

Caracterización del comportamiento del capuchón SmartPac 0,1% vs capuchón 0,3%, para preservar condición de fruta de exportación.

Departamento Técnico de Quimas S.A. Sebastian.caceres@quimas.cl, Sofia.maldonado@quimas.cl

Resumen.

La exportación de arándanos a granel en bandejas plásticas a Europa se ha vuelto una práctica comercial habitual en exportadores del hemisferio sur. Para reducir la deshidratación de la fruta, comúnmente los pallets se cubren con una bolsa o capuchón; y el embalaje se complementa con el uso de generadores de Anhídrido Sulfuroso que inhiben el desarrollo del micelio de *Botrytis cinerea* (Pudrición Gris). Para determinar la efectividad del tratamiento y la ventilación adecuada de la bolsa cubre pallet, Quimas desarrolló un estudio de laboratorio en el cual se mantuvo en cámara refrigerada (0°C) arándanos var. Brigitta durante 35 días bajo distintos tratamientos, utilizando un modelo a escala que simula la condición alcanzada con el uso de capuchones de ventilación 0,1% y 0,3%; 2 controles sin generador de SO₂ y 2 tratamientos con generador. Los tratamientos con Anhídrido Sulfuroso fueron más efectivos en el control de Pudrición Gris, inhibiendo el desarrollo de micelio aéreo y piel suelta en fruta inoculada previamente con una suspensión conidial de *Botrytis cinerea*, sin diferencias entre los tratamientos 0,1% y 0,3%. Tampoco se observó diferencias en la incidencia de frutos con síntomas atribuibles al exceso de Anhídrido Sulfuroso.

La fruta almacenada con capuchón 0,3% presentó mayor pérdida de peso al cabo de 35 días de almacenamiento, sin embargo, esto no influyó estadísticamente en la presencia de frutos con deshidratación visual (shrivelling) o presencia de frutos blandos

Objetivos del Estudio.

Caracterizar el comportamiento del capuchón SmartPac 0,1% de área ventilada vs capuchón 0,3%, para preservar condición de arándanos de exportación en términos del control de la deshidratación y la capacidad de mantener una atmósfera de SO₂

Objetivos específicos.

1. Determinar eficiencia en control de desarrollo de Pudrición Gris
2. Determinar diferencias en la firmeza de la fruta
3. Determinar porcentaje de pérdida de peso
4. Determinar incidencia de frutos con daño por exceso de Anhídrido Sulfuroso

Diseño experimental.

Descripción del embalaje: Rejilla blanca cosechera con 3 kilogramos de arándanos a granel. Cinco rejillas se apilaron y envolvieron con plástico en las ventilaciones correspondientes a cada tratamiento para hacer un modelo a escala de un pallet de fruta.

Tratamientos: Unidad de pallet a escala reducida con 5 niveles.

T0: Control capuchón 0,1% SmartPac

T1: Control capuchón 0,3%

T2: Capuchón 0,1% + PTLAM003

T3: Capuchón 0,3% + PTLAM003

Número de repeticiones por tratamiento: 1

Características de los productos evaluados:

Capuchón SmartPac 0,1%: LDPE PTBAG100

Capuchón 0,3%: LDPE, producto ARINV

PTLAM003: Láminas de 30x50, de formulación similar a PTLAM003 (45µ)

Material Vegetal: Arándanos variedad Brigitta, cosechados en Ñuble, y sometidos a gasificación inicial

Metodología.

La fruta cosechada y enfriada, se transportó al laboratorio de Quimas S.A en Santiago, donde fue empacada de acuerdo al diseño experimental descrito. En el momento del montaje de los tratamientos, se realizó el registro del peso inicial de dos muestras de fruta colocadas dentro de mallas plásticas en cada una de las cajas (ver Imagen 1), para el posterior cálculo de deshidratación medido como pérdida de peso; en 5 de estas mallas (1 por caja) se incorporó una baya artificialmente inoculada con suspensión conidial de *Botrytis cinerea* y síntomas evidentes de infección. La fruta fue almacenada 35 días en cámara refrigerada a 0°C y >90% de HR, monitoreando tres veces por semana la concentración de SO₂ mediante sensor MultiRAE lite PGM-6208, que se conectó a través de mangueras de silicona de 6mm incorporadas al interior de las cajas.

Al cabo del período de almacenamiento, se determinó la condición final de la fruta evaluando 4 parámetros:

- Frutos con desarrollo de Pudrición Gris (Micelio aéreo e infecciones sub-epidermales)
- Frutos con síntomas asociados al exceso de SO₂
- Firmeza, medida mediante Baxlo 53505/FC
- Incidencia de frutos con deshidratación evidente

Además, se determinó el porcentaje de pérdida de peso en cada tratamiento mediante la diferencia entre el peso inicial y el final.



Imagen 1.

Malla conteniendo la muestra de fruta para estudio de deshidratación y desarrollo de Pudrición Gris.

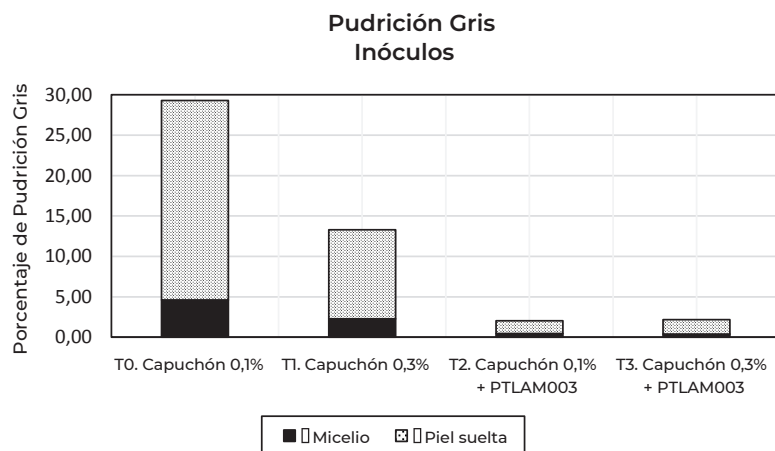
Resultados.

1. 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 las muestras donde se inoculó la baya enferma, de las muestras 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.

1.1 Pudrición en muestras inoculadas de cada tratamiento



LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	Micelio	Significancia
T0. Capuchón 0,1%	4,59	c
T1. Capuchón 0,3%	2,28	b
T2. Capuchón 0,1% + PTLAM003	0,44	a
T3. Capuchón 0,3% + PTLAM003	0,39	a

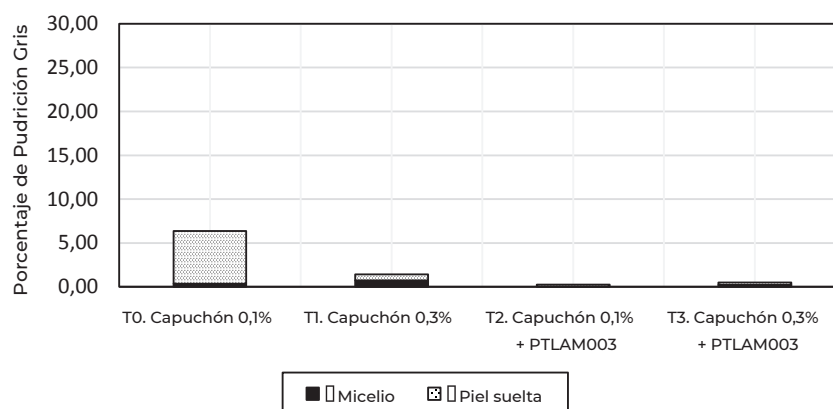
LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	Piel suelta	Significancia
T0. Capuchón 0,1%	24,68	c
T1. Capuchón 0,3%	11,01	b
T2. Capuchón 0,1% + PTLAM003	1,59	a
T3. Capuchón 0,3% + PTLAM003	1,77	a

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

1.2 Pudrición en muestras no inoculadas de cada tratamiento (Pudrición Natural)

Pudrición Gris
Natural



LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	Significancia
T0. Capuchón 0,1%	0,36 a b
T1. Capuchón 0,3%	0,72 b
T2. Capuchón 0,1% + PTLAM003	0,00 a
T3. Capuchón 0,3% + PTLAM003	0,22 a b

LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	Significancia
T0. Capuchón 0,1%	6,02 b
T1. Capuchón 0,3%	0,68 a
T2. Capuchón 0,1% + PTLAM003	0,24 a
T3. Capuchón 0,3% + PTLAM003	0,26 a

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

Mediante el test de comparaciones múltiples LSD Fisher y validado por el test de Duncan, se evaluó la efectividad de los tratamientos sobre el control del desarrollo de pudrición gris. Los resultados indican que la lámina generadora de Anhídrido Sulfuroso es significativamente efectiva en el control de los síntomas de Pudrición Gris (Micelio aéreo y infecciones sub-epidermales) en las muestras en que se incluyó una baya artificialmente contaminada con *B. cinerea*. También se observa que los tratamientos de menor ventilación tienen mayor incidencia de Pudrición, probablemente atribuible a que se genera un ambiente más favorable para el desarrollo de la enfermedad.

2. Daño por Anhídrido Sulfuroso.

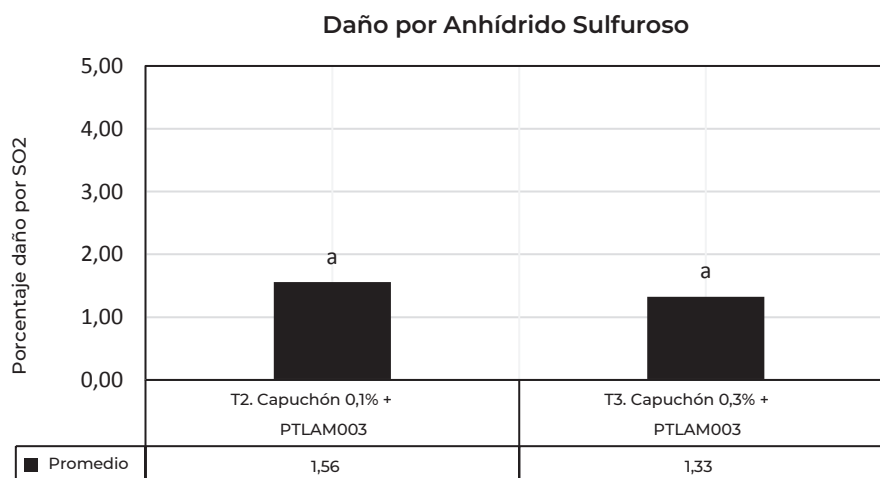
Los frutos que presentaron síntomas de haber sido expuestos a concentraciones excesivas de Anhídrido Sulfuroso fueron separados y pesados para obtener el porcentaje de incidencia respecto al peso neto de la muestra. Se consideró sintomatología atribuible al Anhídrido Sulfuroso a todos los frutos cuya zona de inserción peduncular mostraba algún nivel de decoloración, enrojecimiento y/o hundimiento (ver Fotografía 2).



Fotografía 2.

Frutos con síntomas considerados como daño por Anhídrido Sulfuroso.

2.1 Frutos con sintomatología asociada a la presencia de Anhídrido Sulfuroso



LSD Fisher, Duncan

Tratamiento	Descripción	Media	Significancia
T2	Capuchón 0,1% + PTLAM003	1,56	a
T3	Capuchón 0,3% + PTLAM003	1,33	a

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

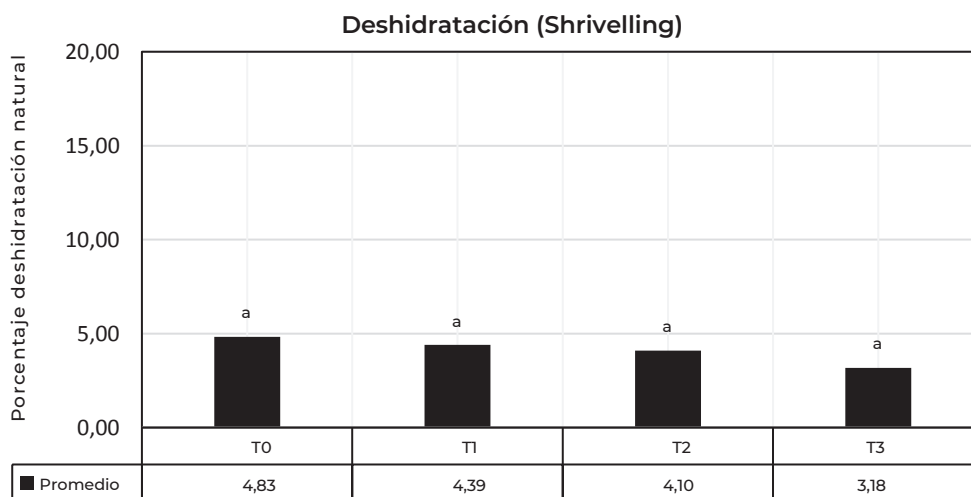
No se observaron diferencia estadísticamente significativas entre los tratamientos.

3. Deshidratación.

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.

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 ($p > 0,05$).

3.1 Deshidratación (Shrivelling) por tratamiento



LSD Fisher, Duncan, Tukey

Tratamiento	Descripción	Media	Significancia
T0	Capuchón 0,1%	4,83	a
T1	Capuchón 0,3%	4,39	a
T2	Capuchón 0,1% + PTLAM003	4,10	a
T3	Capuchón 0,3% + PTLAM003	3,18	a

4. Otros parámetros estudiados.

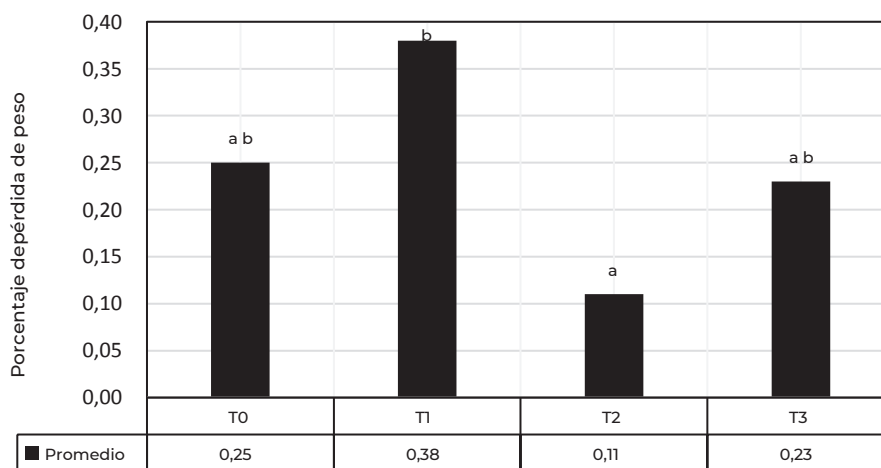
4.1 Pérdida de peso

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

% Pérdida de peso:

$$\frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100\%$$

Pérdida de peso de los tratamientos



LSD Fisher, Duncan, Tukey

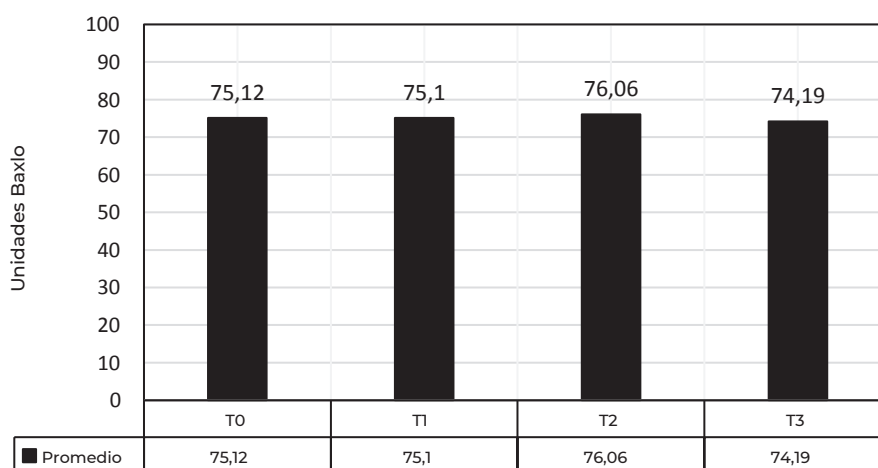
Tratamiento	Descripción	Media	Significancia
T0	Capuchón 0,1%	0,25	a b
T1	Capuchón 0,3%	0,38	b
T2	Capuchón 0,1% + PTLAM003	0,11	a
T3	Capuchón 0,3% + PTLAM003	0,23	a b

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

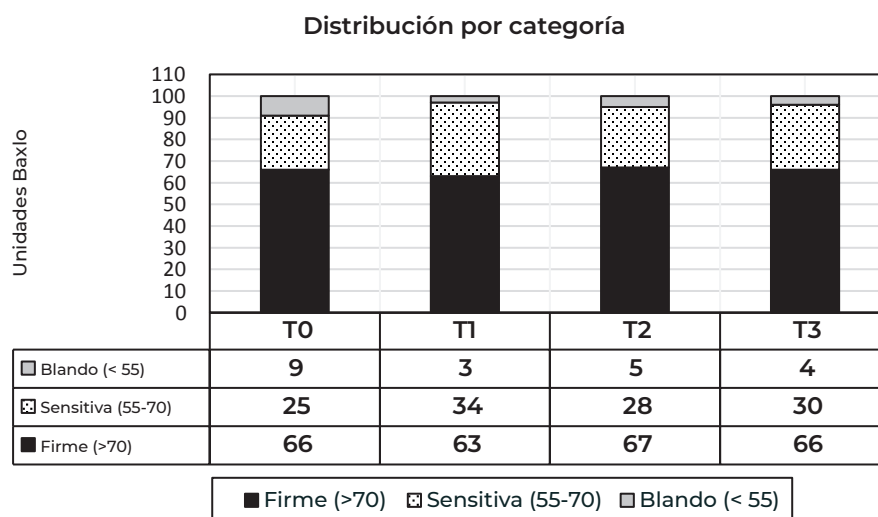
4.2 Firmeza instrumental

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 .

Firmeza instrumental (unidades promedio)



4.2.1 Distribución de la firmeza por categoría



5. Conclusiones

El uso de capuchones de menor ventilación tienen un impacto significativo en reducir la pérdida de peso, pero no se observó un efecto significativo en la firmeza de la fruta, la presencia de frutos blandos, la deshidratación visual (shrivelling) y la incidencia de frutos con síntomas atribuibles a exceso de Anhídrido Sulfuroso.

La incorporación de lámina SmartPac generadora de Anhídrido Sulfuroso es significativamente efectiva para reducir la incidencia de Pudrición Gris en sus dos síntomas: desarrollo de micelio aéreo y piel suelta. En los tratamientos sin Anhídrido Sulfuroso, se observó mayor incidencia de Pudrición Gris en el tratamiento de menor ventilación (0,1%), lo que puede estar relacionado a una condición más favorable para el desarrollo de la enfermedad.

Anexos:
Fotografías



Modelo a escala para la evaluación de capuchones, utilizando 5 cajas con 3 kilos de arándanos a granel

