegetales, asociaciones de empresas de frutas, cooperativas agrarias, FACA, técnicos de la administración e investigadores de la Universidad, para la elaboración conjunta de una serie de protocolos de trabajo que conducirán al desarrollo y ejecución de varios proyectos de tecnología postcosecha durante el período 1996-1999, con la colaboración del propio sector, que pone a disposición de los proyectos instalaciones y materias primas.

Las actuaciones llevadas a cabo han merecido el reconocimiento de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) y del Consejo Superior de Investigación y Desarrollo de Aragón (CONSID) que han apoyado, junto al departamento de Agricultura y Medio Ambiente, su financiación.

Esta publicación presenta el resumen de resultados y conclusiones correspondientes al Proyecto: *"Comportamiento de la Cereza Burlat envasada en atmósferas modificadas"*.

Abril, 1999

2. ANTECEDENTES

2.1. Superficie cultivada.

La superficie cultivada de cerezo en España ha experimentado en las dos últimas décadas un importante crecimiento hasta duplicar su extensión, rondando en 1997 las 28.000 hectáreas.

Aragón es una de las principales comunidades productoras de cerezas en España. El cultivo del cerezo ha sido tradicional en Aragón, considerándose hasta hace pocos años como un cultivo típico de secanos frescos y explotaciones familiares. La evolución general se ha visto acentuada y desde las 3.840 hectáreas del año 1980 se ha pasado a aproximadamente 9.000 hectáreas en la actualidad. Asimismo se aprecia una tendencia a la intensificación del cultivo: hace 25 años no llegaban al 1% las plantaciones que disponían de sistema de riego, mientras que en la actualidad las parcelas irrigadas superan el 20%.

Dentro de la Comunidad Autónoma y según los datos estadísticos de 1996, se observa una fuerte concentración geográfica, ya que la provincia de Zaragoza alberga el 90% de la superficie seguida de Teruel con un 7% y Huesca con el 3%. Esta localización vuelve a repetirse a nivel comarcal destacando Calatayud (con 3.902 has), la Almunia (1.849 has) y Caspe (368 has).

Económicamente, el cerezo aporta en Aragón entre el 1,55 y el 2% de la Producción Final Agraria del subsector agrario, representando en torno al 6% del valor total de la fruta dulce.

La cereza es un fruto con grandes problemas en la comercialización, que se derivan de la brevedad del período apto para su recolección (5-6 días) y del carácter extremadamente perecedero de esta fruta, que sólo permite un corto tiempo de conservación en refrigeración. Estos factores provocan un fuerte pico de oferta en el mercado, con la consiguiente caída de los precios y considerable perjuicio para los productores.

Actualmente, y cada día más, el consumidor exige productos de mayor calidad: los productos organolépticamente inferiores, los que presentan alteraciones fisiológicas o infecciones o residuos de tratamientos químicos por encima del nivel permitido por la legislación vigente en cada país quedan eliminados inexorablemente del mercado o se produce una importante disminución en su cotización.

Para que la fruta que llega al consumidor sea un producto de calidad, no resulta suficiente prolongar su vida durante un período más o menos prolongado. Es necesario mantener su calidad inicial. En principio, la calidad inicial de la fruta depende de factores de producción y cultivo y de las características intrínsecas de cada especie y variedad. Las tecnologías postcosecha son técnicas que pretenden evitar el deterioro del producto tras su recolección, es decir durante la manipulación, distribución y conservación de la producción hortofrutícola.

2.2. Tecnologías postrecolección.

Tras la recolección de la cereza, como ocurre en el resto de los frutos, se interrumpe su aporte de agua y nutrientes y se modifica su exposición a los numerosos agentes ambientales (oxígeno, luz, orientación...), que influyen sobre su desarrollo en el periodo previo. La recolección supone también un cambio en la composición de los gases que conforman su entorno tisular. Sin embargo, el fruto sigue vivo: sus procesos metabólicos no quedan interrumpidos, pero sí alterados por el estrés al que se ven sometidos y frente al cual reaccionan. Cuando la intensidad del estrés supera a su capacidad de adaptación, se produce la muerte del fruto precedida por una etapa de senescencia. Durante esta fase, se va deteriorando su calidad organoléptica y el producto se va haciendo más susceptible al desarrollo de infecciones microbianas.

Para luchar contra este proceso de deterioro, es necesario frenar el ritmo metabólico y las pérdidas de agua. Cuanto mayor es la intensidad respiratoria del fruto, más reservas se consumen y más rápidamente se producen la senescencia y el deterioro. Además, la pérdida de agua por transpiración origina el arrugamiento de los tejidos y también acelera los procesos de envejecimiento.

El procedimiento general de lucha contra el proceso de deterioro en todos los frutos consiste en frenar el ritmo metabólico y las pérdidas de agua mediante el almacenamiento a bajas temperaturas y humedades relativas adecuadas. Los efectos del almacenamiento en refrigeración son complejos, pudiendo dañar los productos si la temperatura desciende por debajo de ciertos valores. Para la conservación de cada grupo de productos existe un intervalo óptimo de temperatura y humedad relativa (Kader, 1989). Para la cereza se recomiendan temperaturas entre 0 y 4°C, y humedad relativa no inferior al 90% (ver tabla 1).

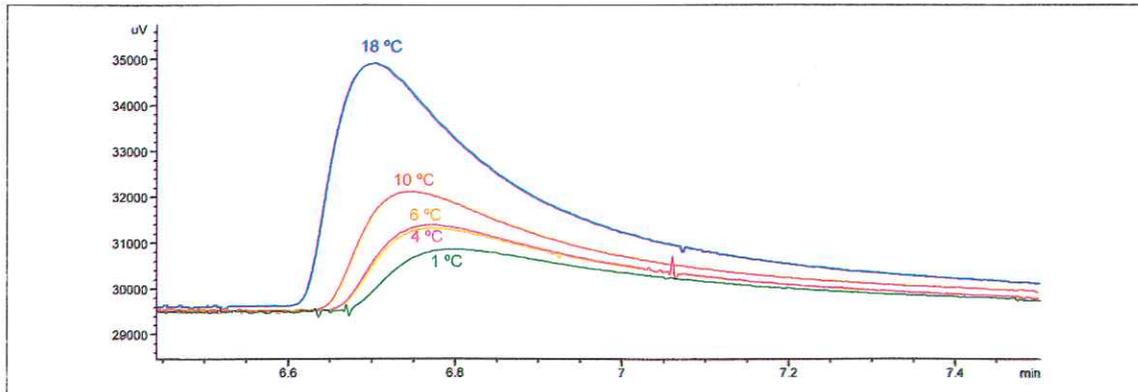
Tabla 1. Recomendaciones para la conservación de la cereza (Thompson, 1998).

	%CO ₂	%O ₂	T. ^a (°C)	HR (%)
<i>General (Hardenburg et al., 1990)</i>	20-25	0,5-2		
<i>General (Lawton, 1996)</i>	10-15	3-10	0,5	95
<i>General (Bishop, 1996)</i>	10-15	3-10	0,5	
<i>General (Kader, 1985)</i>	10-12	3-10	0,5	
<i>General (Kader, 1989)</i>	10-15	3-10	0-5	
<i>Cereza dulce (Sealand, 1991)</i>	10-12	3-10		
<i>Guinda (Sealand, 1991)</i>	20-25	10-20		
<i>Napoleón, Stella y Karabour (Eris et al, 1994)</i>	5	5	0	95
<i>Heldenfingen y Gemersdorf (Ionescu et al., 1978)</i>	5	3	0	

Con la disminución de la temperatura logramos una significativa reducción de la tasa respiratoria (ver figura 1), por tanto el primer paso para frenar el deterioro será bajar la temperatura. El descenso de esta ha de realizarse inmediatamente (preferiblemente en las cuatro horas siguientes a la recolección) y rápidamente (bajar temperatura en media hora hasta un máximo de 5°C). Solamente con cumplir estas normas de refrigeración logramos un considerable aumento de la vida útil.

Figura 1. Cromatograma:

Variación de la intensidad respiratoria de la cereza Burlat en función de la temperatura.



La pre-refrigeración se considera muy conveniente para alargar el período de conservación, recomendándose sobre todo el aire forzado, y el agua fría.

Sin embargo, la prolongación de la vida útil que se logra con la disminución de la temperatura no sobrepasa ciertos límites, que en algunos casos no son suficientes para retrasar el desarrollo de la maduración o la pérdida de calidad; además, la conservación a bajas temperaturas durante periodos prolongados puede provocar algunas alteraciones fisiológicas.

El mayor problema que se presenta durante el almacenamiento de la cereza es el de picados superficiales y podredumbres. El ablandamiento del fruto supone también un problema que ocasiona pérdida de calidad del mismo (Facteau, 1982).

Esto, sumado a la condición de fruto altamente perecedero determinan el breve tiempo de almacenamiento que soporta la cereza. El carácter perecedero de este fruto hace necesario procesar las variedades industriales en un brevísimo plazo de tiempo, y provoca un fuerte pico de exceso de oferta en mercado en la cereza para consumo en fresco, además de graves problemas de comercialización, fundamentalmente en el producto destinado a la exportación.

La solución a estos problemas exige prolongar el tiempo de conservación de las cerezas, tras su recolección, en condiciones que permitan mantener la calidad del producto.

2.3. Utilización de atmósferas modificadas.

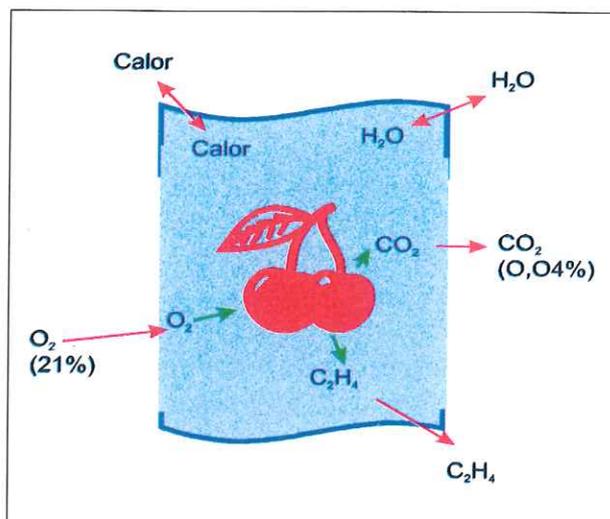
A principios de este siglo se empezó a estudiar el proceso respiratorio de las frutas, desde entonces, se ha avanzado notablemente en la mejora de la calidad postrecolección de los productos hortofrutícolas, mediante la regulación de su actividad respiratoria. A partir de estos conocimientos, se han desarrollado las diferentes técnicas de conservación basadas en el efecto potenciador de las atmósferas modificadas o controladas con un contenido reducido de oxígeno y elevado de CO₂, sobre la eficacia conservante de las bajas temperaturas (Kader, 1989; Artés, 1995abc; Lee et al., 1996).

El envasado en atmósfera modificada consiste en la conservación de la fruta en el interior de un envase de un material plástico con una permeabilidad definida al vapor de agua y a los gases. Una vez que el producto está envasado, no se realiza un control externo de la concentración de los gases (como en el caso de las cámaras de atmósferas controladas), sino que la atmósfera que rodea al producto depende de un equilibrio dinámico que se establece entre el metabolismo del fruto y la permeabilidad del plástico utilizado.

Al envasar las frutas en plásticos de determinadas características de permeabilidad, en el interior del envase se crea una atmósfera modificada con una composición concreta. Generalmente se trata de una atmósfera con reducido contenido en oxígeno y/o elevada concentración de anhídrido carbónico con respecto a la composición del aire. Esta atmósfera modificada, actuará preservando la calidad del producto.

La atmósfera se puede crear de forma pasiva, simplemente por la respiración del producto, o de una forma activa utilizando una mezcla determinada de gases con la que rellenamos el envase después de hacer vacío.

Figura 2. Intercambios en un envasado en atmósfera modificada.



Esta atmósfera modificada, pasiva o activa, evolucionará hasta alcanzar un equilibrio (figura 2). Los principales factores de los que depende la evolución de la atmósfera en el interior del envase son: la intensidad respiratoria y peso del producto envasado, la permeabilidad y superficie del material plástico de envasado, y la temperatura.

Los efectos beneficiosos de estas técnicas son: aumento de la vida útil del producto por la disminución en la intensidad respiratoria, reducción de las alteraciones de origen enzimático

por la ralentización de la velocidad de las reacciones enzimáticas, retraso de la senescencia del fruto por bloqueo de la síntesis de etileno, limitación de la deshidratación del producto al favorecer una alta humedad relativa en el interior y reducción de las alteraciones de origen microbiano, por la inhibición del crecimiento de microorganismos.

Estas ventajas se traducen en la posibilidad de alargar la vida útil de una fruta, por ejemplo la cereza, pudiendo mantenerla en el mercado durante más tiempo (o introducirla "fuera de temporada") a la vez que se conserva su calidad, fundamentalmente en los aspectos higiénico-sanitarios. Por lo tanto, estas mejoras benefician directamente a los productores y exportadores en fresco y también a los consumidores, que pueden disponer de productos de mejor calidad y durante una temporada más prolongada. Además, determinadas condiciones de envasado (bajos niveles de oxígeno, elevada proporción de anhídrido carbónico) inciden directamente sobre el desarrollo de algunos microorganismos, lo que puede permitir la supresión o disminución del empleo de fungicidas, suponiendo una gran ventaja ecológica, tanto para el consumidor como para el comercializador, que

dispondría de productos “no tratados” de mayor valor añadido en el mercado. Por último, es de destacar el efecto protector que siempre ejerce el envase evitando daños superficiales y facilitando el transporte, la manipulación, el almacenamiento y la comercialización.

Hay que señalar que no todos los frutos tienen igual tolerancia a altas concentraciones de CO₂ y bajas de O₂. Cada especie tiene sus límites máximos y mínimos de tolerancias y fuera de estas concentraciones críticas, los gases producen diversas alteraciones. El efecto de la concentración de estos gases sobre los procesos metabólicos en los distintos productos vegetales es muy variable. Durante los últimos años se han ido precisando los valores óptimos de la concentración de estos gases para cada producto. La variabilidad de estos valores es muy amplia, pues no depende sólo de la especie, sino también del cultivar y de las condiciones edafológicas y climatológicas, por lo que tales valores no pueden considerarse más que orientativos para las variedades y la zona en que se han obtenido y no son extrapolables para otras.

En el caso de la cereza las recomendaciones de otros autores nos dan concentraciones límites muy diferentes (ver tabla 1).

2.4. Estudios previos.

Los datos disponibles sobre la **cereza**, indican que es uno de los frutos que mejor toleran las elevadas concentraciones de CO₂. Como la pérdida de humedad es uno de los aspectos más importantes en el deterioro de calidad de la fruta, el envasado en atmósferas modificadas resulta en principio una técnica ideal para su conservación.

Sin embargo, aunque desde hace tiempo se reconoce que es uno de los frutos que más podría beneficiarse en el empleo de las atmósferas protectoras (Kader, 1980), existen muy pocos datos sobre su comportamiento en este tipo de almacenamiento (Andre et al., 1982; Chen et al., 1981).

A mediados de los años 30 se empezó a estudiar el efecto beneficioso que podrían tener sobre la conservación de la cereza los tratamientos con elevadas concentraciones de CO₂ bien como sustituto o como complemento de la refrigeración durante el transporte (Allen, 1960). Como consecuencia de estos estudios, en los Estados Unidos se utilizó durante varios años nieve carbónica para el transporte de la cereza en camiones. Esta práctica se abandonó con la aparición del envasado en bolsas de polietileno con atmósferas modificadas conteniendo de un 6% a un 8% de CO₂.

Posteriores estudios demostraron que cerezas de las variedades Van y Lambert, conservadas durante 4 semanas en atmósferas modificadas tenían un mejor aspecto (Porrit y Mason, 1965).

El almacenamiento en bajas concentraciones de oxígeno mantiene el color verde del pedúnculo y la acidez del fruto (Chen et al., 1981). También se mantiene el brillo y la acidez, así como la textura, con el uso de altas concentraciones de anhídrido carbónico, pero no se mantiene el color del pedúnculo (Patterson et al., 1977).

Los datos más recientes sobre el envasado en atmósferas modificadas para la conservación de cereza resultan muy esperanzadores, ya que apuntan la posibilidad de

prolongar el periodo de vida útil de las cerezas hasta 10 semanas en variedades americanas (Shelton, 1994; Werner, 1993). Estudios realizados en la variedad Lapins indican la posibilidad de conservar las cerezas de 4 a 6 semanas, sin cambios significativos en el aspecto de la fruta, en el color verde del pedúnculo ni en el perfil de volátiles, pero con una marcada disminución en la acidez a partir de la cuarta semana que provoca una disminución de la aceptabilidad (Meheriuk et al., 1995). También se han encontrado resultados satisfactorios en la variedad Sweetheart (Meheriuk et al., 1997), que permite un almacenamiento en bolsas de polietileno sin disminución de la aceptabilidad durante 4 semanas.

En España, los estudios realizados sobre la cereza del valle del Jerte se han centrado en la influencia del pretratamiento con calcio sobre las características texturales y efectos de la congelación (Alonso et al., 1993, 1994), así como el efecto de pretratamientos térmicos combinados o no con tratamientos de calcio (Canet et al., 1988). Navarro y colaboradores (1993) han demostrado en la variedad Starking un claro efecto positivo en la conservación de los frutos durante 10 días en cabinas herméticas con un contenido en CO₂ del 20%.

3. PROYECTO: “CONSERVACION DE LA CEREZA BURLAT EN ATMOSFERAS MODIFICADAS”

3.1. Planteamiento y objetivos.

La cereza Burlat es una de las variedades más tempranas, con una producción importante en la Comunidad Autónoma aragonesa. Esta cereza es muy frágil y los problemas de conservación son más acusados que en otras variedades más tardías y además, se ven agravados por la gran heterogeneidad de la fruta recolectada, consecuencia de la necesidad de cosechar en un tiempo muy breve. La brevedad de su vida útil es incluso insuficiente para su transporte a países europeos no muy lejanos.

El sector productor necesita conocer las condiciones óptimas de conservación para el transporte y la exportación de esta cereza con un grado de madurez óptimo y homogéneo. La cereza Burlat es la primera en aparecer en el mercado de las frutas de primavera y alcanza un alto precio que debe corresponder a la calidad de la fruta cuando llega a sus puntos de destino.

Como se ha comentado anteriormente, se han realizado estudios previos para la conservación de cerezas utilizando atmósferas modificadas, la mayoría de ellos ha sido realizados en otras variedades como Sweetheart o Lapins mas firmes y resistentes al deterioro que la variedad Burlat.

El objetivo global de este trabajo es el estudio de las condiciones más adecuadas de envasado en atmósfera modificada para la cereza Burlat, con el fin de establecer unos parámetros de conservación postrecolección que permitan prolongar su vida útil, manteniendo una calidad óptima.

3.2. Material y métodos.

Cerezas.

Persiguiendo una aproximación a la realidad, en la primera campaña se seleccionó una parcela comercial representativa del cultivo en la comarca de Caspe sobre la cual se realizaron las sucesivas tomas de muestras durante las tres campañas.

La plantación, de la variedad Burlat injertada sobre Santa Lucía (*Prunus mahaleb*) SL-64 en marco de 5*3 m, y con sistema de formación en vasos de 5 brazos por árbol, dispone de un sistema de riego localizado con goteros de 4 litros por hora.

En el seguimiento agronómico realizado a la parcela no se detectaron incidencias climáticas, fitopatológicas ni culturales de relevancia en relación al objetivo del trabajo.

Metodología.

Este estudio se ha realizado durante tres campañas realizándose dos tipos de experimentos: de maduración y de conservación, así como el desarrollo de un modelado matemático para extrapolar los resultados obtenidos a pequeña escala.

Estudios de maduración: Para los estudios durante la maduración se recolectaron cerezas en tres estados de maduración muy próximos, a intervalos de 4-5 días, coincidiendo la recolección con las fechas consideradas por la central frutícola como el óptimo comercial (7 de mayo de 1996, 28 de abril de 1997 y 18 de mayo de 1998). Estos tres grados de madurez fueron denominados “+”, “++” y “+++”.

Estudios de conservación: En cada campaña las cerezas fueron transportadas inmediatamente al laboratorio tras la recolección, donde se procedió a su refrigeración. Las cerezas libres de defectos fueron envasadas en atmósferas modificadas, utilizando los siguientes condiciones de envasado (ver tabla 2).

En cada campaña se introdujeron nuevas variables y se fueron desechando aquellas que habían dado peores resultados en las campañas anteriores.

Tabla 2. Condiciones ensayadas en el estudio de conservación.

Año	Grado de madurez	Film plástico	Atmósfera inicial de envasado	Temperatura de conservación
1996	Rojas Moradas	LDPE (50µ)	Aire 20% CO ₂ , 80% N ₂ 20% CO ₂ , 3% O ₂ , 77% N ₂ 60% CO ₂ , 7% O ₂ , 33% N ₂	2°C
1997	Rojas	LDPE (50µ) LDPE (25µ)	Aire 20% CO ₂ , 80% N ₂	2°C 5°C
1998	Rojas	LDPE (50µ) LDPE (25µ) LDPE (15µ)	10% CO ₂ , 20% O ₂ , 70% N ₂ 10% CO ₂ , 10% O ₂ , 80% N ₂ 10% CO ₂ , 5% O ₂ , 85% N ₂	2°C 5°C

Se envasaron en cada bolsa 300 g. ±25g. de cerezas.

En la campaña 98 se introdujo el envasado en barquillas de polipropileno de 500 g., con un film termosellable (vinilo 11 μ) de espesor utilizando una generación de atmósfera pasiva.

Las permeabilidades de los diferentes films utilizados aparecen en la tabla 3.

Tabla 3. Permeabilidades de los plásticos ensayados.

	Permeabilidad al O ₂ (ml/m ² .h.atm)	Permeabilidad al CO ₂ (ml/m ² .h.atm)	Permeabilidad al H ₂ O (g/m ² .h)
LDPE 50 μm	125	624	0,42
LDPE 25 μm	251	1.255	0,84
LDPE 15 μm	627	2.895	0,91
Vinilo 11 μm	1.257	6.285	9,15

En las dos últimas campañas y con el fin de evaluar el comportamiento de las cerezas una vez interrumpido el efecto protector de la atmósfera y del frío, se estudió la evolución de los principales parámetros de calidad tras mantener las cerezas a 20°C durante 3 días después de abrir los envases. Estos ensayos se denominaron “ensayos de frutero”.

Modelado matemático: El objetivo del modelado matemático es predecir la evolución de la atmósfera del interior del envase a lo largo del tiempo. La variación de las concentraciones de O₂ y CO₂ durante el tiempo que las cerezas se encuentran envasadas depende fundamentalmente de los siguientes factores: temperatura de conservación, actividad respiratoria, tipo de plástico utilizado (permeabilidad y espesor), relación área del plástico/peso de cerezas y relación volumen libre en el interior del envase/peso de cerezas.

Entre estos factores la actividad respiratoria es uno de los más importantes por ello su determinación es el primer paso necesario para poder abordar este estudio. En cada campaña se realizaron determinaciones experimentales de la velocidad de respiración de cerezas de diferentes grados de madurez y a diferentes temperaturas (20, 5 y 2° C). Para ello se colocaron cerezas en el interior de envases no permeables (envases de vidrio) y partiendo de una atmósfera inicial de aire se analizó cromatográficamente la concentración de O₂ y CO₂ a diferentes tiempos.

Parámetros analizados.

Tabla 4. Parámetros analizados en la Cereza Burlat.

PARAMETROS FISIOLÓGICOS	Actividad Respiratoria Producción de Etileno
PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS	Textura (ensayos de penetración, compresión y relajación) Color (coordenadas L*, a*, b*, C* y H*) Pigmentos (Antocianos y Carotenoides) Enzimas Péciticos (Pectinmetilesterasa y Poligalacturonasa) Enzimas de Oxidación (Polifenoloxidasas y Peroxidasas) Sólidos solubles y Acidez Titulable
PARAMETROS SENSORIALES	Aspecto externo Color Firmeza Sabor Calificación Global Subjetiva

Estos análisis se realizaron tanto en las cerezas “en fresco” como periódicamente durante la conservación.

Los resultados obtenidos para los diferentes parámetros se compararon estadísticamente mediante un ANOVA combinado con la prueba de Tukey estableciéndose las diferencias significativas. Con los parámetros de color se realizó un análisis discriminante por el método paso a paso. Con objeto de establecer las correlaciones existentes, se confeccionó una matriz de correlaciones lineales.

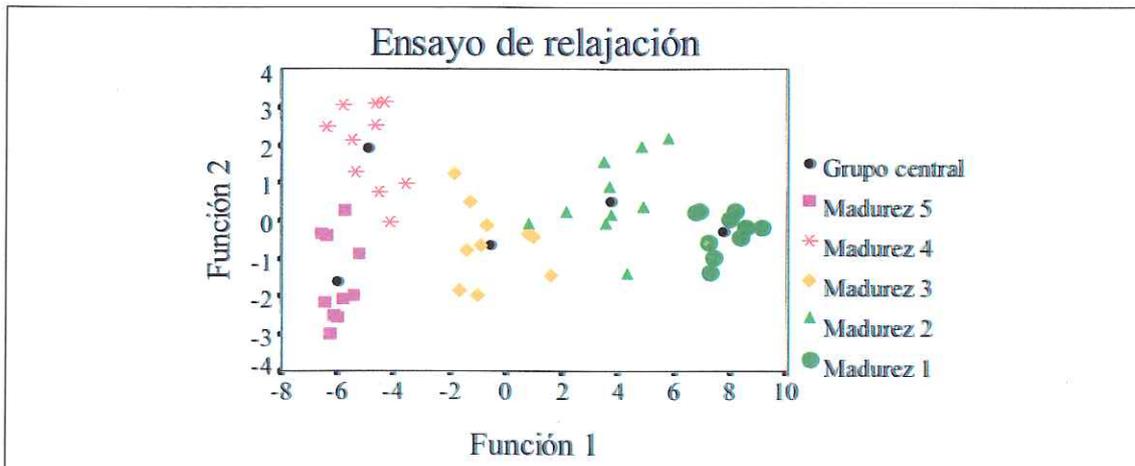
3.3. Estudio en maduración.

La decisión sobre el momento óptimo para la recolección de la cereza es de gran importancia para la vida comercial del producto y es determinante para su calidad y características organolépticas. El objetivo de este apartado es la determinación de unos índices de madurez fácilmente medibles y reproducibles que nos indiquen el grado de madurez óptimo para la comercialización de la cereza Burlat.

Los estudios de textura realizados nos muestran un ablandamiento en ensayos realizados tanto con piel como sin piel, pero con diferencias estadísticamente no significativas en los tres estadios de maduración. Por lo tanto, este parámetro no resulta lo suficientemente sensible para ser utilizado como índice de madurez en esta variedad.

En la última campaña se han realizado también estudios de relajación, con estos ensayos si que es posible separar hasta seis grados de madurez muy próximos (ver figura 3).

Figura 3. Análisis discriminante realizado con los ensayos de relajación.



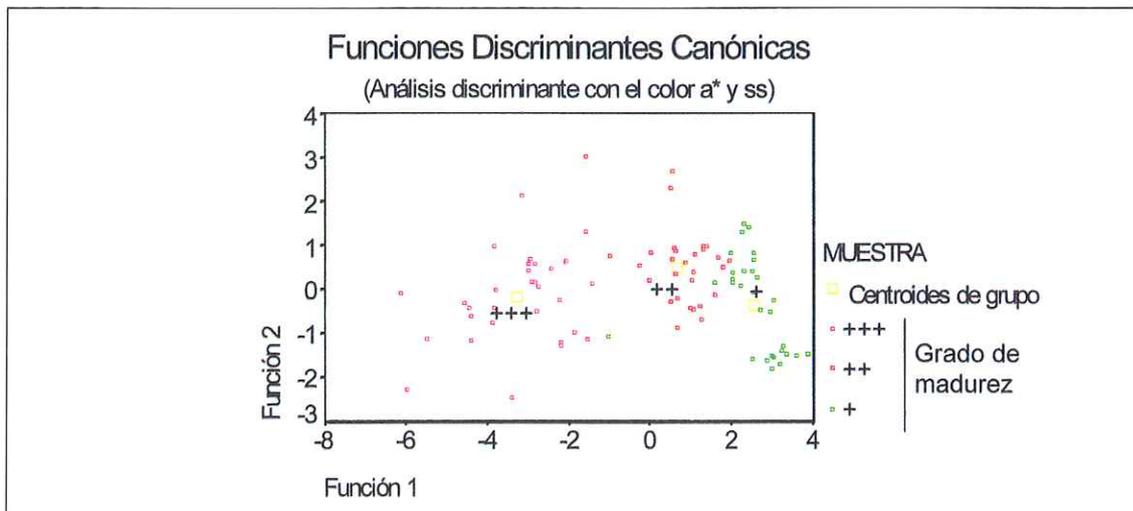
Los sólidos solubles incrementan durante la maduración, mientras que la acidez no experimenta modificaciones substanciales. Nuestros resultados no muestran ninguna correlación entre el cociente Sólidos Solubles/Acidez Titulable y la aceptabilidad durante el periodo de maduración estudiado. Esta relación, que en muchas frutas se considera un índice, tanto de madurez como de calidad organoléptica, no resulta de ninguna utilidad en la cereza Burlat.

En los parámetros de color se produce en las tres campañas un descenso del tono (coordenada H*) conforme aumenta el grado de madurez, pero los valores absolutos de este parámetro varían notablemente de una campaña a otra. El descenso observado en la coordenada H* es similar al descrito durante la maduración de otras variedades.

En el segundo año, las cerezas presentan tonalidades más púrpuras (valores de b^* negativos) que en el resto. Sin embargo, la evolución del parámetro a^* es idéntica en ambas campañas, presentando además valores muy similares.

Si utilizamos la coordenada de color a^* junto al contenido en sólidos solubles es posible diferenciar correctamente (con una probabilidad mayor del 95%) tres grados de madurez muy próximos (ver figura 4).

Figura 4. Análisis discriminante canónico en función del color a^* y el contenido en sólidos solubles.



Estos datos indican que es posible confeccionar patrones de color por intervalos de maduración que faciliten la selección de la cereza Burlat en el momento de su recolección y de su clasificación. Este método resulta simple y no es destructivo.

Se han descrito diversas correlaciones entre los parámetros fisicoquímicos en maduración: entre los sólidos solubles y la dureza, entre el color y la dureza... En nuestro estudio, se han encontrado buenas correlaciones entre el color, especialmente la coordenada a^* con el contenido en pigmentos, actividad de enzimas pécticos, sólidos solubles y determinados ensayos de textura. Estas correlaciones nos confirma la posible utilización del color para diferenciar los grados de madurez de la cereza Burlat.

3.4. Estudio en Conservación.

Textura: En todas las atmósferas ensayadas se observa un efecto beneficioso en el mantenimiento de la textura, tras una semana de conservación en MAP, no se observan diferencias significativas con los valores iniciales. Los mejores resultados se han obtenido con las cerezas rojas y con la temperatura de 2°C.

En los “estudios de frutero” han aparecido en algunas de las condiciones ensayadas texturas gomosas, determinadas instrumentalmente por un aumento en el esfuerzo máximo a la penetración con piel. Estas texturas anómalas se favorecen si la temperatura de conservación es 5°C. Las concentraciones de gases que provocan la aparición de estas texturas indeseables han sido desechadas aunque presentasen un óptimo comportamiento en la evolución del resto de los parámetros.

Color: En todas las campañas se observan ligeras variaciones en el tono (color H*) de las cerezas envasadas en atmósferas modificadas. Estas variaciones en el color que se detectan en la medida instrumental del color, no han sido en muchos casos percibidas por el panel de catadores, y en ningún caso originan una disminución en la aceptabilidad sensorial de las muestras.

Sólidos Solubles y Acidez: Tanto el contenido en sólidos solubles como la acidez determinan directamente el sabor. Durante la conservación de las frutas se deben mantener el sabor dulce y ácido por igual con el fin de no ocasionar desequilibrios que provoquen una pérdida de aceptabilidad.

Las disminuciones en la acidez nos han hecho descartar determinadas concentraciones de O₂ y CO₂ como idóneas para conservar esta variedad, aunque el contenido en sólidos solubles se mantenga constante en los distintos ensayos.

La disminución de la acidez es más acusada cuando la temperatura de conservación es 5°C.

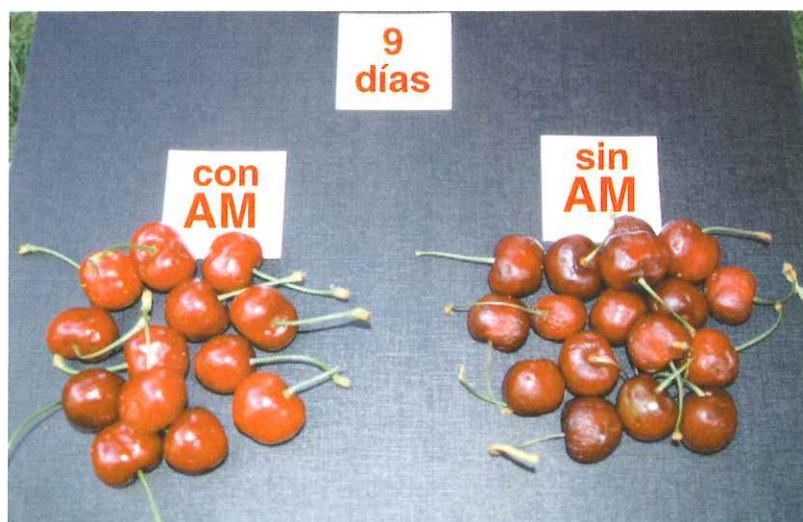
Sensorial: Los resultados de la primera campaña indicaron que las cerezas “rojas” envasadas inicialmente en aire eran las que mejor mantenían la calidad, incluso tres semanas después de recolectadas. Los peores resultados se obtuvieron en el caso de las cerezas moradas envasadas inicialmente en 60% CO₂, 7% O₂, 33%N₂, detectando los catadores sabores extraños, a medicamentos, desinfectante, madera...

Durante la segunda campaña obtuvieron las calificaciones más altas las cerezas conservadas a 2°C de temperatura utilizando LDPE de 25 m y aire como atmósfera inicial de envasado.

En la tercera campaña, las cerezas envasadas en el film más permeable y conservadas a 1°C mantuvieron su calificación durante 15 días.

Con la utilización de las atmósferas modificadas se logra un aumento considerable en la vida útil de la cereza. Aunque otras variedades de cereza presentan altas tolerancias a concentraciones de CO₂, en la variedad Burlat provocan la aparición de sabores anómalos.

La utilización de atmósferas modificadas mantiene el brillo y el color verde del pedúnculo.

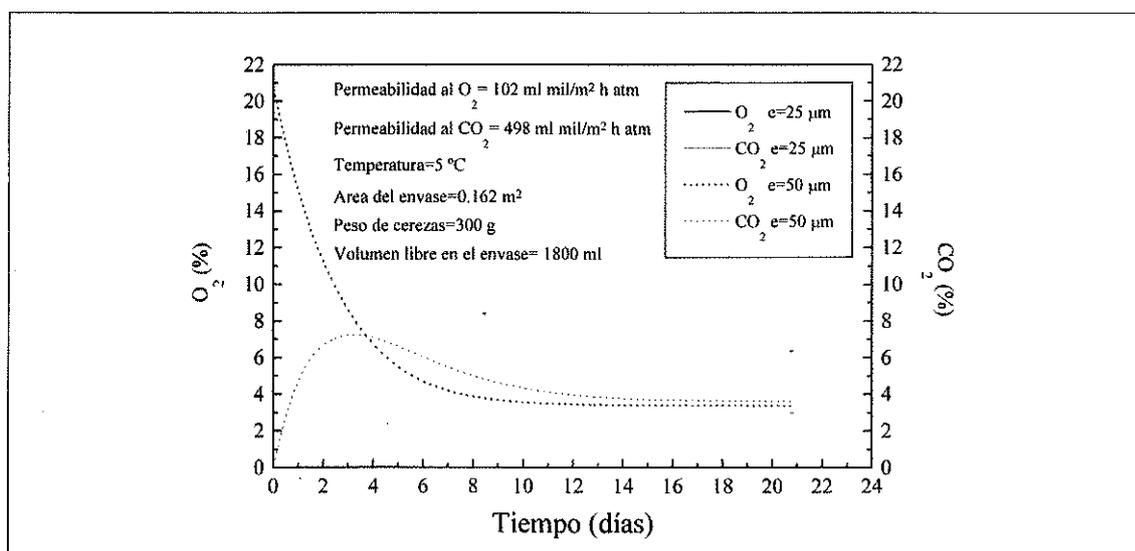


3.5. Modelado matemático.

A partir de los experimentos realizados se determinó la velocidad de respiración para cerezas en diferentes estados de madurez y temperatura. Estos resultados nos permiten conocer que intercambio gaseoso se produce entre las cerezas y la atmósfera que las rodea. Teniendo en cuenta que existe también un intercambio gaseoso entre el interior del envase y el exterior del mismo, se puede conocer mediante un modelado matemático de estos fenómenos qué concentración de O_2 y CO_2 se generará en el envase para un determinado plástico. Por lo tanto podemos predecir a priori si un determinado plástico es adecuado para el envasado de las cerezas o no.

En la Figura 5 se muestra, a modo de ejemplo, como sería la evolución con el tiempo de la atmósfera en el interior de un envase de una determinada permeabilidad para dos espesores diferentes del plástico.

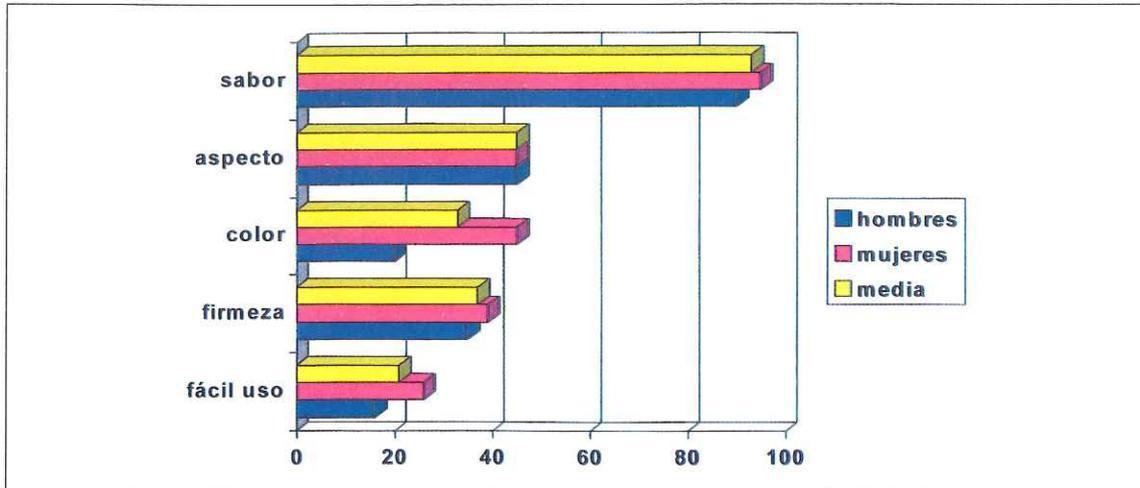
Figura 5. Ejemplo de simulación matemática.



4. RECOMENDACIONES.

4.1. Los parámetros que definen la calidad sensorial de la cereza Burlat son (por orden de importancia): el sabor, el aspecto, la firmeza y el color (ver figura 6).

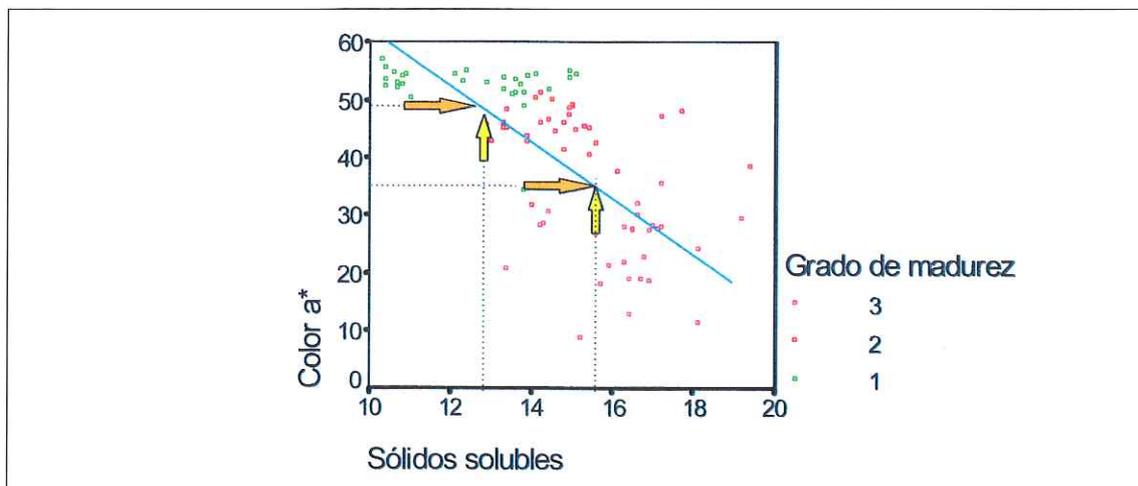
Figura 6. Valoración sensorial de la cereza Burlat.



Las características sensoriales de la cereza Burlat determinan su aceptación, siendo el sabor el parámetro más importante.

4.2. La cereza Burlat comercializada presenta una gran heterogeneidad entre frutos de la misma procedencia, lo que repercute negativamente tanto en la calidad de la misma como en la conservación de ésta. Resulta por tanto necesario definir unos índices de madurez fácilmente medibles como son el color a^* y el contenido en sólidos solubles que nos indiquen el óptimo de madurez comercial para una conservación con una calidad óptima (figura 7).

Figura 7. Representación de tres grados de madurez muy próximos en función del color y el contenido en sólidos solubles.

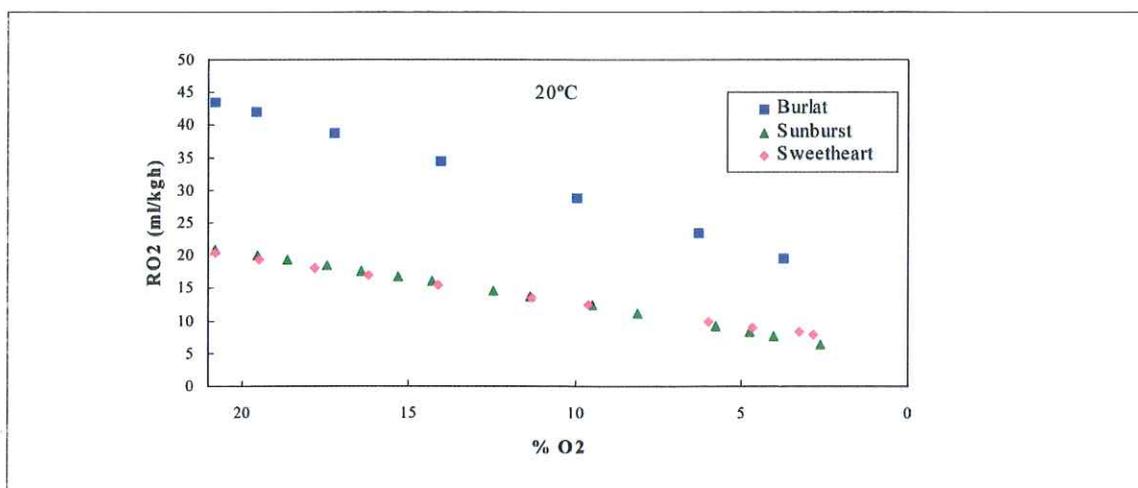




La cereza Burlat con un grado de madurez óptimo para su posterior conservación ha de tener un contenido en sólidos solubles entre 13-15,5° Brix y unos valores de color de la coordenada a* entre 35-50.

4.3. La cereza Burlat presenta una alta tasa respiratoria que la hace más perecedera que otras variedades (ver figura 8).

Figura 8. Comparación de la tasa respiratoria de la cereza Burlat frente a otras variedades más tardías.



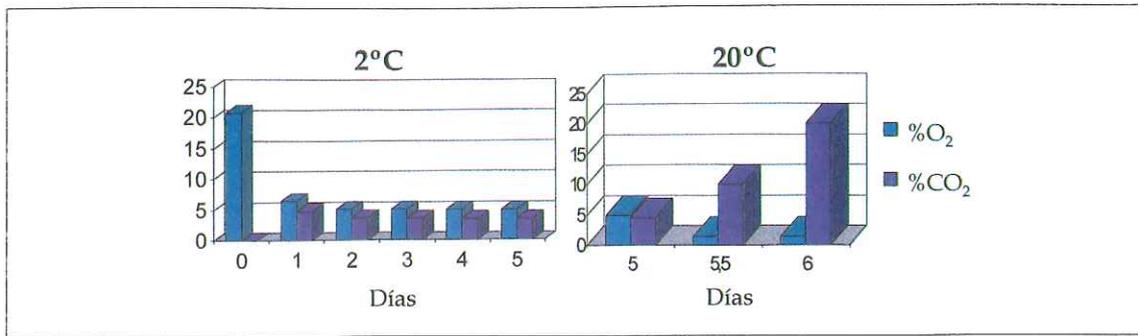
Por tanto para lograr el mantenimiento de la calidad de esta variedad hay que realizar un correcto control de la temperatura, siendo recomendable, aunque a veces resulte costoso, temperaturas lo más próximas a 2°C.



Para mantener la calidad de la cereza Burlat es necesario refrigerar rápida e inmediatamente.

4.4. Durante el transporte de las cerezas envasadas en atmósferas modificadas, es imprescindible mantener las condiciones de refrigeración. La ruptura de la cadena del frío anula el efecto beneficioso del envasado en atmósferas protectoras. Si en la muestra envasada en un film con una permeabilidad tal que permita el alcanzar unas concentraciones de equilibrio adecuadas (ver figura 9) rompemos las condiciones de refrigeración incrementando la temperatura hasta 20°C, aumentará notablemente la tasa respiratoria, la cereza consumirá el O₂ y se disparará la producción de CO₂, de modo que se crea una atmósfera anaerobia que potenciará el desarrollo de sabores anómalos. Por tanto el uso de atmósferas modificadas debe ir siempre acompañado del mantenimiento de la cadena de frío.

Figura 9. Evolución de la atmósfera de equilibrio al aumentar la temperatura.



Para mantener el efecto protector de las atmósferas modificadas es necesario no romper la cadena de frío durante el proceso de comercialización del producto.

4.5. Nuestros resultados indican que la cereza Burlat es especialmente susceptible a las altas concentraciones de CO₂ que provocan una importante disminución en la aceptación sensorial.



Las concentraciones de equilibrio óptimas para la conservación de la cereza Burlat en atmósferas modificadas son un 3-5% CO₂ y un 5-10% O₂ acompañadas siempre de la utilización de frío (preferiblemente 2°C).

4.6. Nuestros estudios indican que utilizando un film plástico con unas características de permeabilidad adecuadas, la modificación pasiva de la atmósfera (envasado inicial en aire) proporciona similares resultados que el barrido del aire del interior del envase con una determinada combinación de gases.

Los posibles films a utilizar para la generación de las atmósferas modificadas pasivas dependerán del tipo de envasado de la fruta: pallets, cajas para minoristas, bolsas de consumo individuales o barquillas, ya que la relación peso de la fruta / superficie de intercambio determina las concentraciones de equilibrio.



Así, para el envasado de la cereza Burlat utilizando una generación pasiva de la atmósfera tendremos que utilizar distintos film plásticos con permeabilidades adecuadas para lograr las concentraciones de equilibrio óptimas en los diferentes tipos de envases (ver figura 10).

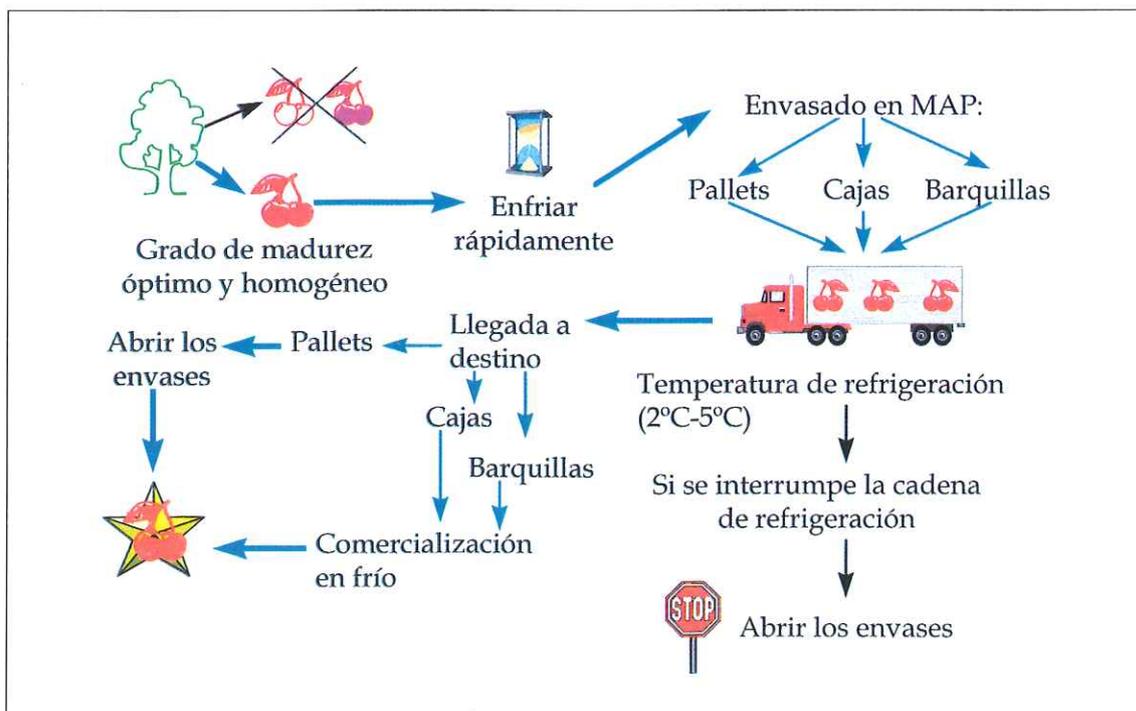
Figura 10. Posibles films plásticos a utilizar para el envasado de cereza Burlat (ver permeabilidades en tabla 3).

<i>Posibles plásticos a utilizar en el envasado de la cereza Burlat en atmósferas modificadas pasivas</i>	
■ Bolsas de 500 g (36,5 cm x 25,5 cm):	LDPE 25 μ
■ Bolsas de 5 kg (41 cm x 46 cm x 30 cm):	Linefilm (LDPE 15 μ)
■ Barquillas de 500 g (19 cm x 13,7 x 6,7 cm):	Borden (Vinilo 15 μ)
■ Pallets standar 500 kg:	Linefilm (LDPE 15 μ) con área de alta permeabilidad, Microperforados, Otros...

 La elección del film plástico dependerá del tipo de envasado de la fruta: dimensiones del envase, cantidad de cereza a envasar y atmósfera inicial de envasado.

4.7. Para lograr la comercialización de la cereza Burlat con una calidad óptima es necesario: trabajar con una cereza de un grado de madurez óptimo y homogéneo, enfriar rápidamente e inmediatamente, envasar en atmósferas modificadas utilizando un film con la permeabilidad adecuada al tipo de envase que se va a utilizar y mantener la cadena de frío durante la comercialización (ver figura 11).

Figura 11. Recomendaciones para comercializar la cereza Burlat con un calidad óptima.



Si siguiendo estas recomendaciones la cereza Burlat mantendrá una calidad óptima, manteniendo un magnífico aspecto externo y una excelente calidad sensorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Allen, F.W. (1960). "Carbon dioxide investigations: Influence of carbon dioxide atmospheres upon cherries, plum, peaches, and pears under simulated transit conditions". Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **37**: 467-472.
2. Alonso J. y Canet W. (1994). "Mechanical assesment of texture of sweet cherries: effects of freezing". J. Sci. Food Agric., **66**: 1-7.
3. Alonso J., Canet, W. y Rodriguez, M. T. (1993). "Effect of various thermal pre-tretments on the texture of frozen cherries (*Prunus avium* L.). Related enzymes activities". Z. Lebensm Unter Forsh, **196**: 214-218.
4. Andre, P., Blanc, R., Buret, M. Chambrey, Y., Flanzzy, C., Pelisse, C.y Dample, P. (1982). "Essais de conservation de la cerisae rouge pour la consummation en frais". P.H.M. Reveue Horticole, **226**: 35-43.
5. Artés, F. (1995a) "Revisión: Innovaciones en los tratamientos físicos modulados para preservar la calidad de los productos hortofrutícolas en la postrecolección. II. Tratamientos térmicos cíclicos". Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment., **35**: 139-149
6. Artés, F. (1995b) "Revisión: Innovaciones en los tratamientos físicos modulados para preservar la calidad de los productos hortofrutícolas en la postrecolección. III. Tratamientos gaseosos". Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment., **35**: 247-269
7. Artés, F. (1995c). "Revisión: Innovaciones en los tratamientos físicos modulados para preservar la calidad de los productos hortofrutícolas en la postrecolección I. Pretratamientos térmicos". Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment., **35**: 45-64.
8. Canet, W., Rodríguez, M.T., Alonso, M., Cristóbal, D. y Gorrochategui, L. (1988). "Estudio de la influencia de diferentes tratamientos postrecolección en cerezas". Actas III Cong. Soc. Esp. Cienc. Hortíc., 474-479.
9. Chen, P.M., Mellenthin, W.M., Kelly, S.B. y Facticeau, T.J. (1981). "Effects of low oxygen and temperature on quality retention of 'Bing' cherries during prolonged storage". J. Amer. Soc. Hort. Sci., **106**: 533-535.
10. Facticeau, T.J. (1982). "Relationship of soluble solids, alcohol-insoluble solids, fruit calcium and pectin levels to firmness and surface pitting in 'Lambert' and 'Bing' sweet cherry fruit". J.Amer. Soc. Hort. Sci., **107**: 151-154.
11. Kader, A. (1980). "Prevention of ripening in fruits by use of controlled atmospheres". Food Technol.,**1**: 51-54.
12. Kader, A. (1989). "Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables", Crit. Rev. Food Sci. Nutr., **28**: 1-30.
13. Lee, L., Arul, L., Lancki, R. y Castaigne, T. (1996). "A review of modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables: physiological basis and practical aspects II" (Review). Packaging Technology and Science, **9** (1): 1-17.

14. Meheriuk, M., Girard, B., Moyls, L., Beveridge, H.J.T., McKenzie, D., Harrison, J., Weintraub, S. y Hocking, R. (1995). "Modified atmosphere packaging of 'Lapins' sweet cherry". *Food Research International*, **28**: 239-244.
15. Meheriuk, M., McKenzie, B., Girard, B., Molys, A.L., Weintraub, S., Hocking, R. y Kopp, T. (1997). "Storage of 'Sweetheart' cherries in sealed plastic film". *J. Food Quality*, **20**: 189-198.
16. Navarro, P., Martínez-Jávega, J.M. y Del Río, M.A. (1993). "Influencia de la pre-refrigeración y embalaje en el almacenamiento frigorífico de la cereza c.v. Starking". *Actas II Congreso Ibérico S.E.C.H.*, 620-623.
17. Patterson, M.E. y Melstad, J.L. (1977). "Sweet chery handling and storage alternatives". *Proc. 2nd CA. Res. Conf.*, D.H. Dewey.
18. Porrit, S.W. y Mason, J.L. (1965). "Controlled atmosphere storage of sweet cherry". *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **87**: 128-130.
19. Shelton, S. (1994). "Cherry industry looks to modified atmospheres pack". *Good Fruit Grower*, **45** (5): 34.
20. Thompson, A.K. (1998) "Controlled atmosphere storage of Fruits and Vegetables". *CAB International*.
21. Werner, G. (1993). "Extended cherry season with modified atmospheres packs". *Good Fruit Grower*, **10**: 20-21.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todos los colaboradores del sector agroalimentario, en especial a Frudecas S.C.L. por el suministro de la fruta.

Colaboran:

Servicio de Transferencia en Tecnología Agroalimentaria.
Tecnología de Alimentos (Universidad de Zaragoza).
Sector Agroalimentario.

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente de la D.G.A.

Para más información, puede consultar al **Servicio de Transferencia de Tecnología Agroalimentaria**:
Paseo María Agustín, 34 • 50071 Zaragoza • Teléfono 976 71 46 38