

## **Impacto de la ventilación de los envases en la preservación de arándanos frescos.**

Departamento Técnico Quimas S.A. sebastian.caceres@quimas.cl; sofia.maldonado@quimas.cl

### **Resumen.**

Los principales problemas en la exportación de arándanos frescos es la pérdida de firmeza y el desarrollo de pudriciones durante el tránsito. Para mantener la firmeza comúnmente se utilizan bolsas con distintos niveles de ventilación que proveen un ambiente de alta humedad en torno al fruto y reducen su pérdida de agua.

En este estudio, se evaluaron tres ventilaciones distintas (0,9%, 0,2% y 0,1%) y su efecto sobre la firmeza del fruto; además se determinó la influencia de este parámetro sobre la disponibilidad de Anhídrido Sulfuroso y su capacidad de controlar el desarrollo de pudrición gris.

Los resultados permiten concluir que la utilización de bolsas es significativamente efectiva para reducir la pérdida de peso del fruto y consecuentemente la deshidratación visual y pérdida de firmeza. Al mismo tiempo, envases de menor ventilación son capaces de proveer un ambiente demayor disponibilidad de Anhídrido Sulfuroso, efectivo para el control de *Botrytis cinerea*.

### **Objetivos del estudio**

Monitorear y evaluar la emisión de Anhídrido Sulfuroso en embalajes con distintas áreas de ventilación, determinando la relación del % de ventilación y concentraciones de SO<sub>2</sub> sobre la calidad de los arándanos.

#### **Objetivos específicos.**

1. Determinar firmeza instrumental inicial y final.
2. Determinar % pérdida de peso.
3. Determinar % de bayas con pudrición gris y otros hongos.
4. Determinar % de bayas con coloración rojiza y otros daños.
5. Determinar % deshidratación inicial y final.

### **Diseño experimental.**

**Descripción del embalaje:** Caja de cartón 4,4 oz 24x32 cms; con 12 clamshells de 125 gramos de arándanos.

#### **Tratamientos:**

**T0:** Control sin bolsa

**T1:** Control bolsa 0,2% sin generador

**T2:** Control bolsa 0,9% sin generador

**T3:** Bolsa 0,2% + 2 PTLAM640

**T4:** Bolsa 0,9% + 2 PTLAM640

**T5:** PTBAG042

**Número de repeticiones por tratamiento:** 3

Características de los productos evaluados:

Lámina PTLAM640: Lámina (210x300) con 9,5% de MBS.

PTBAG042: Bolsa (380x595mm) con 4,6% MBS.

**Material Vegetal:** Arándanos variedad Duke, manejo convencional y gasificación inicial.

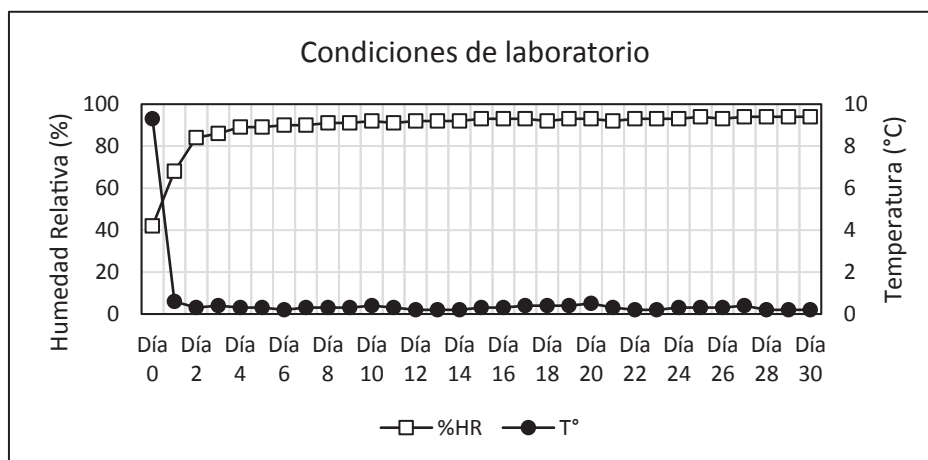
## Metodología.

Los arándanos embalados y enfriados se llevaron en transporte refrigerado desde Curicó al laboratorio de Quimas S.A. (Los Yacimientos 1301, Maipú), donde se embalaron de acuerdo a los tratamientos descritos. Durante el montaje de los tratamientos, se incorporaron mangueras de silicona de 6mm para tomar la muestra de aire y obtener las lecturas de concentración de SO<sub>2</sub>. Para el cálculo de deshidratación medido como pérdida de peso, se registró el peso inicial de los 12 clamshells y en dos de ellos se incorporó una baya artificialmente inoculada con una suspensión conidial de *Botrytis cinerea* y síntomas evidentes de infección. Las cajas embaladas y etiquetadas se mantuvieron en cámara frigorífica a 0°C y >90% HR, desde donde se obtuvieron las lecturas de concentración de SO<sub>2</sub> cada 2 o 3 días.

Al cabo del período de almacenamiento de 35 días, se registró el peso de los clamshells pesados al inicio del experimento; se midió el porcentaje de bayas infectadas con Pudrición Gris en los dos clamshells con inóculo y 6 clamshells sin inóculo; se midió la incidencia de frutos con síntomas de deshidratación, exposición a concentraciones excesivas de SO<sub>2</sub> y se midió la firmeza de 100 frutos por repetición seleccionados aleatoriamente.

## Condiciones del estudio.

Mediante uso de sensor Flash Link USB Reusable Data Logger, Internal Temperature & Humidity Sensor se registró la temperatura y humedad relativa de la cámara de almacenamiento durante todo el período de estudio.



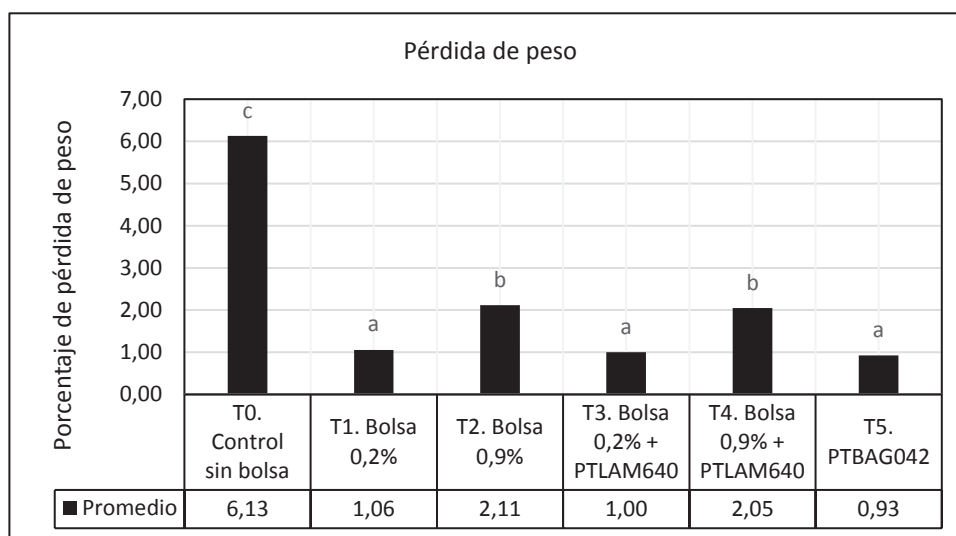
La temperatura se mantuvo entre 0,2° y 0,5°C y la humedad relativa alcanzó el 94%.

## Resultados.

### 1. Pérdida de peso.

La pérdida de peso se calculó como la diferencia entre el peso neto de la muestra al inicio y al final del ensayo.

$$\% \text{ Pérdida de peso: } \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100\%$$



#### LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	Descripción	Media	Significancia
<b>T0</b>	Control sin bolsa	6,13	c
<b>T1</b>	Bolsa 0,2%	1,06	a
<b>T2</b>	Bolsa 0,9%	2,11	b
<b>T3</b>	Bolsa 0,2% + PTLAM640	1,00	a
<b>T4</b>	Bolsa 0,9% + PTLAM640	2,05	b
<b>T5</b>	PTBAG042	0,93	a

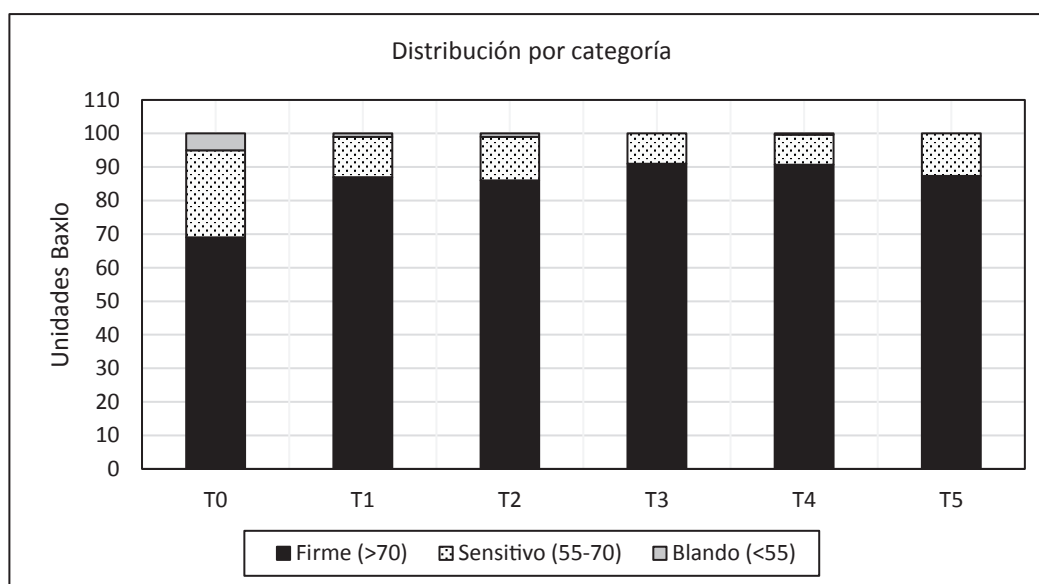
Medias con una letra común no son significativamente diferentes  
(p>0,05)

Los resultados indican que existe una relación entre la pérdida de peso y la ventilación de los envases, como consecuencia de la menor humedad relativa que son capaces de alcanzar los envases más ventilados; lo que genera un mayor déficit de presión de vapor, y por lo tanto, una mayor tasa de transpiración de la fruta. De acuerdo a estudios de Paniagua (2013) un fruto que pierde sobre el 2% de su peso inicial comienza a manifestar síntomas de ablandamiento.

En este estudio se determinó que la fruta sometida a almacenamiento sin bolsa pierde sobre el 6% de su peso inicial, lo que se reduce a un 2% cuando se utilizan bolsas con 0,9% de ventilación y aproximadamente un 1% con ventilaciones inferiores.

## 2. Firmeza instrumental

Se determinó la firmeza instrumental en una muestra de 100 frutos de arándanos por cada tratamiento, mediante el uso de un durómetro (Baxlo). Luego de obtener el valor porcentual de firmeza de cada tratamiento, los resultados se clasificaron en porcentajes de frutos firmes (>70); sensitivos (55-70) y frutos blandos (<55). El tiempo de almacenamiento de la fruta fue de 35 días en cámara fría a 0°C.



### LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	Descripción	Fruta Blanda	Significancia
<b>T0</b>	Control sin bolsa	5,00	b
<b>T1</b>	Bolsa 0,2%	1,00	a
<b>T2</b>	Bolsa 0,9%	1,00	a
<b>T3</b>	Bolsa 0,2% + PTLAM640	0,00	a
<b>T4</b>	Bolsa 0,9% + PTLAM640	0,33	a
<b>T5</b>	PTBAG042	0,00	a

### LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	Descripción	Fruta Sensitiva	Significancia
<b>T0</b>	Control sin bolsa	26,00	b
<b>T1</b>	Bolsa 0,2%	12,00	a
<b>T2</b>	Bolsa 0,9%	13,00	a
<b>T3</b>	Bolsa 0,2% + PTLAM640	9,00	a
<b>T4</b>	Bolsa 0,9% + PTLAM640	9,00	a
<b>T5</b>	PTBAG042	12,67	a

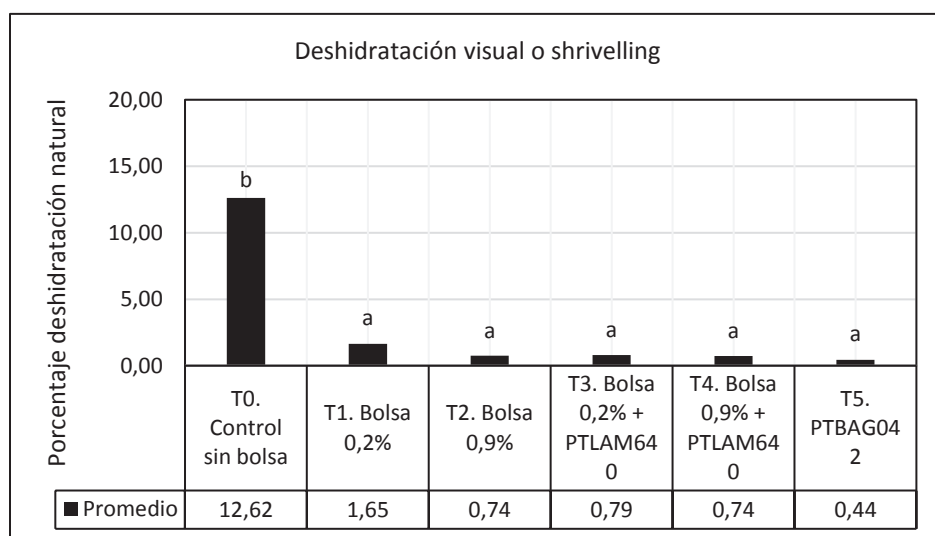
LSD Fisher, Duncan			
Tratamiento	Descripción	Fruta Firme	Significancia
<b>T0</b>	Control sin bolsa	69,00	a
<b>T1</b>	Bolsa 0,2%	87,00	b
<b>T2</b>	Bolsa 0,9%	86,00	b
<b>T3</b>	Bolsa 0,2% + PTLAM640	91,00	b
<b>T4</b>	Bolsa 0,9% + PTLAM640	90,67	b
<b>T5</b>	PTBAG042	87,33	b
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)			

El tratamiento en el que no se utilizó bolsa presentó un 5% de frutos blandos al cabo del periodo de almacenamiento de 35 días, mientras que los demás tratamientos presentaron menos de un 1% de fruta blanda sin diferencias significativas entre ellos.

### 3. Deshidratación visual o shrivelling.

La presencia de bayas deshidratadas fue calculada como el porcentaje de bayas con síntomas visuales y evidente deshidratación (arrugamiento o shrivelling) en el peso total neto de la muestra (6 clamshells por cada caja, seleccionados aleatoriamente).

Para determinar la significancia estadística de los resultados de cada tratamiento se realizó una transformación “Arc Sen” de los resultados porcentuales, se sometieron a ANOVA y luego una prueba de comparaciones múltiples de Fisher y validada por test de Duncan (p>0,05).



#### LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	Descripción	Media	Significancia
<b>T0</b>	T0. Control sin bolsa	12,62	b
<b>T1</b>	T1. Bolsa 0,2%	1,65	a
<b>T2</b>	T2. Bolsa 0,9%	0,74	a
<b>T3</b>	T3. Bolsa 0,2% + PTLAM640	0,79	a
<b>T4</b>	T4. Bolsa 0,9% + PTLAM640	0,74	a
<b>T5</b>	T5. PTBAG042	0,44	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes  
( $p > 0,05$ )

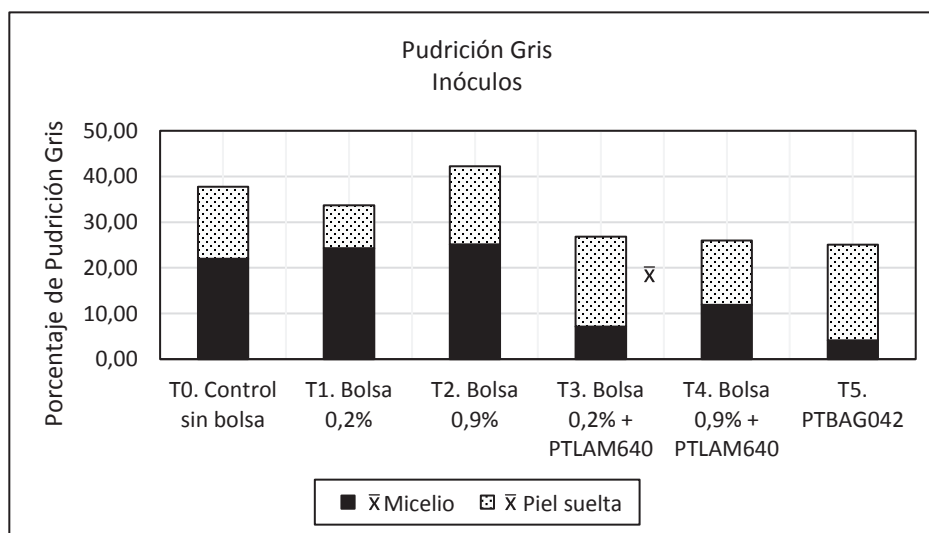
Como se observó en el caso anterior, la utilización de bolsa tiene un efecto significativo en la reducción de bayas con síntomas evidentes de deshidratación. No se observaron diferencias en este parámetro de acuerdo a la ventilación utilizada.

#### 4. Pudrición Gris.

La presencia de bayas infectadas con pudrición gris fue calculada como el porcentaje de bayas infectadas en el peso total de la muestra. Se midió separadamente la presencia de pudrición gris asociada a los envases donde se inoculó la baya enferma, de los envases donde no hubo inoculación (pudrición natural). Además, se separó de acuerdo con los síntomas observados; bayas con desarrollo aéreo de micelio y bayas con desarrollo sub-epidermal de la infección (piel suelta).

Para determinar la significancia estadística de los resultados se realizó una transformación “Arc Sen” de los resultados porcentuales, se sometieron a ANOVA y luego una prueba de comparaciones múltiples de Fisher y validada por test de Duncan ( $p > 0,05$ ). Se analizó la diferencia de incidencia de pudriciones entre cada tratamiento y una comparación entre las repeticiones SmartPac que recibieron el quiebre térmico y las repeticiones que no lo recibieron.

##### 4.1 Pudrición Gris en clamshells inoculados



#### LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	$\bar{x}$ Micelio	Significancia
T0. Control sin bolsa	21,97	b c
T1. Bolsa 0,2%	24,33	c
T2. Bolsa 0,9%	25,17	c
T3. Bolsa 0,2% + PTLAM640	7,17	a
T4. Bolsa 0,9% + PTLAM640	11,93	a b
T5. PTBAG042	4,09	a

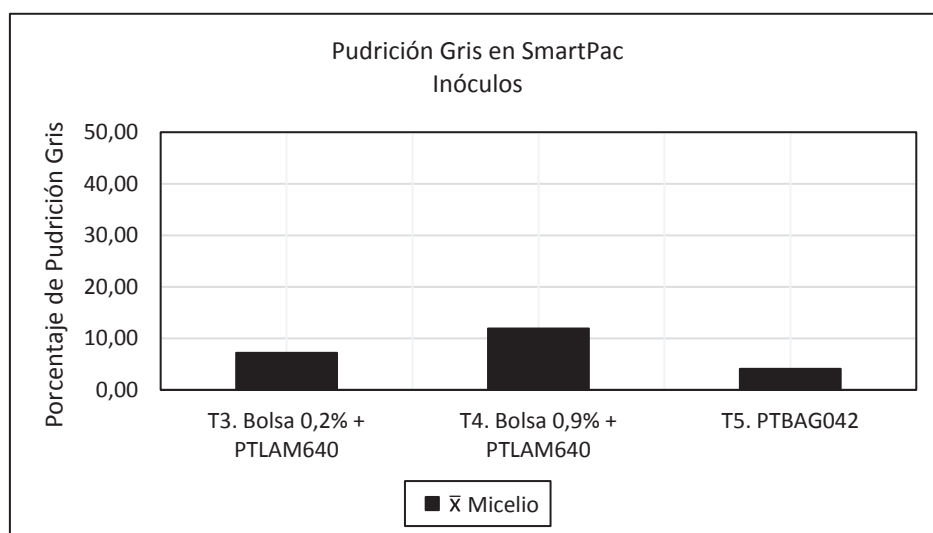
#### LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	$\bar{x}$ Piel suelta	Significancia
T0. Control sin bolsa	15,78	a b
T1. Bolsa 0,2%	9,36	a
T2. Bolsa 0,9%	17,03	b
T3. Bolsa 0,2% + PTLAM640	19,65	b
T4. Bolsa 0,9% + PTLAM640	14,05	a b
T5. PTBAG042	20,97	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

## 4.2 Pudrición Gris en clamshells inoculados con generador de SO<sub>2</sub>

Para determinar la influencia de la ventilación de los envases respecto a la disponibilidad de Anhídrido Sulfuroso y su efecto en el control de Pudrición Gris, se realizó separadamente un análisis estadístico entre los tratamientos con lámina SmartPac T3, T4 y T5.

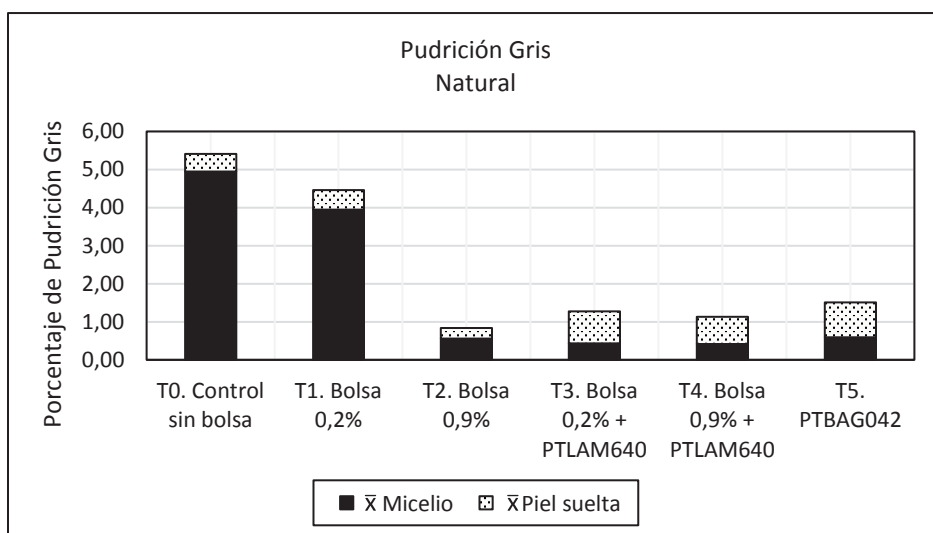


#### Arc Sen: LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	$\bar{x}$ Micelio	Significancia
<b>T3. Bolsa 0,2% + PTLAM640</b>	7,17	a b
<b>T4. Bolsa 0,9% + PTLAM640</b>	11,93	b
<b>T5. PTBAG042</b>	4,09	a

En Clamshells inoculados los tratamientos con menor ventilación presentaron menor incidencia de micelio aéreo, resultado atribuible a la mayor disponibilidad de Anhídrido Sulfuroso. Esta data demuestra la influencia de la ventilación de los envases sobre la capacidad de construir un ambiente de mayor disponibilidad de  $\text{SO}_2$ .

#### 4.3 Pudrición Gris en clamshells no inoculados (Natural)



#### LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	$\bar{x}$ Micelio	Significancia
<b>T0. Control sin bolsa</b>	4,95	b
<b>T1. Bolsa 0,2%</b>	3,95	b
<b>T2. Bolsa 0,9%</b>	0,56	a
<b>T3. Bolsa 0,2% + PTLAM640</b>	0,44	a
<b>T4. Bolsa 0,9% + PTLAM640</b>	0,41	a
<b>T5. PTBAG042</b>	0,59	a

#### LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	$\bar{x}$ Piel suelta	Significancia
<b>T0. Control sin bolsa</b>	0,46	a
<b>T1. Bolsa 0,2%</b>	0,51	a
<b>T2. Bolsa 0,9%</b>	0,28	a
<b>T3. Bolsa 0,2% + PTLAM640</b>	0,84	a



<b>T4. Bolsa 0,9% + PTLAM640</b>	0,71	a
<b>T5. PTBAG042</b>	0,92	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Los resultados indican que la utilización de láminas de Anhídrido Sulfuroso permite reducir significativamente el desarrollo de micelio aéreo de *Botrytis cinerea*. Por otra parte, los tratamientos con menor ventilación y  $SO_2$  inhibieron más eficazmente el desarrollo del hongo, aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

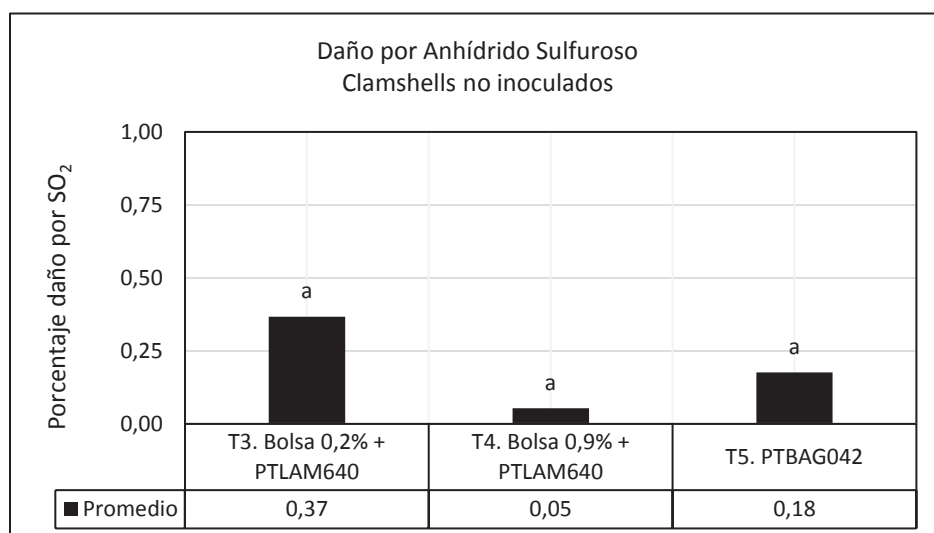
Los resultados en el control de infecciones sub-epidermales son erráticos y no permiten concluir de manera consistente que existe un efecto de las láminas liberadoras de  $SO_2$  sobre la presencia de este síntoma.

### 5. Presencia de bayas con síntomas de exceso de Anhídrido Sulfuroso.

Los frutos que presentaron síntomas de haber sido expuestos a concentraciones excesivas de Anhídrido Sulfuroso fueron separados y pesados para obtener el porcentaje de incidencia respecto al peso neto de la muestra. La sintomatología atribuible al exceso de Anhídrido Sulfuroso se describe como el enrojecimiento y hundimiento de la zona adyacente al punto de inserción del pedúnculo (ver Fotografía 1).



**Fotografía 1.** Frutos con síntomas considerados como daño por Anhídrido Sulfuroso.



**LSD Fisher, Duncan**

Tratamiento	Descripción	Media	Significancia
<b>T3</b>	Bolsa 0,2% + PTLAM640	0,37	a
<b>T4</b>	Bolsa 0,9% + PTLAM640	0,05	a
<b>T5</b>	PTBAG042	0,18	a
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )			

La incidencia de bayas con fitotoxicidad al Anhídrido Sulfuroso fue menos al 0,4% en todos los tratamientos, sin diferencias significativas entre ellos.

## 6. Conclusiones.

El uso de bolsas permite disminuir significativamente la deshidratación, la pérdida de peso y la pérdida de firmeza durante el almacenamiento refrigerado de arándanos frescos. Sin embargo, en este estudio no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los envases 0,1%, 0,2% y 0,9% sobre estos parámetros.

Las bolsas de menor ventilación permitieron un mayor control de micelio aéreo de *Botrytis cinerea* en aquellos clamshells que fueron artificialmente inoculados con una suspensión conidial.

## ANEXOS.

### Anexo 1. Fotografías.



**Fotografía 1, 2 y 3.** Fotografías tomadas al cabo de 35 días de almacenamiento en cámara fría a 0°C y HR>90%



**Fotografía 4, 5 y 6.** Desarrollo de micelio aéreo en clamshells inoculados. Tratamiento 0 (Control sin bolsa), 1 (Bolsa 0,2% sin generador) y 2 (Bolsa 0,9% sin generador), respectivamente.







