

# Efectos del sistema de nebulización AQUALIFE en la conservación y calidad de la fruta en condiciones de frío convencional.

Informe preliminar: septiembre 2016



Dirigido por: **Jesús Val Falcón** (Científico Titular del CSIC)

Realizado por: **Diego Redondo Taberner** (Ingeniero Agrónomo)

**Azahara Díaz Simón** (Ingeniero Técnico Agrícola)

Estación Experimental de Aula Dei ([www.eead.csic.es](http://www.eead.csic.es))

## ÍNDICE

1.	ENSAYO DE CONSERVACIÓN CON SISTEMA AQUALIFE DE FRUTAS DE HUESO Y DE PEPITA.....	3
2.	OBJETIVO DEL ENSAYO .....	3
3.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	3
3.1	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD .....	4
3.1.1	PARÁMETROS DE CALIDAD NO DESTRUCTIVOS.....	4
3.1.2	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DESTRUCTIVOS.....	6
3.1.3	CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS.....	8
3.1.4	ANÁLISIS SENSORIAL.....	10
3.2	MATERIAL VEGETAL.....	11
3.3	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS .....	11
4.	RESULTADOS.....	12
4.1	RESULTADOS CEREZA BURLAT.....	12
4.1.1	PLAN EXPERIMENTAL .....	12
4.1.2	PARÁMETROS DE CALIDAD.....	12
4.2	CEREZA RAINIER .....	21
4.2.1	PLAN EXPERIMENTAL .....	21
4.2.2	PARÁMETROS DE CALIDAD.....	21
5.	CONCLUSIONES CEREZA .....	31
5.1	CEREZA BURLAT.....	31
5.2	CEREZA RAINIER .....	31

## 1. ENSAYO DE CONSERVACIÓN CON SISTEMA AQUALIFE DE FRUTAS DE HUESO Y DE PEPITA

En la campaña de 2016 el grupo Nutrición de Cultivos Frutales (NCF) de la Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC) realizó para la empresa SAMARKETING un ensayo empleando su sistema de humidificación por nebulización (AQUALIFE) en diferentes especies de fruta de hueso (cereza y melocotón) y de fruta de pepita (manzana y pera).

**EL PRESENTE INFORME, A PETICIÓN EXPRESA DE LA EMPRESA, ES SOLO UN AVANCE DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN DOS VARIEDADES DE CEREZA.**

## 2. OBJETIVO DEL ENSAYO

El **objetivo general** de los ensayos llevados a cabo en la Estación Experimental Aula Dei fue comprobar la efectividad del sistema de humidificación por nebulización AQUALIFE de la empresa SAMARKETING en la conservación en cámara frigorífica de 4 especies diferentes de fruta (cereza, melocotón, manzana y pera) para mantener los parámetros de calidad postcosecha, comparándola con una conservación en cámara frigorífica sin control de humedad.

Para ello se establecieron los siguientes **objetivos parciales**:

- Conocer el efecto del sistema de humedad sobre los parámetros de calidad físicos y químicos normalmente evaluados en la conservación postcosecha de las diferentes frutas, en comparación con una cámara sin control de humedad.
- Realizar un análisis sensorial de todos los lotes empleando un panel entrenado de catadores con el fin de observar posibles diferencias.

## 3. MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en las instalaciones que el grupo de investigación dispone en la EEAD junto con la mejora en el control de la humedad proporcionada por SAMARKETING. La cámara de refrigeración donde se instaló el sistema Aqualife tiene unas dimensiones de 3x3x3 m, lo que supone un total de 27 m<sup>3</sup>. Por su parte, la cámara que se utilizó como control, en la que no existe ningún sistema de control de humedad, tiene unas dimensiones de 5x3x3 m, 45 m<sup>3</sup>.

Las muestras fueron adquiridas de suministradores de la confianza del grupo de investigación (cereza Burlat y Rainier). Se recolectaron en su momento óptimo y transportaron rápidamente al laboratorio en el que se realizó un primer análisis en ese momento para determinar los parámetros de calidad y disponer de una caracterización inicial. El resto de frutos se conservaron a 2-4 °C durante el tiempo preciso para cada especie frutal. Una vez sacados de la cámara se procedió a su análisis o se dejaron dos días a temperatura ambiente, periodo conocido como frutero (SL de sus siglas en inglés SHELF LIFE).

### 3.1 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD

Para determinar el efecto de la conservación en frío junto con alta humedad sobre la fruta, en función de la especie frutal, **se estudiaron los siguientes parámetros para cada fecha de análisis.**

#### 3.1.1 PARÁMETROS DE CALIDAD NO DESTRUCTIVOS

##### EVOLUCION TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

Se controló la temperatura y la humedad de ambas cámaras empleadas en el ensayo mediante el uso de sondas portátiles HOBO, obteniéndose datos cada 30 min y exportándose los datos en formato .xlsx.

##### PÉRDIDA DE PESO

Se controló la pérdida de peso de las cajas de fruta empleadas en los ensayos en cada uno de los puntos de análisis mediante la pesada en el día 0, momento de entrada en la cámara de conservación, y en el día de análisis correspondiente.

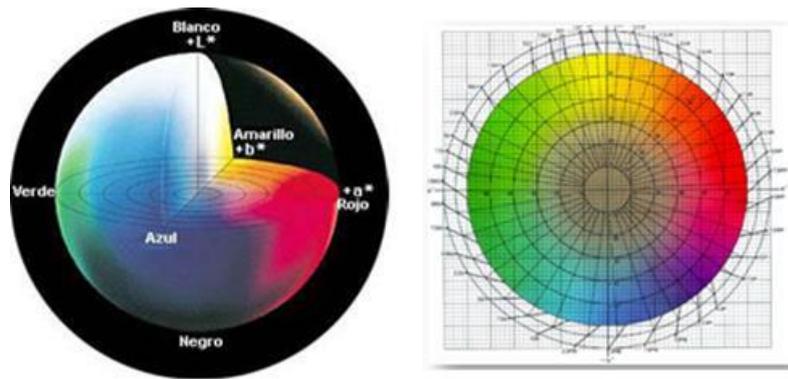
##### COORDENADAS DE COLOR CIELAB ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ )

El color de los frutos es una de las características básicas de calidad y, por lo tanto, de su valor comercial. La medida de color se efectuó con un espectrofotómetro CMS 700 de Konica Minolta (Figura 1), este actúa como colorímetro proporcionando las coordenadas de color del espacio 'Cielab'  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ .



**Figura 1.** Espectrofotómetro CMS 700 de Konica Minolta.

Estos parámetros representan las tres dimensiones del color tal y como es percibido siendo  $L^*$  la claridad o luminosidad y  $a^*$  y  $b^*$  las coordenadas de cromaticidad, que indican direcciones de colores:  $+a^*$  es la dirección del rojo,  $-a^*$  es la dirección del verde,  $+b^*$  es la dirección del amarillo y  $-b^*$  es la dirección del azul, siendo el centro acromático (Figura 2).



**Figura 2.** Espacio bidimensional de color según el sistema CieLab.

En los frutos se efectuaron mediciones en tres puntos equidistantes de cada lado del fruto. Se considera el promedio de cada uno de los parámetros mencionados, siempre medido con la fuente de iluminación D65 correspondiente a la luz diurna.

### **ABSORBANCIA A 680 NM: CUANTIFICACIÓN DE LA CLOROFILA**

Por otro lado, el espectrofotómetro utilizado en las determinaciones anteriores mide la luz reflejada de la superficie en cada longitud de onda o en cada rango de longitudes de onda. Estos datos se representan en un gráfico de reflectancia espectral para ofrecer una información más detallada sobre la naturaleza del color. Estos datos se transforman posteriormente en el valor correspondiente de absorbancia.

Del mismo modo que en la determinación de las coordenadas de color, se efectuaron mediciones en tres puntos equidistantes de cada lado del fruto, siendo el resultado la media de dichas mediciones a distintas longitudes de onda en el rango de 360 a 740 nm; con un intervalo de 10 nm. De todos los valores de reflectancia obtenidos, es de especial interés el correspondiente a la longitud de onda de 680nm, ya que es donde se encuentra el pico de absorción de la clorofila. De este modo, los frutos más inmaduros, que contienen más clorofila, absorben más la luz en esta banda y poseen valores de absorbancia más altos, y en los frutos más maduros sucede lo contrario, reflejan más luz y por lo tanto tiene valores de absorbancia más bajos.

### **FIRMEZA NO DESTRUCTIVA (AWETA)**

El equipo AWETA evalúa la firmeza mediante resonancia acústica y un índice de firmeza propio, FI. La base de su funcionamiento es la medición de la frecuencia de una señal acústica tras atravesar el fruto analizado. Posee la ventaja de que efectúa una evaluación global de la firmeza del fruto, pues mide la vibración del fruto entero, mientras que la firmeza destructiva determinada con el penetrometro tradicional Magness-Taylor únicamente aporta información sobre una zona localizada del fruto (en la que se ejerce presión). Además, con este instrumento también se obtiene el peso del fruto (Figura 3).



**Figura 3.** Medidor de firmeza por impulso acústico, AWETA.

Los ensayos se realizaron sobre el producto entero en un total de 50 frutos. Se ejecutaron tres medidas por cada fruto, indicándonos el aparato directamente la media de cada fruto.

### **FIRMEZA NO DESTRUCTIVA (DUROFEL)**

También se puede determinar la firmeza mediante un ensayo de textura no destructivo con el equipo DUROFEL DFT-100 (Figura 4). Consiste en aplicar una presión en el fruto, obteniéndose unos valores adimensionales que nos indican la resistencia que ofrece el fruto a dicha presión.



**Figura 4.** Medidor de firmeza no destructiva, DUROFEL.

Los ensayos se realizaron sobre el producto entero, aplicando una ligera presión con el puntero sobre la superficie. Las medidas se repitieron a ambos lados del fruto, tomando como medida el valor promedio en un total de 50 frutos.

### **3.1.2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DESTRUCTIVOS**

#### **FIRMEZA MAGNESS TAYLOR**

La firmeza se determinó mediante un ensayo destructivo de penetración con un penetrómetro digital Magness-Taylor (Figura 5) y que indica la fuerza necesaria para introducir en la zona ecuatorial

del fruto un vástago cilíndrico. Se realizaron dos mediciones por fruto en la zona ecuatorial, eliminando la piel de dos zonas opuestas, obteniendo la fuerza realizada en kg. Los análisis se realizaron sobre 50 muestras, empleándose un vástago de 8 mm de diámetro.



Figura 5. Penetrómetro manual Magness-Taylor.

### **SÓLIDOS SOLUBLES**

El contenido en azúcares es la principal medida de la calidad interna del fruto ya que junto a la acidez condicionan el sabor del mismo. Para la determinación del contenido en sólidos solubles totales se siguió la técnica descrita en los Métodos Oficiales de Análisis de Zumos de Frutas (AOAC, 1984) determinándose el índice refractométrico (<sup>o</sup>Brix), mediante un refractómetro digital Atago PR-101 (Figura 6). La medida se realizó por quintuplicado sobre los zumos obtenidos a partir de 10 frutos cada uno, expresando el resultado en grados Brix.



Figura 6. Refractómetro digital ATAGO PR 101.

### **ACIDEZ TOTAL**

La acidez es un parámetro importante para determinar la calidad del fruto. El sabor del fruto resulta de la combinación de azúcares, ácidos y sustancias astringentes y aromáticas dentro del mismo. La fruta contiene diferentes ácidos orgánicos libres o en forma de nutrientes, siendo el más abundante el ácido málico, junto al cítrico y tartárico. Al madurar los frutos y durante la conservación disminuye el contenido total de ácidos orgánicos.

Los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor, color y la estabilidad de los mismos. Los valores de acidez pueden ser muy variables, por ejemplo, en el caso de las frutas, varían desde 0,2 a 0,3 %, en manzanas de poca acidez hasta de 6 % en el limón (el ácido cítrico puede constituir hasta 60 % de los sólidos solubles totales de la porción comestible). En general, la acidez

disminuye durante la conservación frigorífica con lo que para un largo periodo de conservación es necesario obtener frutos con niveles suficientes de acidez para mantener la calidad en el consumo posterior.

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 hidróxido sódico 0,1 N, hasta alcanzar pH=8,1. Se empleó un valorador automático modelo Mettler Toledo G20 Compact Titrator que proporciona de forma automática el valor de acidez expresado en g de ácido málico/kg (Figura 7). Las determinaciones se realizaron por quintuplicado.



**Figura 7.** Valorador automático Mettler Toledo G20 Compact Titrator.

### **ÍNDICE DE MADUREZ**

El índice de madurez se define como la relación existente entre el contenido en sólidos solubles y la acidez valorable.

$$I.M. = \frac{\text{Sólidos solubles}}{\text{Acidez}}$$

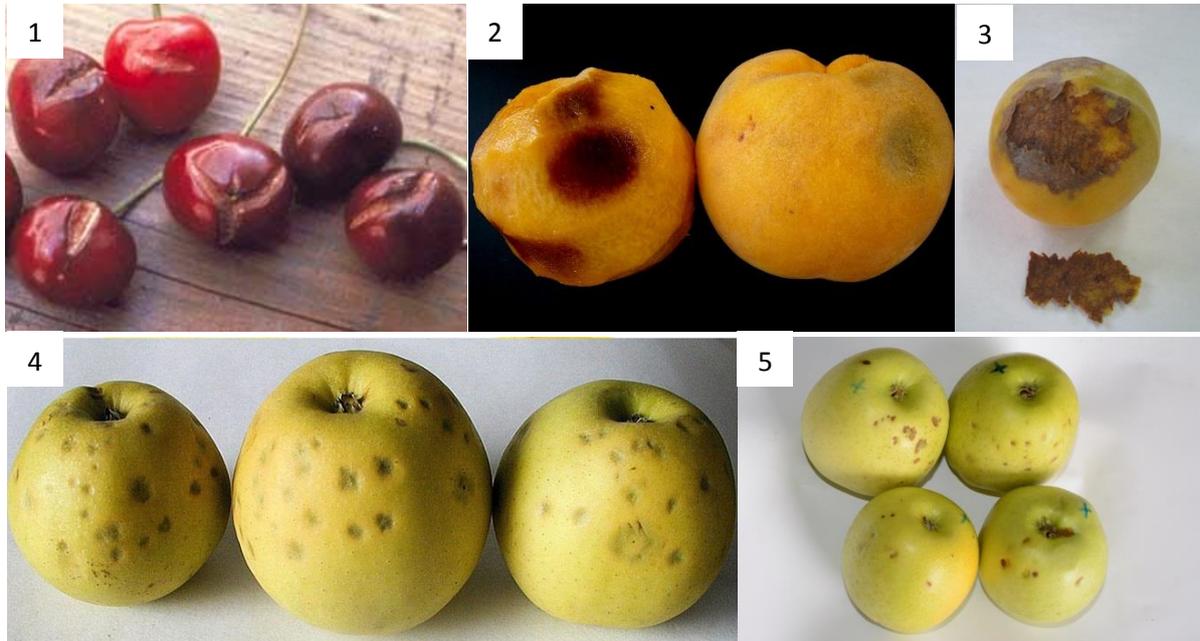
#### **3.1.3 CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS**

Fueron registradas y cuantificadas la aparición de posibles daños y fisiopatías relacionadas con la conservación de frutas.

##### **1. Fisiopatías (Figura 8):**

Las más comunes son **cracking** en cereza que consiste en el rajado de la piel debido, generalmente, a lluvia días antes de recolección o problemas de fragilidad de la piel en la conservación en frío. La **mancha vitrescente** del melocotón causa un oscurecimiento del mesocarpio del fruto similar a una sobremaduración de una zona delimitada del fruto. Por su parte, la mancha corchosa es muy similar a la **mancha vitrescente** pero en este caso la lesión se manifiesta también en el exterior del fruto y además la superficie está totalmente desecada. El **bitter pit**, fisiopatía relacionada con el calcio, se manifiesta por la aparición de unas manchas típicas de pequeña superficie, inicialmente incoloras y que van adquiriendo un color verde parduzco característico y una forma hueca, de aspecto corchoso. Generalmente se localizan en zonas aisladas, aproximadamente 1-2 mm por debajo de la piel y es en la zona calicina del

fruto donde aparecen en mayor concentración. Finalmente, en la **plara**, al igual que en el caso del bitter pit, el calcio es el elemento clave implicado en su desarrollo. Sus características similares al **bitter pit**, que pueden dar lugar a confusiones en su reconocimiento a simple vista, ya que ambas son manchas más o menos redondeadas, de un color marrón intenso en un estado avanzado y que afectan a los tejidos subepidérmicos, mayoritariamente en la zona calicina; Sin embargo, se diferencian en que la **plara** está centrada en las lenticelas, formando grandes depresiones.



**Figura 8.** Fisiopatías: (1) cracking en cereza, (2) mancha vitrescente y (3) mancha corchosa en melocotón, (4) bitter pit y (5) plara en manzana.

## 2. Daños por frío (Figura 9):

Aparecen durante la conservación en frío de determinadas frutas. En nuestro caso, las más comunes son el **pardeamiento interno** en los melocotones, el **escaldado superficial** en las manzanas y el **corazón pardo** en las peras.

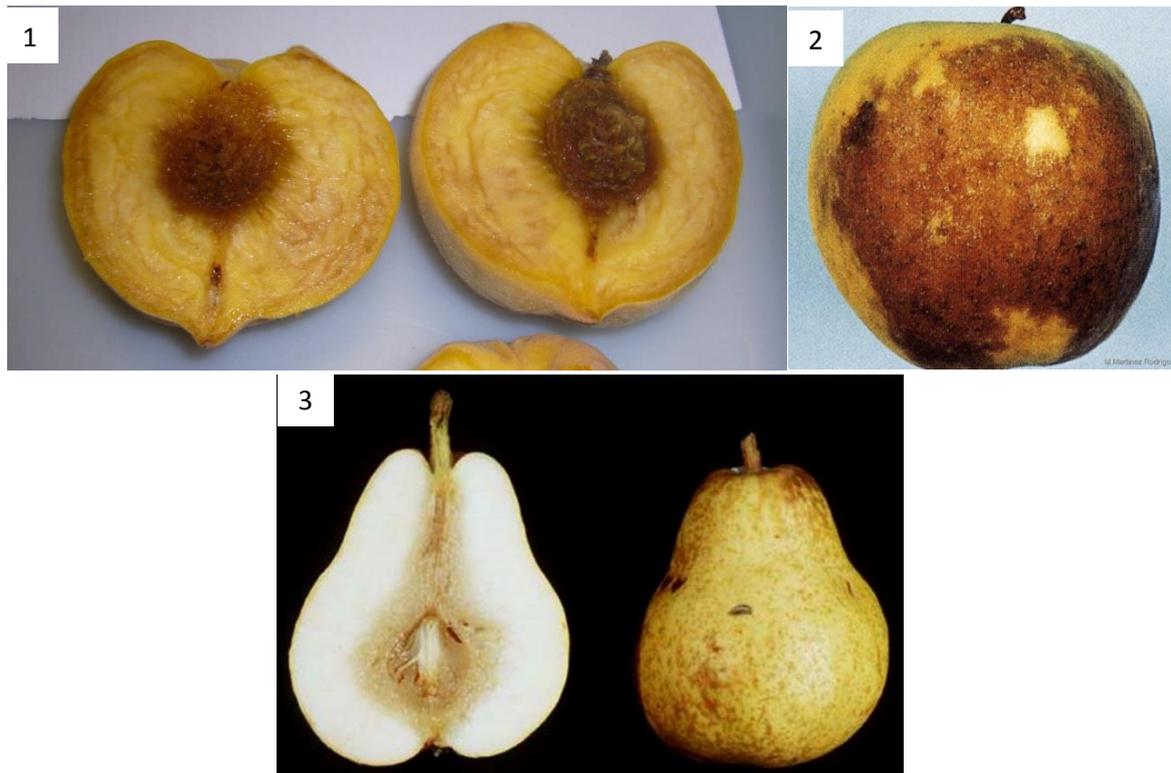


Figura 9. (1) Pardeamiento interno, (2) escaldado superficial y (3) corazón pardo.

### 3. Daños mecánicos:

Estos daños son debidos a golpes durante la recolección y confección de la fruta pero que pueden hacerse más evidentes en la conservación en frío.

### 4. Mohos alterantes:

Se determinó el porcentaje de frutos afectados por podredumbres y, en los casos que fue posible, el moho responsable.

#### 3.1.4 ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó un análisis descriptivo de las distintas frutas del proyecto mediante un panel de catadores entrenados. En una sesión previa se estableció una ficha de cata con los términos de apariencia visual, aroma, sabor y textura más relevantes de cada fruta, los cuales fueron luego evaluados de acuerdo con una escala de intensidad.

En el caso de las **cerezas**, los parámetros evaluados fueron:

- a. Fase visual: presentándose el fruto entero se determinó el color de la piel, el grado de marchitamiento del pedúnculo, la presencia de defectos y/o golpes, la presencia de deshidratación y una cuantificación de la preferencia hedónica (de 0 a 10).
- b. Fase en boca: se determinó la firmeza (de muy blanda a muy firme), textura (de muy blanda a muy crocante), jugosidad (de muy seca a muy jugosa), intensidad de sabor (de muy poco intenso a muy intenso), sabor (de muy dulce a muy ácido),

sabores o aromas extraños y una cuantificación de la preferencia hedónica (de 0 a 10).

### 3.2 MATERIAL VEGETAL

Para este ensayo, se usaron un total de 4 especies frutales (cereza, melocotón, pera y manzana) con 2 variedades cada una.

En el caso de las cerezas se emplearon las variedades Burlat y Rainier. La cereza **Burlat** es una de las que más se producen en España y en especial en el valle del Ebro. Destaca por ser una cereza que tiene la piel rojo oscuro o púrpura y con una forma algo aplastada y de tamaño medio. Su pulpa es de un rojo intenso, firme, jugosa y con un sabor dulce. Por su parte, la variedad **Rainier** destaca por su color amarillo con tonos rosados. Posee una forma ligeramente ovalada con una pulpa de color blanco, firme y con muy buen sabor, aunque posee problemas de conservación.



**EL RESTO DE ESPECIES FRUTALES (MELOCOTON, MANZANA Y PERA) SERÁN DESCRITAS EN EL INFORME FINAL**

### 3.3 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

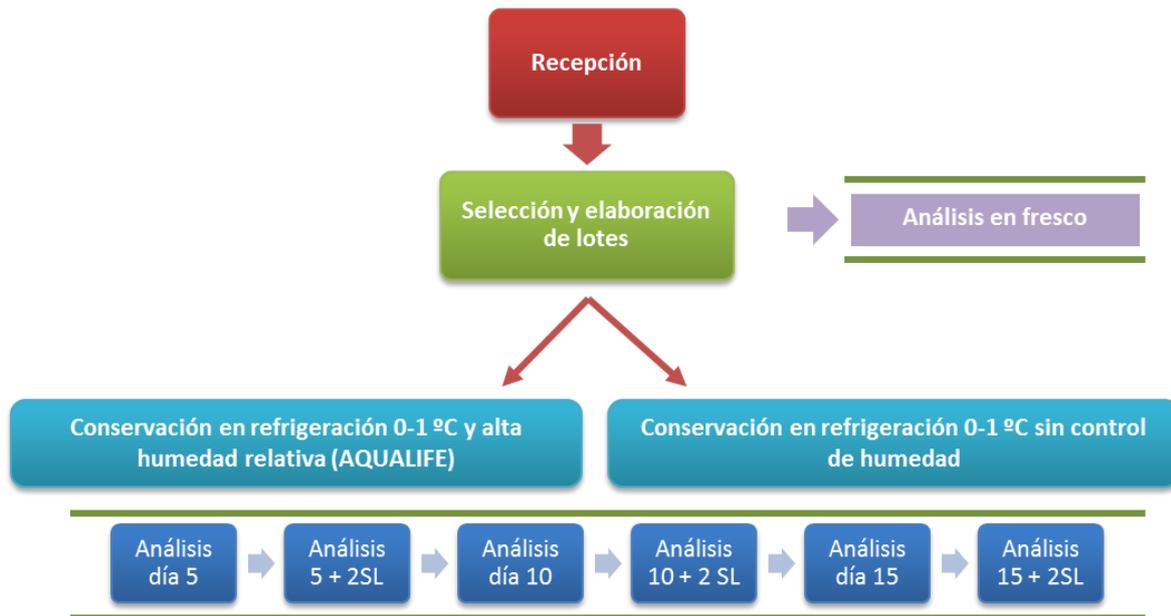
Todos los resultados obtenidos se trataron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA), y si éste dio diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) se aplicó el test de separación de medias de Waller-Duncan. El software utilizado fue el SPSS V.22.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 RESULTADOS CEREZA BURLAT

#### 4.1.1 PLAN EXPERIMENTAL

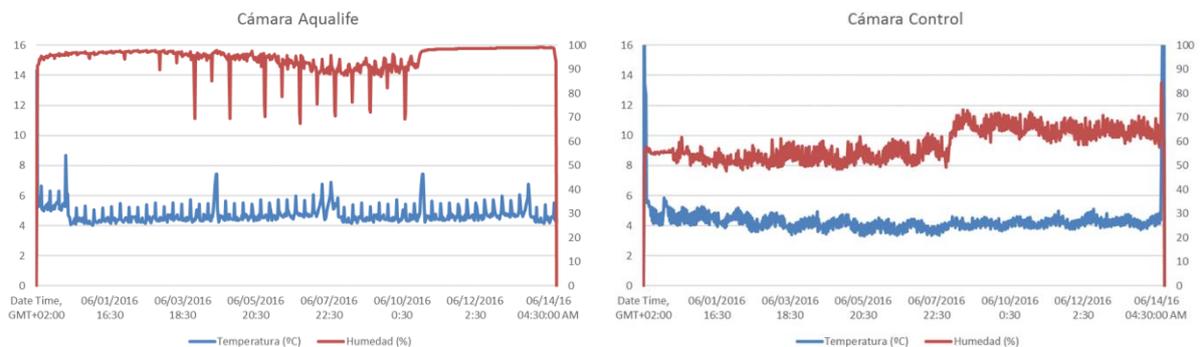
La variedad Burlat fue recibida el 30 de mayo de 2016 y se procedió a realizar el siguiente plan experimental.



#### 4.1.2 PARÁMETROS DE CALIDAD

##### EVOLUCION TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

La monitorización de la temperatura y la humedad (Figura 10) relativa nos indicó que la temperatura se mantuvo muy similar en ambas cámaras, en torno a 4 °C. Sin embargo, la humedad era de entre un 30 y un 40 % mayor en cámara con sistema Aqualife que en la cámara control sin humedad.

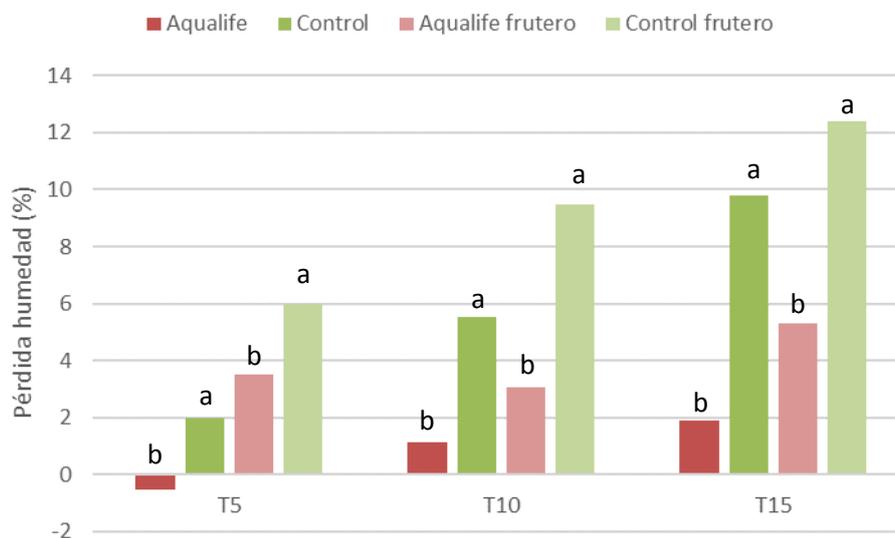


**Figura 10.** Control continuo de la temperatura y humedad en la cámara con el sistema Aqualife y en la cámara control.

La falta de variación en la humedad relativa de la cámara Aqualife en los últimos días de conservación fue debido a un cambio no previsto en la configuración del equipo. La programación pasó de forma automática de control de humedad por porcentaje a control de humedad por tiempo. Este hecho hizo que se alcanzaran humedades relativas del 100 % que provocaron gran condensación en la cámara, aunque sin afectar de forma manifiesta a los frutos.

### PÉRDIDA DE PESO

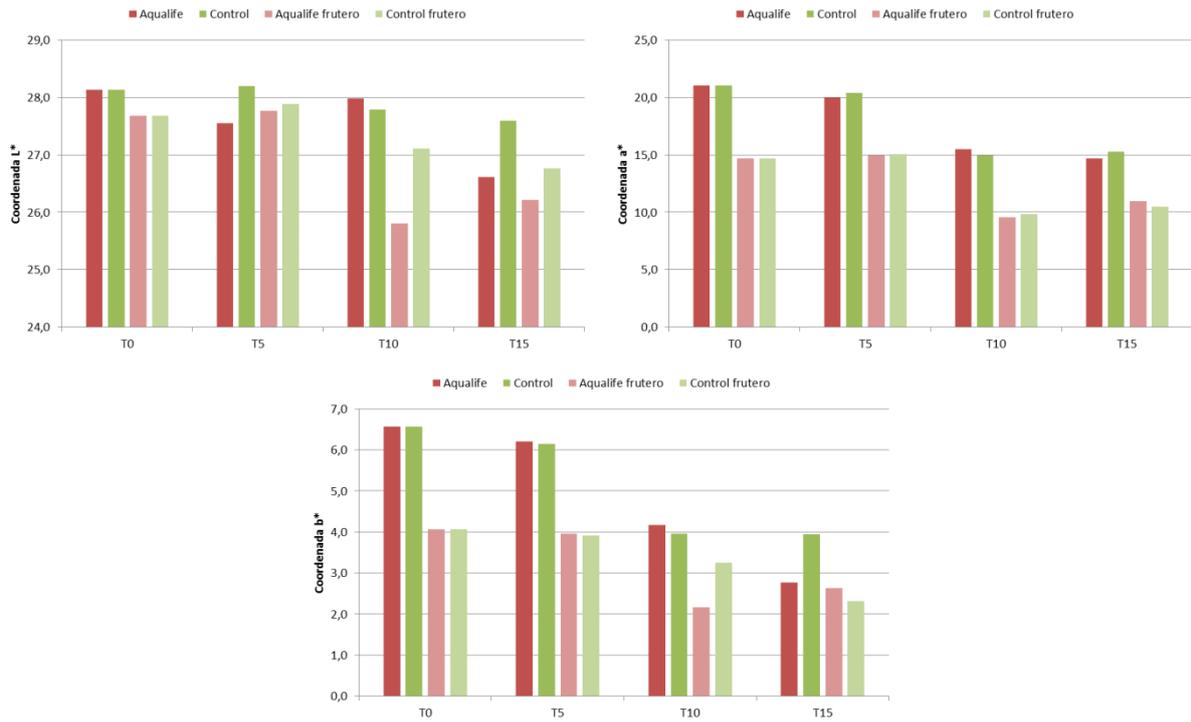
Fue en este parámetro donde se observaron las diferencias más evidentes entre los dos sistemas. La pérdida de peso del sistema Aqualife fue significativamente menor que la obtenida en la cámara control, llegando a ser tan solo del 2 % tras 15 días de conservación, mientras que en el sistema control fue de casi el 10 % (Figura 11). Estas diferencias se observaron también tras dos días de frutero (dos días a temperatura ambiente), donde tras 15 días de conservación, mientras que en la cámara con sistema Aqualife la pérdida de peso fue de aproximadamente el 6 %, en la cámara control fue de más del 12 %. La pequeña recuperación de la humedad que se observa en el día 5 con el sistema Aqualife puede ser debido a la absorción del agua condensada en la superficie de la cereza.



**Figura 11.** Determinación de la pérdida de peso durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

### COORDENADAS DE COLOR CIELAB

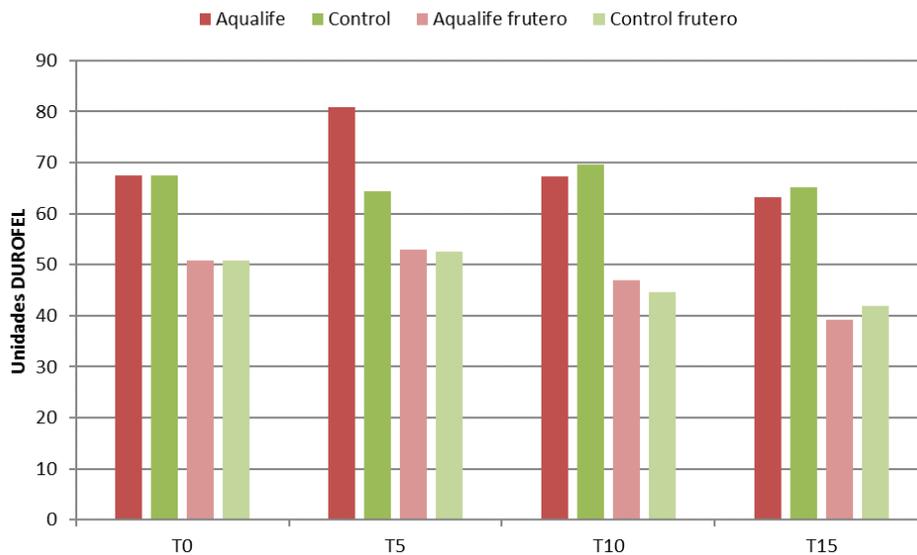
La Figura 12 muestra los valores de las coordenadas de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Se observó un descenso en los valores de las coordenadas de color a lo largo del tiempo, relacionado con la normal evolución de estos parámetros a lo largo de la conservación, pero no fueron significativamente distintas entre los dos sistemas de almacenamiento.



**Figura 12.** Evolución de las coordenadas de color L\*, a\* y b\* durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

**MÉTODO NO DESTRUCTIVO: DUROFEL**

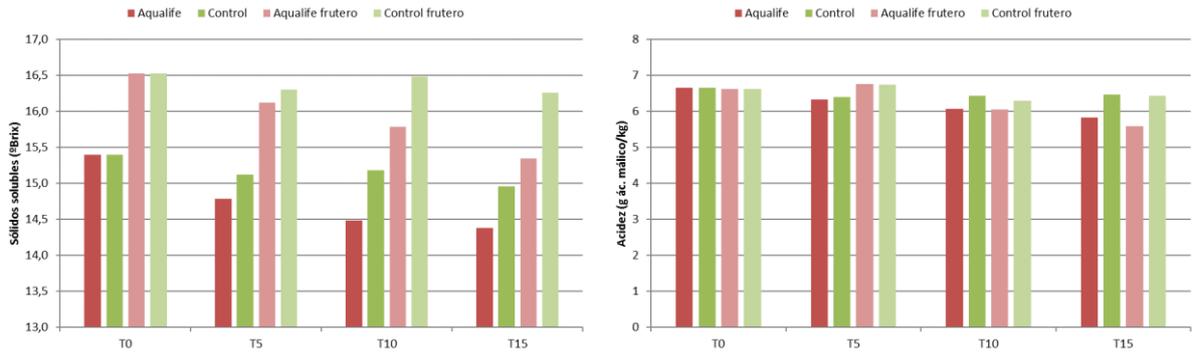
No se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en la firmeza determinada con Durofel entre los dos sistemas de conservación, ni en el día de salida de cámara ni tras dos días de frutero (Figura 13).



**Figura 13.** Evolución firmeza medida con DUROFEL durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

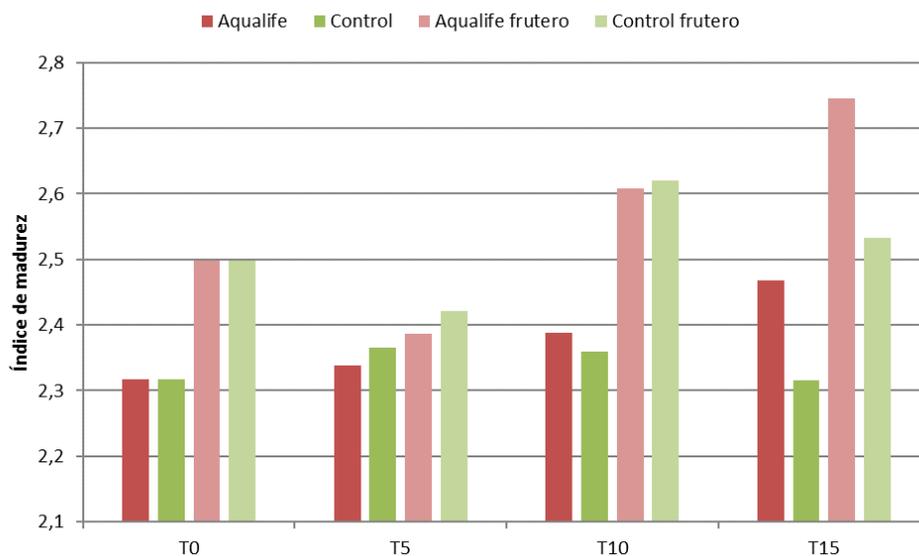
**SÓLIDOS SOLUBLES, ACIDEZ E ÍNDICE DE MADUREZ**

Estos parámetros, estrechamente relacionados entre sí, son los responsables del sabor percibido por los consumidores. Se observó un descenso a lo largo de la conservación de la concentración de sólidos solubles en el día de salida de cámara, concentración que aumentaba tras dos días de fruteros (Figura 14). En el caso de la acidez, la tendencia es de un ligero descenso, aunque sin diferencias entre el día de salida de cámara y tras dos días de frutero. Sin embargo, en ningún caso se observaron diferencias significativas entre los dos sistemas de conservación.



**Figura 14.** Evolución del contenido en sólidos solubles y de la acidez durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

Por lo tanto, en el índice de madurez (Figura 15), parámetro que relaciona el contenido en sólidos solubles y la acidez, también presentó el mismo comportamiento, aumentando de valor en los fruteros y sin diferencias significativas entre las dos cámaras.



**Figura 15.** Evolución del índice de madurez durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

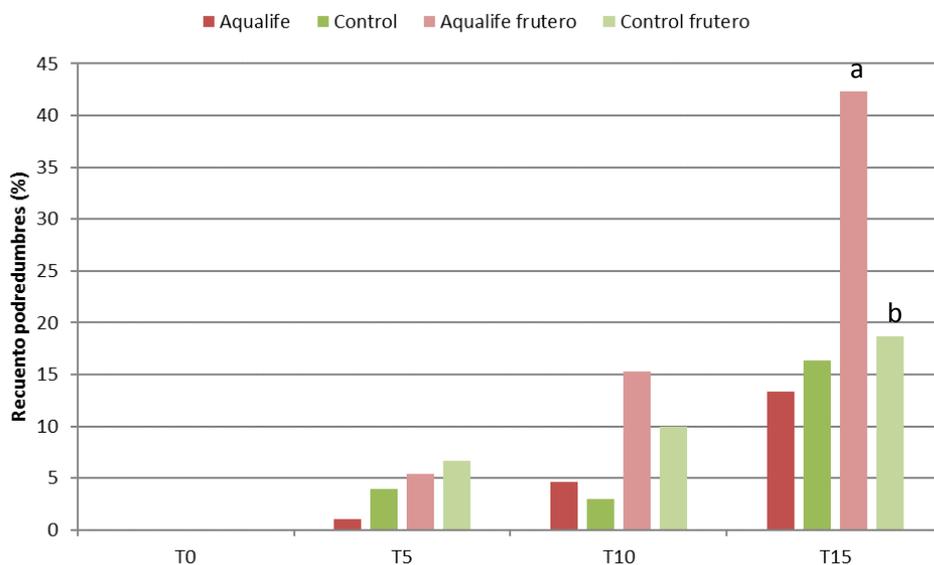
### CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS

En esta variedad no se observó en ningún momento de la conservación ni **fisiopatías** (en este caso cracking) ni **daños mecánicos** evidentes.

En cuanto a la **alteración por mohos o podredumbres** (Figura 17), no se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en cuanto al porcentaje de aparición entre los dos sistemas de conservación excepto en el día 15 y dos días de frutero, en el que el porcentaje de podredumbres en el sistema Aqualife llegó hasta casi el 45% por tan solo el 20% del sistema convencional. Destacar que hasta el día 10 el porcentaje de podredumbres es inferior al 5% en ambos sistemas y que la mayoría corresponden a especie *Monilinia* spp. (Figura 16).



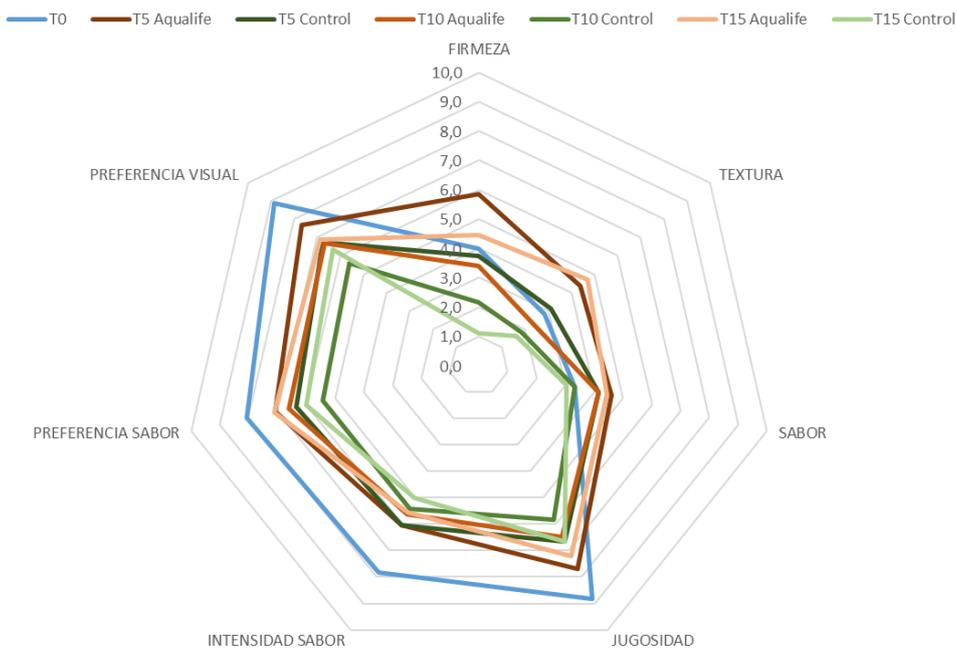
**Figura 16.** Detalle de cereza afecta por *Monilinia* spp.



**Figura 17.** Evolución del porcentaje de podredumbres durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

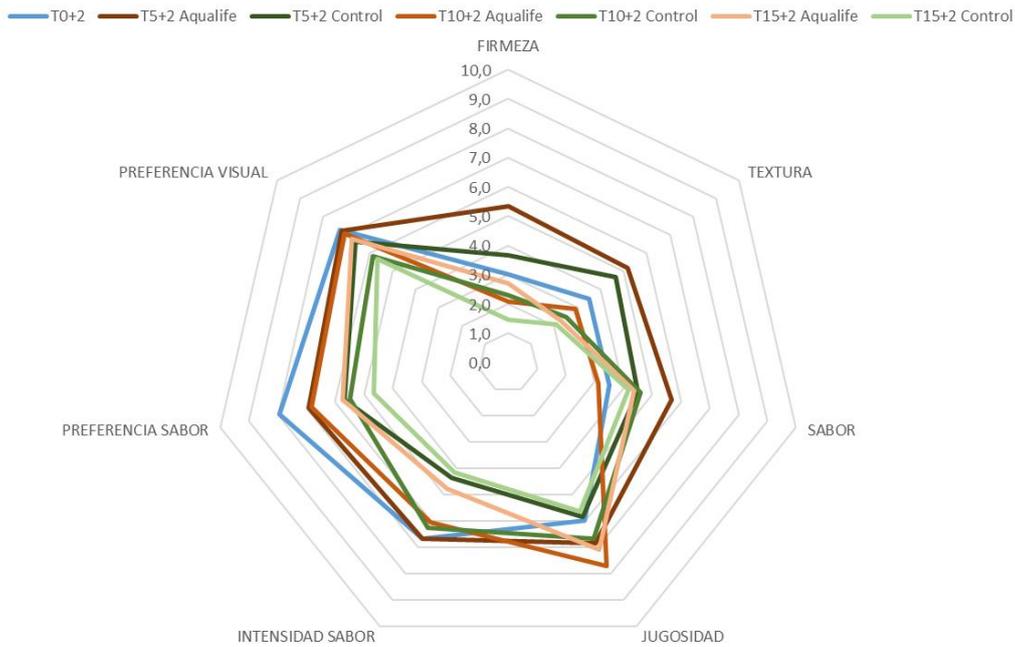
### EVALUACIÓN SENSORIAL MEDIANTE UN ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En la Figura 18 se muestra la valoración de los catadores en diferentes parámetros en el momento de salida de cámara de la fruta. Los mejores valores de jugosidad, intensidad de sabor, preferencia de sabor y preferencia visual se observan en el día 0, seguidos por los frutos conservados en el sistema Aqualife, siendo los peor valorados los conservados en la cámara control. Además, la conservación en cámara con sistema Aqualife también produce un aumento de la firmeza y la textura. Sin embargo, producen un ligero descenso del sabor dulce de esta variedad de cereza.



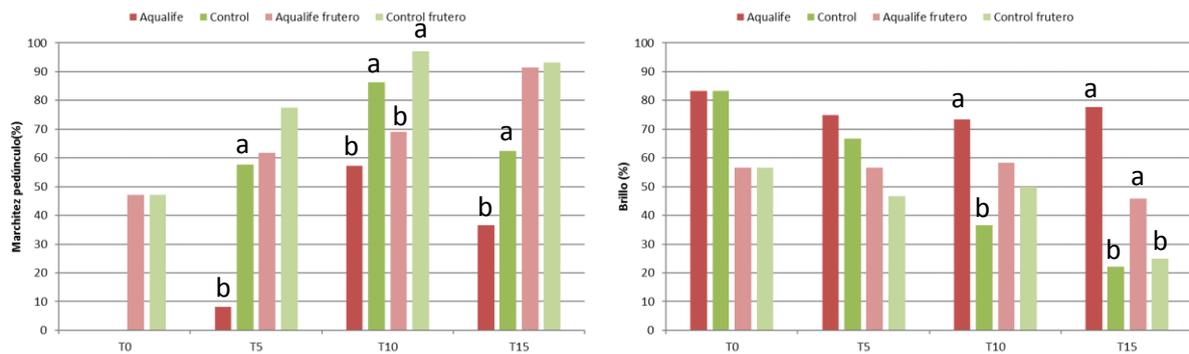
**Figura 18.** Evolución de parámetros analizados en el análisis sensorial en el día de salida de cámara.

Con respecto a la evaluación de las cerezas tras dos días de fruteros (Figura 19), de nuevo en el día 0 se obtienen los mejores valores en intensidad de sabor, preferencia de sabor y preferencia visual. También destacan los valores tan altos obtenidos por las cerezas conservadas en el sistema Aqualife en jugosidad, intensidad de sabor y preferencia visual. Además, es reseñable el aumento en la firmeza y la textura en el día 5+2 y 10+2 que se produce en el sistema Aqualife, aunque también supone un descenso en el sabor dulce.



**Figura 19.** Evolución de parámetros analizados en el análisis sensorial tras dos días de frutero.

Dos aspectos evaluados por los catadores y que presentan diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre las cerezas conservadas con el sistema Aqualife y las que han sido conservadas sin control de humedad son el marchitamiento del pedúnculo y el brillo de las cerezas (Figura 20). En todos los casos se observa un menor marchitamiento de los pedúnculos con el sistema Aqualife, con diferencias significativas tanto en salida de cámara como tras 2 días de frutero. Por otro lado, se observó mayor brillo en la piel de las cerezas conservadas en el sistema Aqualife, siendo más claras en el momento de salida de la fruta de la cámara de conservación.



**Figura 20.** Evolución de la marchitez del pedúnculo y el brillo analizados en el análisis sensorial durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

Además, los catadores indicaron que las cerezas conservadas en la cámara control presentaban deshidratación en las cerezas desde el día 10, hecho no observado en las cerezas conservadas en la cámara con sistema Aqualife.

**EVOLUCION VISUAL A LO LARGO DEL TIEMPO**

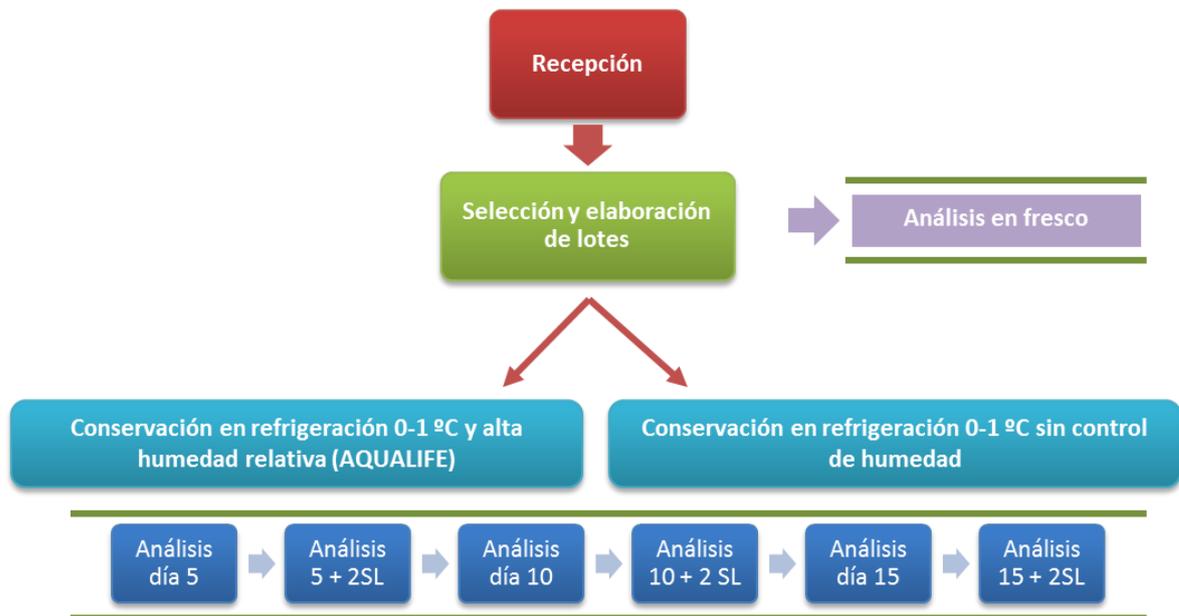




## 4.2 CEREZA RAINIER

### 4.2.1 PLAN EXPERIMENTAL

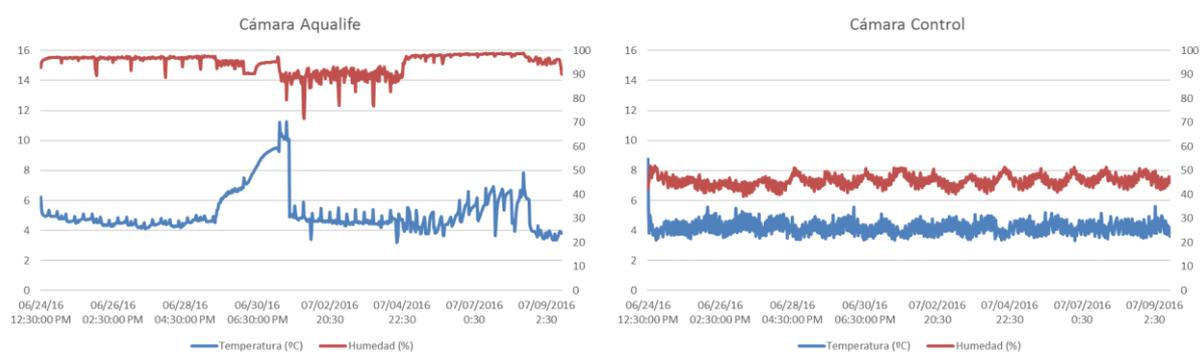
Para la variedad Rainier, recibida el 24 de junio de 2016, se llevó a cabo el mismo plan experimental que en la cereza Burlat.



### 4.2.2 PARÁMETROS DE CALIDAD

#### EVOLUCION TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

Las cerezas se conservaron en tanto en la cámara control como en la cámara con el sistema Aqualife a una temperatura de 4-5 °C, pero con una humedad en la cámara control de casi la mitad con respecto al sistema Aqualife (Figura 21).

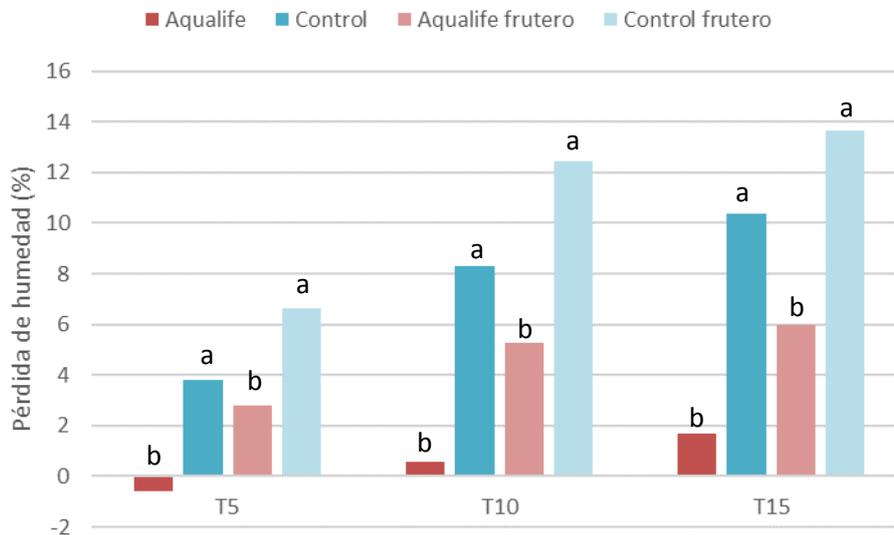


**Figura 21.** Control continuo de la temperatura y humedad en la cámara con el sistema Aqualife y en la cámara control.

Las incidencias de aumento de temperatura en el sistema Aqualife fueron debidos a un fallo en el evaporador y el tiempo necesario para repararlo y al tiempo empleado en optimizar el sistema de desescarche.

### PÉRDIDA DE PESO

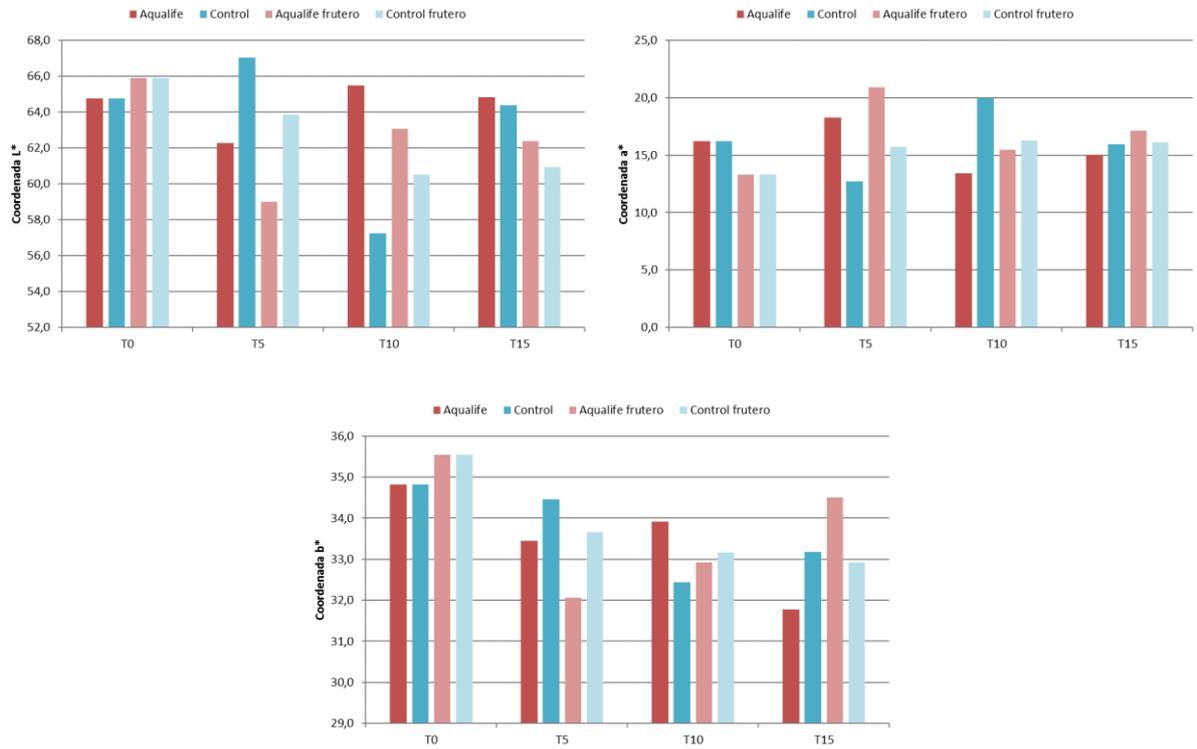
La conservación en sistema Aqualife permitió reducir de forma significativa ( $p \leq 0,05$ ) la pérdida de humedad en todos los puntos de análisis llegando a ser de tan solo el 2% tras 15 días de conservación, mientras que en el sistema control fue de más del 10% (Figura 22).



**Figura 22.** Determinación de la pérdida de peso durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

### COORDENADAS DE COLOR CIELAB

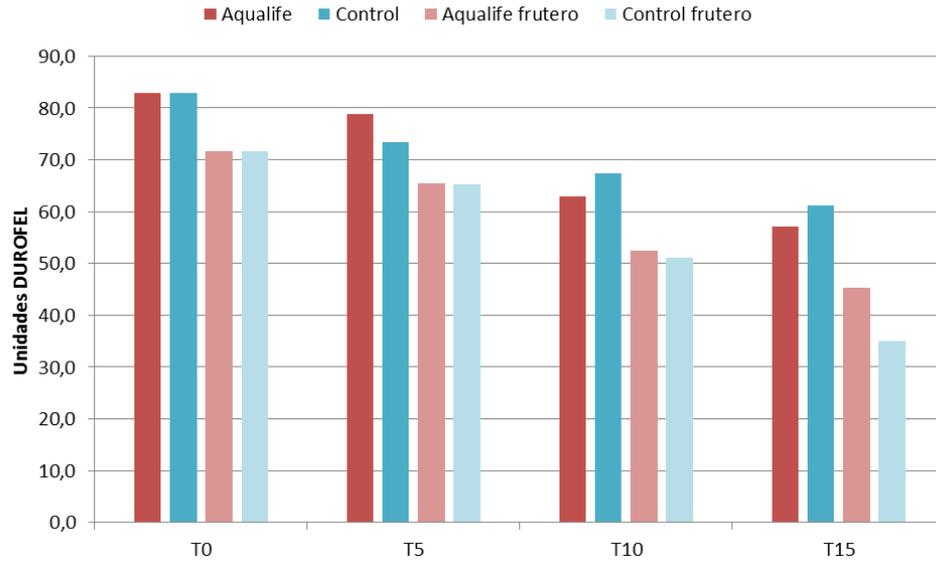
Pese a las diferencias entre los distintos días de conservación y los distintos sistemas de conservación, éstas no fueron significativas en ninguno de los puntos de análisis para las coordenadas de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  (Figura 23).



**Figura 23.** Evolución de las coordenadas de color L\*, a\* y b\* durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

### **MÉTODO NO DESTRUCTIVO: DUROFEL**

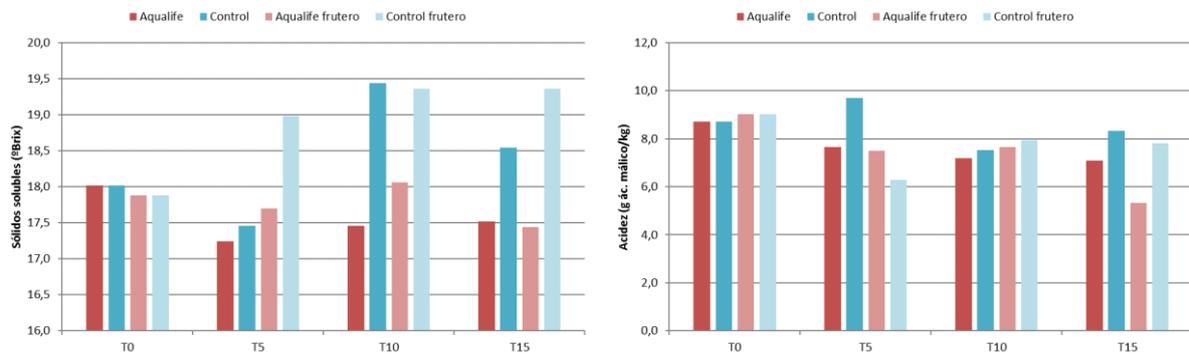
En esta variedad, la firmeza determinada mediante el equipo DUROFEL descendió a lo largo de la conservación, siendo este descenso más acusado tras dos días de frutero (Figura 24). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los dos sistemas de conservación.



**Figura 24.** Evolución firmeza medida con DUROFEL durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

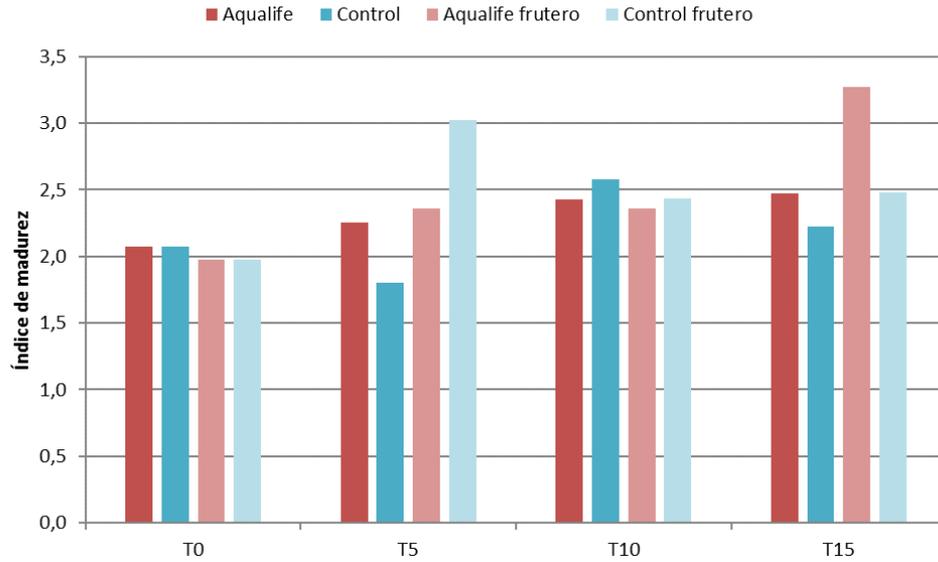
### SÓLIDOS SOLUBLES, ACIDEZ E ÍNDICE DE MADUREZ

Pese a ligeras diferencias entre los distintos puntos de análisis (Figura 25), el comportamiento es muy similar entre los dos sistemas de conservación y sin diferencias significativas.



**Figura 25.** Evolución del contenido en sólidos solubles y de la acidez durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

Los índices de madurez obtenidos en los distintos puntos de análisis (Figura 26) fueron aumentando a lo largo de la conservación, aunque de nuevo sin diferencias significativas entre el sistema Aqualife y el sistema control.



**Figura 26.** Evolución del índice de madurez durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

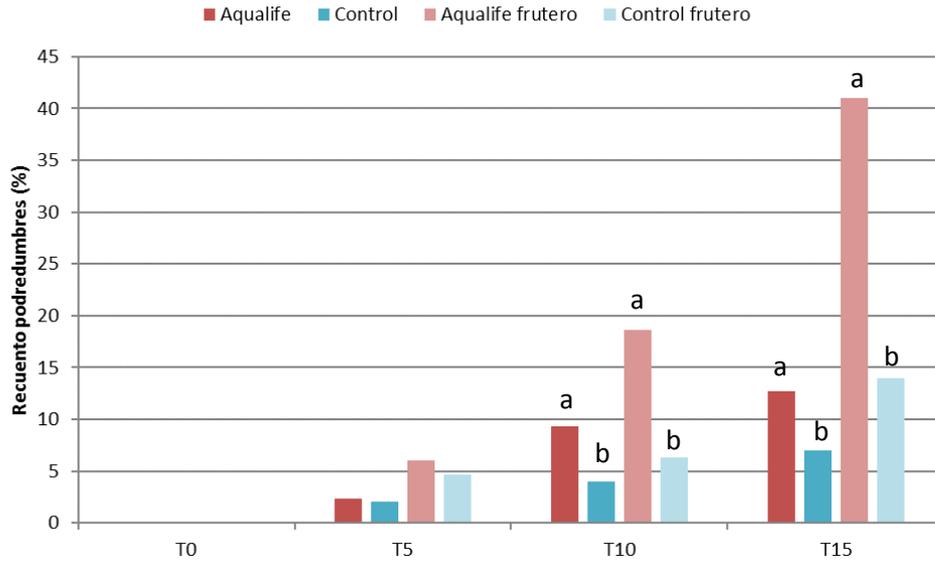
### CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS

En la variedad Rainier no se observó en ningún momento de la conservación la aparición de cracking en la piel. Sí que se observaron **daños mecánicos** en forma de manchas marrones (Figura 27), muy típicos de esta variedad, aunque no se observó influencia del sistema de conservación.



**Figura 27.** Detalle del daño mecánico en variedad Rainier.

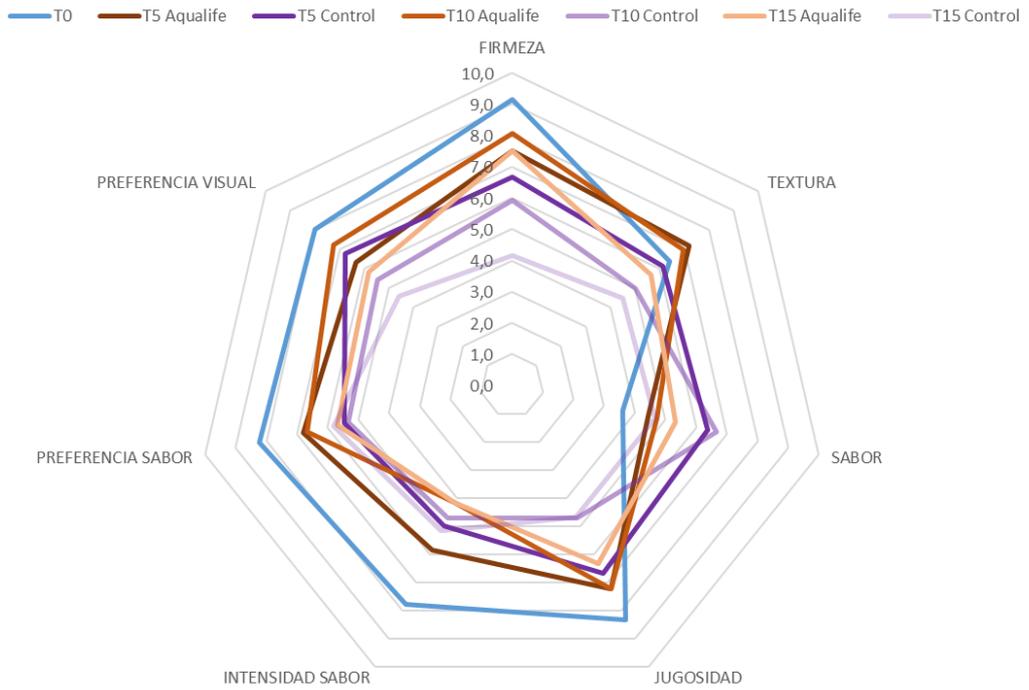
En cuanto a la **alteración por mohos o podredumbres** (Figura 28), se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación a partir del día 10, hecho que se hizo más evidente tras dos días de frutero.



**Figura 28.** Evolución del porcentaje de podredumbres durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

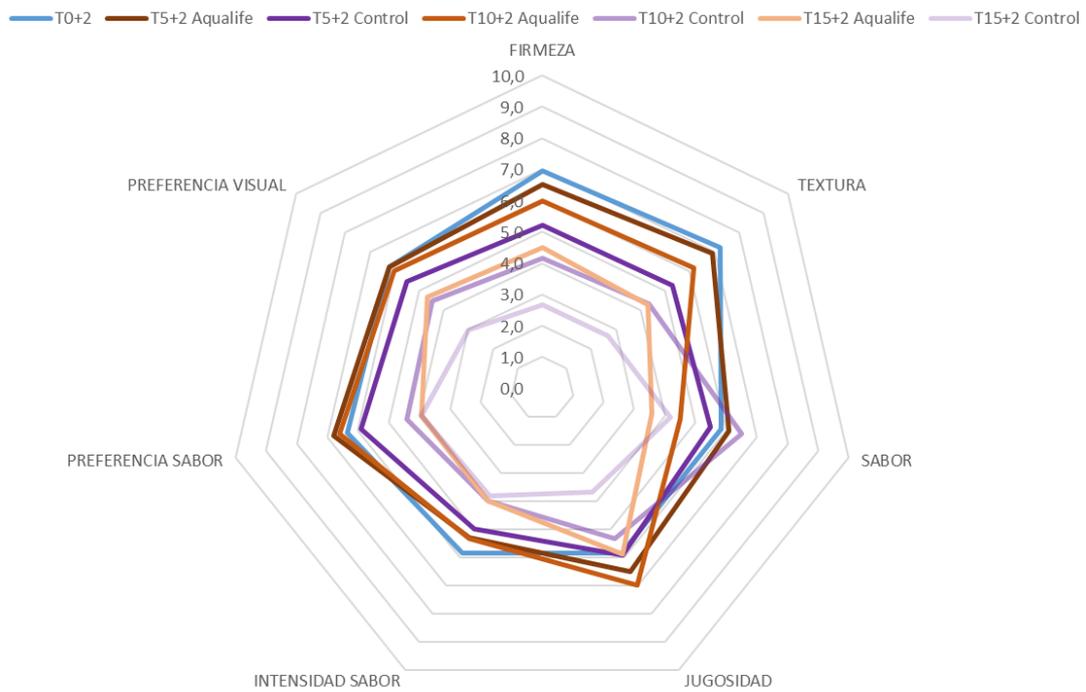
### **EVALUACIÓN SENSORIAL MEDIANTE UN ANÁLISIS DESCRIPTIVO**

Las cerezas de la variedad Rainier mantienen valores similares al día 0 de inicio del ensayo tras 5 días de conservación en la cámara control y 5 y 10 días de conservación en la cámara Aqualife (Figura 29). Destaca, además, el aumento de la percepción de la textura (que se refiere a la crocancia de las cerezas) en los días 5 y 10 de los frutos conservados con el sistema Aqualife.



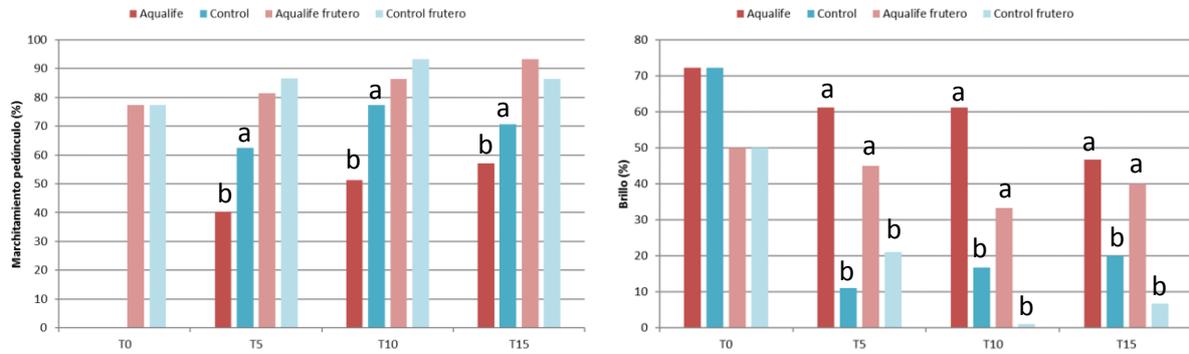
**Figura 29.** Evolución de parámetros analizados en el análisis sensorial en el día de salida de cámara.

Este comportamiento también se observó tras dos días de frutero, donde las mejores valoraciones se obtienen en los días 5+2 y 10+2 del sistema Aqualife y 5+2 del sistema control, además del día 0+2 (Figura 30).



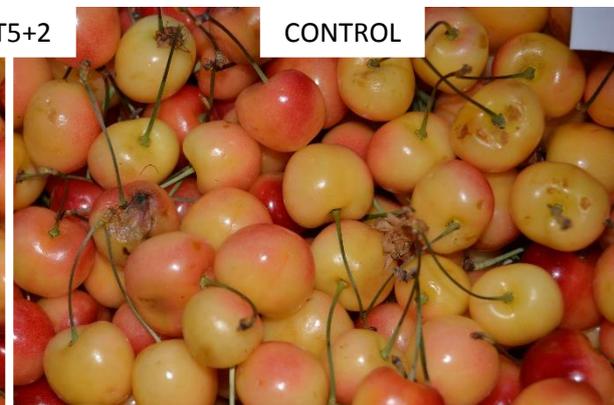
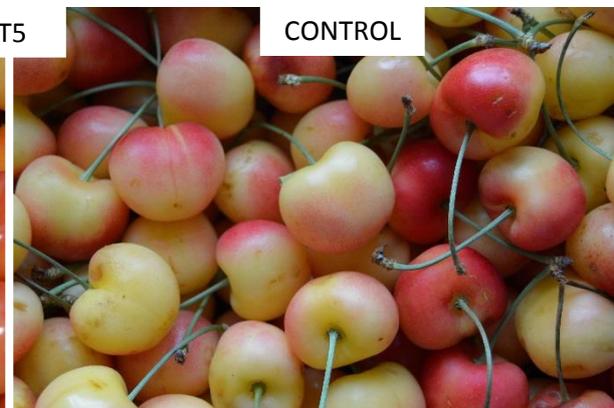
**Figura 30.** Evolución de parámetros analizados en el análisis sensorial tras dos días de frutero.

El sistema Aqualife permitió obtener mejores valoraciones tanto del estado del pedúnculo, con menor marchitamiento que el sistema control tanto en salida de cámara como en frutero, como del brillo de la piel del fruto (Figura 31), demostrando la eficacia del sistema Aqualife en estos dos aspectos valorados por los catadores.



**Figura 31.** Evolución de la marchitez del pedúnculo y el brillo analizados en el análisis sensorial durante la conservación. \*Diferentes letras en el mismo día de análisis (salida de cámara o frutero) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos sistemas de conservación (Aqualife y control).

**EVOLUCION VISUAL A LO LARGO DEL TIEMPO**





## 5. CONCLUSIONES CEREZA

### 5.1 CEREZA BURLAT

- La conservación en cámara con sistema Aqualife permitió reducir significativamente las pérdidas de peso de las cerezas Burlat en todos los días de análisis, tanto en salida de cámara (días 5, 10 y 15) como tras dos días de frutero.
- No se observaron diferencias significativas en los parámetros de calidad de coordenadas de color, textura con DUROFEL, sólidos solubles, acidez e índice de madurez.
- Pese a la mayor humedad en la cámara con sistema Aqualife, no se observó mayor desarrollo de podredumbres con respecto a la cámara control, excepto en el día 15 más 2 días de frutero. Sin embargo, a partir del día 10 de conservación, las pérdidas por podredumbres fueron mayores al 10% en ambos sistemas de conservación.
- El análisis sensorial permitió obtener valoraciones similares a los del día inicial en las muestras conservadas en sistema Aqualife en los días 5, 10 y 15 mientras que en el sistema control sólo ocurrió este hecho en el día 5. Si tenemos en cuenta el periodo de frutero, el sistema Aqualife permitió alcanzar los 5 y 10 días de conservación, mientras que en sistema control solo el día 5.
- El pedúnculo presentó mejor estado en las cerezas conservadas en el sistema Aqualife con respecto al control en todos los puntos de análisis a la salida de la cámara. El brillo también fue mayor en los días 10 y 15 en el sistema Aqualife.
- En base a todos los resultados anteriores, las cerezas de la variedad Burlat fueron capaces de permanecer en calidad comercial hasta el día 10 y 10 más frutero usando el sistema Aqualife y tan solo hasta el día 5 y 5 más frutero en la cámara control.

### 5.2 CEREZA RAINIER

- La conservación en cámara con sistema Aqualife permitió reducir significativamente las pérdidas de peso de las cerezas Rainier en todos los días de análisis, tanto en salida de cámara (días 5, 10 y 15) como tras dos días de frutero.
- No se observaron diferencias significativas en los parámetros de calidad de coordenadas de color, textura con DUROFEL, sólidos solubles, acidez e índice de madurez.
- La mayor humedad en la cámara con sistema Aqualife permitió un mayor desarrollo de podredumbres con respecto a la cámara control a partir del día 10 y 10 más frutero, con porcentajes superiores al 10%.
- El análisis sensorial permitió obtener buenas valoraciones en las muestras conservadas en sistema Aqualife en los días 5 y 10 mientras que en el sistema control sólo ocurrió este hecho

en el día 5. Si tenemos en cuenta el periodo de frutero, el sistema Aqualife permite alcanzar los 5 y 10 días de conservación, mientras que en sistema control solo el día 5.

- Los pedúnculos presentaron mejor estado y las cerezas un mayor brillo en las cerezas conservadas en el sistema Aqualife con respecto al control en todos los puntos de análisis a la salida de la cámara.
  
- En base a todos los resultados anteriores, las cerezas de la variedad Rainier son capaces de permanecer en calidad comercial hasta el día 10 y 5 más frutero usando el sistema Aqualife y tan solo hasta el día 5 y 5 más frutero en la cámara control.