

Problema que afecta la comercialización de la fruta

Pardeamiento interno en cerezas Regina: factores involucrados en su aparición

Es el principal ‘dolor de cabeza’ de los productores y exportadores de cerezas. Su aparición aún es una ‘incógnita’ y este trabajo de investigadores del Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca, lo abordó, buscando las posibles causas del problema.

La industria chilena de la cereza lo ha identificado como uno de los principales desórdenes de poscosecha. Y es que el pardeamiento interno (PI), que afecta principalmente a la variedad Regina, ha tenido una alta incidencia en las últimas temporadas. Es un problema documentado solo recientemente, que sería consecuencia de un fenómeno multifactorial, concordando con observaciones de productores, asesores y especialistas.

Estimaciones del Anuario de Viveros de Chile 2022, Regina fue el cultivar más vendido durante los últimos cinco años en Chile, con una participación cercana al 22% del total, en un rubro que hoy en Chile llega a más de 60.000

ha cultivadas, concentradas principalmente en dos regiones: O’Higgins y Maule. Así, la aparición de PI genera una importante inquietud en la industria, puesto que merma su precio de venta causando rechazo en destino.

PARDEAMIENTO EN CEREZAS

El PI corresponde a una descomposición del tejido de la fruta, debido a un proceso oxidativo de diversas causas. Tras la cosecha puede ser ocasionado por daños físicos, biológicos o fisiológicos, durante el transporte, procesamiento y condiciones de almacenaje del fruto (Gil, 2012). Entre los daños físicos se encuentran los ocasionados por impactos, compresiones, lesiones o

cortes. El PI puede comprometer solo las zonas alrededor de la herida o extenderse al interior de la pulpa.

Algunos reportes han observado PI por daños por impacto durante la cosecha (‘bruising’), lo cual también aumenta la susceptibilidad a infecciones fungosas que deterioran aún más los tejidos (Ogawa *et al.*, 1972).

La conservación de la fruta en un ambiente anaeróbico y con alta concentración de CO₂ también puede causar, expresado como daños en la piel y pardeamiento de la pulpa. La susceptibilidad al daño por CO₂ depende de las características anatómicas de la fruta, como el tamaño de los espacios intercelulares y el grado de difusión de gases en los tejidos (Gil, 2012). Por ello, puede manifestarse en mayor medida en ciertos cultivares.

En el caso particular de la Regina chilena, la aparición de PI ha mostrado un comportamiento errático entre temporadas, no habiendo suficiente claridad de los factores predisponentes en su manifestación.

En la campaña 2020/21, el Centro de Pomáceas realizó un estudio solicitado por la Corporación PomaNova, enfocado en los factores que estarían involucrados en la aparición del PI en cerezas Regina. Para ello, se evaluaron cerezas provenientes de 20 huertos, de distintas zonas agroclimáticas, desde Rengo hasta Chillán (Cuadro 1).

El levantamiento de la información incluyó datos, tales como: ubicación, portainjerto, año y marco de planta-

POR MAURICIO FUENTES, YETZABEL GONZÁLEZ, ÁLVARO SEPÚLVEDA, MIGUEL PALMA, DANIELA SIMEONE Y JOSÉ ANTONIO YURI.

CENTRO DE POMÁCEAS, UNIVERSIDAD DE TALCA.



Figura 1. Superficie de cerezos por región.

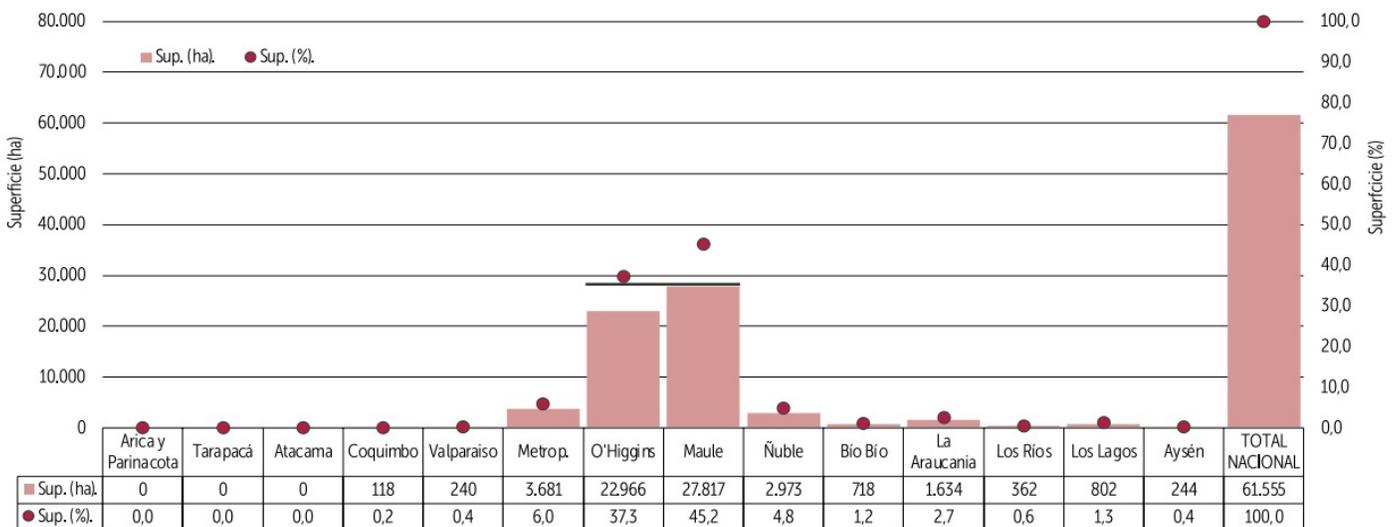


Foto 1. Pardeamiento interno en cerezas Regina.



Fuente: Centro de Pomáceas.

ción, sistema de riego, fecha de floración, inicio y término de cosecha, carga frutal, análisis mineralógicos, foliares y de fruta, así como los antecedentes climáticos de cada sitio.

Los huertos muestreados incluyeron plantaciones datadas desde 2001 a 2017, en distancias de plantación entre 3,5x1,0 a 4,5x3,0 m., y el 60% de las muestras provinieron de árboles con portainjertos G.6 y G.12 (Cuadro 1). Más del 80% de los huertos eran conducidos en eje vertical.

Las muestras de fruta se realizaron en cosecha comercial. Las cerezas fueron enfriadas mediante 'hidrocooling', empaçadas en bolsas MAP y almacenadas a una temperatura de -0,5°C y 0°C, en el Centro de Pomáceas. Se eva-

luaron luego de 30 y 45 días.

Las variables medidas a cosecha y luego la salida de frío, fueron: peso, calibre, densidad, color de piel, firmeza de pulpa, contenido de sólidos solubles, acidez titulable, actividad de la enzima polifenoloxidasasa (PPO), incidencia de desórdenes fisiológicos, pudriciones y otras alteraciones. Además, se evaluó materia seca al momento de cosecha. Tras treinta días de frío y siete días a 20°C, se realizó panel sensorial a todas las muestras. Tras las mediciones, se realizó un análisis de los datos mediante modelización estadística, para explicar la dependencia de la aparición de PI a una serie de variables explicativas, usando lenguajes de programación de código libre (R y Python), y li-

Cuadro 1. Características de los huertos de donde se obtuvieron las muestras para el estudio.

Región	Localidad	Año Plantación	Marco Plantación (m)	Portainjerto
O'Higgins	La Chimba	2016	4,5x2,0	MaxMa 60
	Rosario	2016	4,25x2,0	Gisela 12
	Los Lingues	2013	4,2x1,7	Gisela 6
Maule	Tricao	2015	3,5x1,0	Gisela 12
	Romeral	2011	3,5x1,5	Gisela 12
	San Clemente	2001-2007	4,5x3,0	Colt
	San Clemente	2003	4,25x3,0	Gisela 12
	Sarmiento	2013	4,5x2,0	MaxMa 14
	Romeral	2013	4,5x2,5	Colt
	La Montaña-Teno	2015	4,5x2,0	Gisela 12
	La Montaña-Teno	2015	4,5x2,0	MaxMa 14
	Romeral	2003	4,5x2,8	Gisela 6
	Romeral	2003	4,5x2,8	Colt
	Romeral	2015	4,0x1,8	MaxMa 14
	San Clemente	2013	4,5x2,2	Gisela 6
	Villa Alegre	2016	4,0x2,0	MaxMa 14
	Huemul-Morza	2017	4,0x2,0	Gisela 12
	La Montaña-Teno	2009	4,5x2,5	Colt
	Los Niches	2014	4,0x1,5	Gisela 6
	San Clemente	2014	4,25x2,25	MaxMa 14
Bramadero	2013	4,0x2,0	Gisela 6	
Yerbas Buenas	2014	4,0x2,0	Gisela 6	
Ñuble	Chillán	2014	4,0x2,0	Gisela 6
	Chillán	2014	4,0x2,0	Gisela 12

Vapor Gard®

AUMENTE LA VIDA ÚTIL DE SUS CEREZAS, DISMINUYENDO LA DESHIDRATACIÓN Y MEJORANDO LA FRESCURA Y SABOR DE LOS FRUTOS POR MÁS TIEMPO

- ANTI TRANSPIRANTE**
- AMPLIAMENTE UTILIZADO EN EE.UU. HACE MÁS DE 40 AÑOS**
- LLUEVA O NO, PROTEJA SUS CEREZAS Y AUMENTE SU COLOR Y TAMAÑO**

OFRECIENDO PRODUCTOS DE CALIDAD FORMULADOS EN LOS ESTADOS UNIDOS A LA COMUNIDAD AGRÍCOLA DURANTE MÁS DE 80 AÑOS

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO:

MILLER
A HUBER COMPANY

CALS
de lo agrícola... lo mejor
FONO: (02) 2394 4000
WWW.CALS.CL

PRODUCTINFO@MILLERCHEMICAL.COM | MILLERCHEMICAL
@MILLERCHEMICAL | MILLERCHEMICALFERTILIZER

Siempre lea y siga las instrucciones de la etiqueta. NO EXISTEN GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIABILIDAD O APTITUD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR. Consulte las Condiciones de venta estándar de Miller Chemical & Fertilizer, LLC para conocer las únicas garantías expresas aplicables a los productos Miller Chemical & Fertilizer, LLC. Los productos que incorporan productos Miller Chemical & Fertilizer, LLC no están garantizados por Miller Chemical & Fertilizer, LLC. Vapor Gard® se utiliza, solicita o registra como marca comercial de Miller Chemical & Fertilizer, LLC.

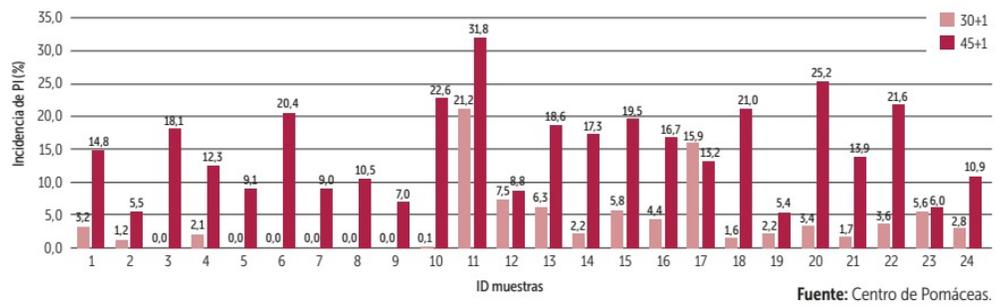
brerías especializadas. La metodología incluyó: limpieza y estandarización de la base de datos, análisis estadístico y descriptivo de estos, selección de variables y predicción de PI utilizando el método de ganancia de información.

La expresión del PI varió entre 0% y 21% y 5,4 y 32%, tras 30 y 45 días, respectivamente, de un total de 24 muestras cosechadas en 20 huertos. En términos generales, se observó un aumento de diez puntos porcentuales entre la evaluación de los 30 días y la de 45 días. Los resultados muestran huertos con diferente evolución del daño entre ambas evaluaciones, en algunos casos con un incremento de más de 20% (Figura 2). No hubo una tendencia clara entre el nivel de PI a los 30 días y el valor a los 45 días pos-guarda, para el mismo huerto.

Los resultados de PI se cruzaron con los antecedentes de cada huerto. El análisis se segmentó en cuatro secciones: características del huerto, análisis mineralógicos y de poscosecha, e información agroclimática.

- **Características del huerto:** Se detectó mayor incidencia de PI en cerezas provenientes de árboles vigorosos. Fruta de árboles antiguos mostró mayor probabilidad de manifestación del daño a los 45 días de almacenaje. En el sistema de riego por goteo se observó menor incidencia de daño, en ambas evaluaciones. Por su parte, la carga frutal,

Figura 2. Incidencia de PI en el total de las muestras analizadas.



ASTT y ubicación geográfica, no fueron relevantes.

- **Análisis mineralógicos:** A partir del análisis mineralógico de fruta a cosecha, se consideró el contenido de cada nutriente y sus relaciones. Los resultados no arrojaron correlaciones significativas en ninguna evaluación. Sin embargo, se observaron algunas tendencias entre el contenido de ciertos elementos y la aparición de PI a los 30 días:

- » **Ca** sobre 15 mg/100 g PF: PI > 10%.
- » **P** sobre 27 mg/100 g PF: PI > 5%.
- » **B** bajo 0,5 mg/100 g PF: PI > 5%.
- » **B** bajo 1 mg/100 g PF: PI < 5%.

Al analizar relaciones entre nutrientes, se observó que cuando Mg/Ca es < 1, hubo una incidencia de PI sobre el 2,5%, y un nivel de incidencia menor al 2,5%, con:

- » **K/Ca** > 20.
- » **(K+Mg)/Ca** > 20.
- » **K/P** entre 8 y 10.
- » **P/Ca** > 2,5.

Figura 3. Relevancia de variables para explicar el pardeamiento interno luego de 30 días de guarda.

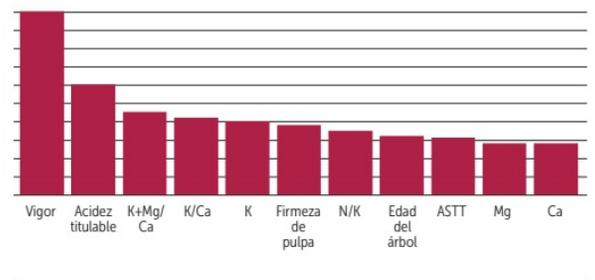
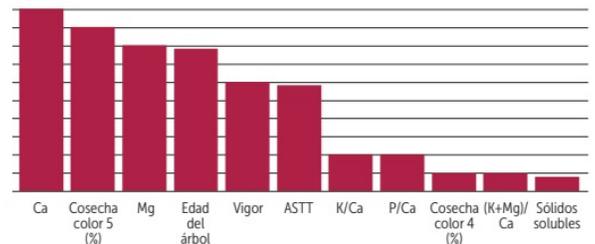


Figura 4. Relevancia de variables para explicar el pardeamiento interno luego de 45 días de guarda.



Estas tendencias se mantuvieron en la evaluación tras 45 días de guarda.

- **Análisis de poscosecha:** No se encontró una relación directa entre los índices de madurez: firmeza de fruto, contenido de sólidos solubles, acidez titulable, con la manifestación del PI, luego de 30 y 45 días de guarda. Además, la actividad de la PPO mostró una tendencia lineal con la incidencia de PI, en la evaluación de los 30 días, aunque no robusta. Una vez cumplido ambos periodos de almacenaje, se analizó la concentración de gases (O₂ y CO₂) al interior de las bolsas MAP que contenían la fruta. Tras 30 días de guarda, cuando el nivel de CO₂ fue menor al 3% y el O₂ mayor al 18%, la incidencia de PI fue baja. Sin embargo, esta tendencia no se mantuvo a los 45 días.
- **Información agroclimática:** Se analizó la relación entre los indicadores de crecimiento: acumulación de grados días y grados hora, desde agosto a cosecha y entre plena flor (PF) y cosecha, con la aparición de PI, sin resultados consistentes, a 30 y 45 días de guarda. Tampoco hubo consistencia entre el índice de estrés (acumulado desde PF a cosecha y en los 30 días antes de cosecha) con el

Foto 2. Variabilidad en el vigor de los árboles muestreados.



PI. Asimismo, se consideró la acumulación de frío, mediante el modelo de Richardson, entre abril y julio. Tras 30 días de guarda, la incidencia de PI fue mayor cuando se superaron las 1.400 unidades de frío. A los 45 días, la incidencia de PI fue alta cuando las UF fueron menores a 1.100 y mayores a 1.400. Esto indica que el ambiente de la temporada previa se deberá considerar próximamente, dado que, al tener efecto en la formación de yemas florales, podría promover frutos más o menos tolerantes al desarrollo del PI.

SELECCIÓN DE VARIABLES

Mediante 'mutual information' (ganancia de información de dos variables aleatorias) se estudió la relación entre una batería de 38 variables y la incidencia de PI, a los 30 y 45 días de guarda en frío. La figura 4 muestra, en orden decreciente de izquierda a derecha, la relevancia de las variables en explicar la incidencia de PI. El análisis propone que a los 30 días de guarda ésta podría relacionarse con:

- Vigor del árbol (Foto 2) y portainjerto, edad y ASTT.
- Acidez titulable y firmeza del fruto.
- Los nutrientes K, Mg, Ca y N.

Con las variables de mayor nivel de ganancia de información y reducción de entropía, se planteó un modelo basado en redes neuronales (ANN, por Artificial Neuronal Network), para estimar el PI en función de ellas. Las muestras de cerezas se agruparon

según el porcentaje de PI:

- **Leve:** menor al 3%.
- **Moderado:** 3 - 6%.
- **Severo:** superior al 6%.

Se entrenó la ANN para clasificar a partir de las variables seleccionadas y la incidencia de PI que mostraría la fruta a los 30 días de guarda. Fue posible estimar el nivel de PI que presentarían las muestras con más de un 90% de precisión. Sin embargo, deberán considerarse nuevas temporadas, con diferente incidencia de PI, para concluir que las variables seleccionadas expliquen consistentemente la incidencia de esta alteración.

Un análisis similar propone que, a los 45 días de guarda, la incidencia de PI podría explicarse con las siguientes variables (Figura 4):

- Vigor del árbol y portainjerto, volumen de copa, edad y ASTT.
- Contenido de sólidos solubles, firmeza del fruto y cantidad (%) de fruta según categoría de color 3, 4 y 5 a cosecha.
- Los minerales Ca, Mg, K, P y B.

Sin embargo, el modelo arrojó una precisión de un 67%.

Para relacionar el desarrollo de PI con el sabor de la fruta, se realizó un panel sensorial a los 30 días de guarda en frío más 7 días post apertura de bolsa MAP (mantenida en frío). Se calificó su acidez, dulzor, sabores anómalos y firmeza. Al comparar la apreciación general de la fruta vs la incidencia de PI a 30+7, se observó una clara relación entre la calificación de los panelistas con la incidencia de PI. **Ra**

Proyecto FIA

Para profundizar en el estudio del PI, el Centro de Pomáceas ejecuta un proyecto con apoyo de FIA "Modelos predictivos basados en clima, nutrición y manejo para minimizar pérdidas por pardeamiento en cerezas y manzanas" (PYT 2022-0295). Con ello, se trabaja en una base de datos más extensa, que permitirá obtener resultados consistentes respecto a las variables asociadas con la incidencia de PI. La mejor comprensión de sus causas permitirá su manejo, lo que requerirá de una aproximación integral, con especial atención en variables a nivel de huerto que podrían tener efecto negativo en la vida de postcosecha.

Nitro Brake®

Inhibidor de nitrificación para fertirriego de Frutales

3,5 DMP de alta concentración. Único con amplio respaldo técnico de ensayos independientes en diversos frutales realizados en Chile.

3.5 DMP Alemán



Nitro Brake®

- Mejora la eficiencia de los fertilizantes amoniacales o del Nitrógeno proveniente de la Materia Orgánica.
- Disminuye las pérdidas por lixiviación.
- Permite reducir las Fertilizaciones Nitrogenadas.
- Aplicado en Primavera, mejora los Calibres de la fruta.

Contacte a nuestros técnicos y ellos le darán una recomendación sitio específica, calculando el aporte del suelo y de la materia orgánica de este, pudiendo así reducir sus fertilizaciones Nitrogenadas.

Ensayos en diversos frutales avalan nuestra eficiencia.

VALS
AgroSolutions

Distribuido por:
CALS

Ventas: ventas@vals.cl • +56 9 4438 8184 • www.nitrobrake.cl