

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

ESTUDIO DE FACTORES PRE COSECHA ASOCIADOS AL MANCHADO
POST COSECHA DE LA MANDARINA SATSUMA'OKITSU'
(*Citrus unshiu* Marc.)

por

Matías MÖLLER

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO
URUGUAY
2015

Tesis aprobada por:

Director: _____
Ing. Agr. Dra. Giuliana Gambetta

Ing. Agr. M. Sc. Alfredo Gravina

Ing. Agr. Ana Paula Mautone

Fecha: 22 de julio de 2015

Autor: _____
Matias MÖLLER GALVALISI

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Milagro S.A., en particular al Ing. Agr. A. Ceriani y al personal de la Quinta 1 (Chapicuy) y muy especialmente al Ing. Agr. P. Zócalo por la información brindada y por su colaboración en el acondicionamiento y almacenamiento post-cosecha de la fruta.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1. DESÓRDENES FISIOLÓGICOS DE LOS FRUTOS CÍTRICOS.....	4
2.2. DESÓRDENES DE PRE Y POST-COSECHA.....	6
2.2.1. <u>Creasing (clareta, albedo breakdown)</u>	6
2.2.1.1. Causas de la alteración.....	6
2.2.1.2. Control de la alteración.....	8
2.2.2. <u>Oleocelosis (oleocellosis)</u>	9
2.2.2.1. Causas de la alteración.....	9
2.2.2.2. Control de la alteración.....	10
2.2.3. <u>Peteca</u>	10
2.2.3.1. Causas de la alteración.....	10
2.2.4. <u>Picado (peel pitting)</u>	11
2.2.4.1. Causas de la alteración.....	11
2.2.4.2. Control de la alteración.....	12
2.2.5. <u>Colapso de la corteza (rind breakdown o rind staining)</u>	13
2.2.5.1. Causas de la alteración.....	14
2.2.5.2. Control de la alteración.....	15
2.2.6. <u>Daños por frío (chilling injury)</u>	16
2.2.6.1. Control de la alteración.....	17
2.2.7. <u>Manchado post-cosecha de la mandarina Satsuma</u>	18
2.2.7.1. Causas de la alteración.....	18
2.2.7.2. Control de la alteración.....	19
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	20
3.1. ESTUDIO DE LA RELACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES Y LA INCIDENCIA DEL MANCHADO.....	20
3.2. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRATAMIENTOS PRE-COSECHA EN LA INCIDENCIA DEL MANCHADO.....	21
3.3. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN SELECTIVA DE PINOLENE® EN LA INCIDENCIA DEL MANCHADO.....	22
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	24

4.1.	ESTUDIO DE LA RELACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES Y LA INCIDENCIA DEL MANCHADO.....	24
4.1.1.	<u>Precipitaciones</u>	24
4.1.2.	<u>Temperatura</u>	27
4.1.3.	<u>Humedad relativa</u>	30
4.2.	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRATAMIENTOS PRE-COSECHA EN LA INCIDENCIA DEL MANCHADO.....	33
4.3.	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN SELECTIVA DE PINOLENE® EN LA INCIDENCIA DEL MANCHADO.....	34
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	36
6.	<u>RESUMEN</u>	37
7.	<u>SUMMARY</u>	39
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	40
9.	<u>ANEXOS</u>	46

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Incidencia de frutos manchados a la salida de cámara de frío y luego de la vida de mostrador en las tres temporadas estudiadas.....	24
2. Precipitaciones pluviales (mm) desde brotación hasta cosecha durante las tres temporadas, de acuerdo a las fases de crecimiento y desarrollo del fruto.....	26
3. Incidencia de frutos manchados por tratamiento.....	34
Figura No.	
1. Croquis del diseño experimental.....	22
2. Precipitaciones (mm) registradas en cada temporada desde brotación hasta cosecha (setiembre-marzo).....	25
3. Precipitaciones pluviales (mm) ocurridas durante la Fase III del crecimiento del fruto (2 semanas previas a la cosecha) en cada temporada.....	27
4. Temperatura media diaria (°C) por temporada.....	28
5. Temperatura máxima diaria (°C) por temporada.....	28
6. Temperatura mínima diaria (°C) por temporada.....	29
7. Temperaturas máximas ocurridas en los 15 días previos a cosecha en las tres temporadas.....	30
8. Humedad relativa media diaria (%) por temporada.....	31
9. Humedad relativa media diaria (%) de las dos semanas previas a la cosecha, por temporada.....	31

1. INTRODUCCIÓN

La citricultura uruguaya ocupa una superficie efectiva de 15340 hectáreas, siendo las naranjas, mandarinas, limones y pomelos las especies más utilizadas en la producción. Las naranjas ocupan el 51 % de la superficie total efectiva seguidas por las mandarinas, 39 %, limones, 9%, y pomelos, 1% (MGAP. DIEA, 2014). Se destina principalmente a la exportación de fruta fresca a mercados con alta exigencia en calidad. En la actualidad se exporta entre el 45 % y 48 % de la producción (MGAP. DIEA, 2014).

La calidad de la fruta es un factor muy relevante ya que condiciona el acceso a determinados mercados y su valor comercial. El concepto de calidad abarca múltiples factores, tanto de características internas como externas del fruto, variando según la especie y cultivar. En el caso de las mandarinas, la tendencia es la demanda de frutos sin semillas, de fácil pelado, sanos (libres de enfermedades y desórdenes fisiológicos), de buen color y sabor.

En Uruguay, las mandarinas e híbridos han crecido en los últimos años, tanto en volumen de producción como en superficie (MGAP. DIEA, 2006, 2014). Dentro de éstos, las mandarinas del grupo Satsuma, son las que cuentan con el mayor número de plantas totales y en producción, las cuales ocupan 1261 hectáreas efectivas. En el año 2014 la producción de mandarinas fue de 104845 toneladas, de las cuales el grupo Satsuma aportó el 26 %, seguido por la variedad 'Nova' con un 18 %. Dentro de las Satsumas se destacan los cultivares 'Okitsu' (13590 toneladas) y 'Owari' (11269 toneladas) (MGAP. DIEA, 2014). 'Okitsu', de antigua introducción en Uruguay, se cosecha en el norte de nuestro país desde fines de febrero a principios de marzo.

La fruta es redondeada, achatada en los polos, de piel algo rugosa, tamaño mediano, no posee semillas, es de fácil pelado y se caracteriza por alcanzar su madurez interna antes que la externa; por lo tanto al momento de la cosecha se encuentra externamente de color verde-amarillenta, por lo que se le practica el desverdizado para luego comercializarla (INTA, 1996).

En post-cosecha esta variedad presenta un desorden fisiológico, el manchado de la piel, recientemente reportado¹, que en algunos años provoca importantes pérdidas. Se inicia sobre la piel como una zona irregular de color

¹ Zócalo, P.; Gambetta, G.; Gravina, A.; Rey, F.; Fasiolo, C.; Da Luz, C.; Speroni, G.; Borges, A. 2014. Manchado post-cosecha de la mandarina Satsuma "Okitsu": Caracterización anatómica y estudio de los factores endógenos y exógenos asociados. (sin publicar).

marrón, conservando las glándulas de aceite en perfecto estado, y posteriormente se oscurece y deprime. En años de alta incidencia puede llegar a afectar entre 20 % y 50 % de los frutos, provocando el rechazo en los mercados de destino y el deterioro del valor comercial.¹

La información nacional sobre manchas de frutos cítricos durante la post-cosecha es muy limitada. Con relación a las mandarinas, el picado de la corteza de los frutos de Satsuma 'Okitsu' se asoció a un menor tamaño y se encontró que tratamientos post-cosecha con ceras menos permeables, las cuales minimizan la deshidratación de los frutos, disminuyen su incidencia.²

Con respecto al manchado post-cosecha en estudio, se desconocen hasta el momento los factores causantes de la alteración. Sin embargo, en estudios nacionales realizados en los últimos años se ha caracterizado anatómicamente el daño, el cual a nivel microscópico parece iniciarse durante la fase II del crecimiento del fruto, aproximadamente dos meses antes de la cosecha.¹ Asimismo, se ha determinado que la piel de los frutos sanos, presenta mayor grosor que la de los frutos afectados, sugiriendo que aquellos con piel más fina serían más propensos a mancharse y no se encontró una correlación significativa entre la presencia de la mancha y la concentración de macro nutrientes en hojas o en la piel de los frutos.¹ Con respecto al manejo post-cosecha, se comprobó que el desverdizado con etileno no afecta significativamente este tipo de manchado y que la aplicación de ceras en la planta de empaque contribuye significativamente a la reducción del desorden.²

Como la mayoría de los desórdenes que se manifiestan durante la vida post-cosecha se determinan previamente, los factores ambientales ocurridos durante el crecimiento y desarrollo de los frutos y las condiciones de temperatura y humedad relativa a la que se exponen los mismos luego de la cosecha, determinan en gran parte la susceptibilidad.

A nivel internacional se han estudiado diferentes desórdenes en la piel de los cítricos, tales como el colapso de la corteza de las naranjas del grupo navel descrita en España, la cual comienza con una depresión de una zona delimitada en el flavedo, adquiriendo posteriormente una coloración marrón. Esto ha sido asociado a cambios bruscos en la humedad relativa ambiente durante el desarrollo del fruto, particularmente cuando a un período relativamente seco le sigue otro de elevada humedad relativa. Por otro lado, el picado de la corteza de la mandarina 'Fortune' en España se ha asociado a

² Zócalo, P.; Gambetta, G.; Gravina, A.; Rey, F.; Fasiolo, C.; Polti, S.; Borges, A. 2014. Efecto del desverdizado y encerado de frutos de mandarina Satsuma "Okitsu" en la incidencia del manchado post-cosecha. (sin publicar).

condiciones de alta evapotranspiración, donde zonas del fruto sufren una deshidratación excesiva de sus tejidos favoreciendo la incidencia. La aplicación foliar de nitrato cálcico, ácido giberélico (Zaragoza et al., 1996) o de un antitranspirante, pinolene (Agustí et al., 1997) antes del cambio de color han sido eficaces en el control de dicho desorden en las condiciones de España.

Objetivos de trabajo:

- Estudiar la posible asociación entre la incidencia del manchado y las condiciones ambientales ocurridas durante las fases II y III del crecimiento y desarrollo del fruto de mandarina Satsuma 'Okitsu'
- Evaluar el efecto de la aplicación de reguladores del desarrollo durante la fase II del crecimiento del fruto y de un antitranspirante previo a la cosecha, en la incidencia y severidad del desorden

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. DESÓRDENES FISIOLÓGICOS DE LOS FRUTOS CÍTRICOS

La calidad externa de los frutos cítricos es una combinación de características, tales como la intensidad y uniformidad del color, la firmeza, el tamaño, la forma, la suavidad de la piel y la ausencia de pudriciones y defectos físicos, causados por insectos o por congelación.

Los frutos cítricos en general sufren diversos desordenes fisiológicos; algunos de éstos afectan la zona interna del fruto y otros la parte más externa, causando pérdida de calidad para consumo en fresco. Su importancia radica tanto en la incidencia (proporción de frutos afectados), como en la severidad (proporción del fruto afectado).

La ocurrencia de estos desórdenes genera problemas al momento de la comercialización de los frutos cítricos, pérdida del valor de la producción así como también del valor agregado de todas las operaciones realizadas post-cosecha, tales como, manipulación, desverdizado y refrigeración. A esto se suma el deterioro de la imagen comercial en los mercados de destino¹.

Los desórdenes que afectan la corteza del fruto (albedo y flavedo) causan pérdida de calidad cosmética, no afectando en general la calidad interna del mismo, pero sí su comercialización y el precio que se puede obtener, determinando así el resultado económico de la empresa.

La condición de frutos no climatéricos confiere a los cítricos un buen comportamiento, en general, durante su maduración y tras la recolección. Éstos pueden ser almacenados por largos períodos de tiempo, entre 6-8 semanas, dependiendo de la especie y la variedad, sin embargo, son susceptibles a sufrir diversos desórdenes de la piel, los cuales limitan la capacidad de almacenaje y causan pérdidas comerciales masivas (Porat et al., 2004). Los síntomas, suelen desarrollarse durante el almacenamiento y traslado a los mercados de destino, visualizándose en los puntos de venta, lo que los vuelve aun más problemáticos.

Existen numerosos desórdenes fisiológicos descritos en la literatura, pero no hay una única terminología para denominarlos; en general el nombre depende de la sintomatología, la especie y cultivar, como por ejemplo el colapso de la corteza del naranjo dulce Navelate (Navelate rind breakdown) reportado por Agustí et al. (2001) y en algunas ocasiones la terminología varía según la región, por ejemplo 'peel pitting' o 'rind breakdown' según sea en

España (Alferez et al., 2004) o en Sudáfrica (Van Rensburg et al., 2004), respectivamente. Esto hace aun más difícil establecer si se trata de desórdenes similares o diferentes (Lafuente y Sala, 2002). Una clasificación responde a la fecha de incidencia de las alteraciones, agrupándolas en daños de pre-cosecha y de post-cosecha; éstos a su vez se pueden dividir en daños asociados y no asociados al frío (chilling y nonchilling physiological disorders, respectivamente). Cabe destacar que algunos de estos desórdenes pueden aparecer o desarrollarse tanto en pre-cosecha como en post-cosecha y otros ocurren solamente en post-cosecha, pero en general su determinación responde a las condiciones previas a la misma (Agustí et al., 2001). Éste también parece ser el caso del manchado de mandarina Satsuma¹, centro de estudio de este trabajo.

En general los desórdenes de la piel de los cítricos tienen una base genética (cultivar y portainjerto) y son inducidos por factores bióticos y abióticos ocurridos durante el crecimiento y desarrollo del fruto y durante su vida post-cosecha (Grierson, citado por Eaks, 1969). El clima, las condiciones locales de temperatura, humedad relativa del aire, suelo y las prácticas culturales de manejo, son algunos de ellos (Eaks, 1969). A su vez, un mismo factor puede afectar de manera diferente a los frutos, así como diferentes factores pueden inducir una sintomatología similar a éstos, por lo que ha sido difícil asignar una causa específica a un desorden en particular (Grierson, citado por Eaks, 1969). En términos generales, estas alteraciones involucran desequilibrios hídricos y nutricionales, relacionados a las condiciones ambientales (Agustí, 1996), por lo que los factores que afectan la manifestación y el desarrollo de los diferentes desórdenes fisiológicos, pueden ser exógenos y endógenos.

Las prácticas culturales como poda, raleo, riego, fertilizaciones, etc., modifican las condiciones del cultivo a las que son expuestos los frutos, modificando también su desarrollo y crecimiento, modulando de esta manera, la ocurrencia de los diferentes desórdenes fisiológicos (Gledes, 2008).

El almacenamiento de la fruta en condiciones de alta humedad relativa reduce la pérdida de agua y disminuye la incidencia de desórdenes de la piel, como es el caso del daño por frío (Pantastico et al. 1968, Porat et al. 2004) y en algunos casos reduce la aparición del 'noxan' en naranja 'Shamouti' (necrosis del flavedo) y creasing. Henriod (2006) confirma que la exposición de los frutos a alta humedad relativa durante su almacenamiento provee varios beneficios, no solo se reduce la pérdida de agua, sino que también se mantiene su firmeza, ocurriendo menores daños por aplastamiento entre frutos y se reduce la aparición de diversos desórdenes de la piel.

2.2. DESÓRDENES DE PRE Y POST-COSECHA

2.2.1. Creasing (clareta, albedo breakdown)

El creasing es un desorden fisiológico que en la zona de España afecta en especial a las naranjas del grupo Navel y Valencia, pero también ocurre en otras especies como es el caso de las mandarinas (Agustí, 1996). Esta alteración se caracteriza por la formación de grietas o fisuras en el albedo que se manifiestan como irregularidades o abolladuras en la parte más externa de la piel o flavedo. Es un desorden que aparece por lo general en pre-cosecha y avanza durante la vida post-cosecha.

Los primeros síntomas microscópicos del creasing ya son detectables internamente a los 28 días del cuajado inicial y a los dos meses ya se observa la desintegración del albedo. Los síntomas visibles, sin embargo, solo se evidencian al inicio de la maduración (Abdalla 1984, Storey y Treeby 1994).

Storey y Treeby (1994), señalan que esta alteración es producida por la pérdida de conexiones entre células adyacentes a nivel de la laminilla media. Al romperse las ramificaciones celulares, que constituyen los espacios aéreos del albedo, éste se daña y las células se separan, apareciendo grietas que impiden la conexión entre ellas. La consecuencia más inmediata de la alteración es la pérdida de resistencia mecánica de la corteza con la consecuente repercusión en su capacidad de almacenamiento, transporte y conservación. La pérdida de calidad cosmética que este desorden le causa al fruto es muy importante determinando pérdidas económicas.

Según Gravina (1998) en Uruguay este desorden puede afectar hasta un 40% de la fruta, determinando pérdidas de calidad significativas para la exportación.

2.2.1.1. Causas de la alteración

Existen numerosos factores asociados al mismo, por lo que se considera que es una alteración multi causal, sin embargo, no se ha llegado a conocer con exactitud cuál es el grado de influencia concreta de los factores involucrados (Jones et al., 1967). En su revisión, Agustí (2003) señala que la alteración se encontraría asociada a condiciones climáticas, de suelo, fluctuaciones de humedad, factores hereditarios, cosechas elevadas, aspectos nutricionales relacionados al calcio, fósforo, nitrógeno y potasio, como también prácticas culturales tales como el riego y el portainjerto utilizado.

Las prácticas culturales contribuyen también a la manifestación de esta alteración, se sugiere que la intensidad, frecuencia y épocas del riego influyen sobre este desorden aunque de modo no muy claro (Holtzhausen, 1981).

Con respecto al portainjerto, los frutos de plantas injertadas sobre citrange 'Troyer' parecen ser más susceptibles a la alteración en comparación a frutos de plantas sobre patrón de 'Limón Rugoso' (Holtzhausen, 1981).

Miller, citado por Holtzhausen (1981), afirma que la incidencia y severidad del creasing está asociada a elevadas cosechas, encontrando que el 31% de la variabilidad en la incidencia, se debe a la variación en el número de frutos por árbol.

En relación al aspecto nutricional, este desorden se ha asociado a la disponibilidad de K, Ca y P, entre otros. Es conocido que el Ca presenta antagonismos con el N, K y Mg, ya sea para su absorción y translocación, o en las funciones que cumple en los tejidos. Telias et al. (2002) determinaron que el flavedo de los frutos y/o zonas con creasing presentaban menor concentración de Ca y mayor concentración de P y K, que los frutos o zonas sanas. Asimismo, estudiando las relaciones entre estos nutrientes, encontraron una menor relación $Ca/(K+Mg)$ en los frutos o zonas afectadas. Por otro lado, se registró una mayor relación P/Ca en los tejidos afectados por el desorden. En el caso de N/Ca, la relación es significativamente mayor en el análisis por zona del fruto afectado, presentando la misma tendencia en el análisis de frutos enteros.

Los altos contenidos de N determinan una mayor tasa respiratoria en los frutos, efecto que puede ser contrarrestado por un incremento en los niveles de Ca. Así mismo, los frutos con altos niveles de N presentan mayores contenidos de proteínas, pudiendo formarse amonio de la degradación de las mismas, que compita con el Ca por los sitios de unión y promueva la senescencia del tejido (Bramlage et al., citados por Telias et al., 2002). Resultados similares fueron citados por Jones et al. (1967).

Existe también variabilidad en la incidencia dentro del árbol y dentro del fruto, generalmente los frutos o parte de ellos que reciben menos luz son los más afectados por el creasing. Esto se puede explicar debido a que los frutos que reciben mayor radiación solar elevan más su temperatura, provocando una mayor transpiración, lo cual deriva en una mayor capacidad de atracción de nutrientes (Jones et al., 1967).

En cuanto a las condiciones ambientales Jones et al. (1967), citan que la incidencia del desorden se encuentra relacionada a la amplitud térmica y no a la temperatura en sí misma y se debe a la capacidad del albedo de adaptarse o

sobrellevar un estrés hídrico; a mayor amplitud térmica, mayor es la incidencia de creasing. La amplitud térmica solamente se correlacionó significativamente a la incidencia para dos períodos dentro del crecimiento del fruto. El primer período coincide con la caída fisiológica o "june drop" y el crecimiento inicial del fruto, el cual ocurre principalmente debido al aumento en el número de células. El segundo período coincide con el crecimiento en tamaño del fruto debido a la expansión celular.

Dado que este desorden está relacionado a fruta con piel fina, aquellas condiciones climáticas, portainjertos y factores nutricionales que tiendan a producir fruta con piel fina van a incrementar la incidencia y severidad del creasing (Le Roux y Haas, citados por Jones et al., 1967).

2.2.1.2. Control de la alteración

El control del creasing ha sido estudiado mundialmente desde dos enfoques, uno hormonal y otro nutricional.

Desde el punto de vista hormonal, la aplicación de GA_3 desde inicios de la fase II del crecimiento del fruto, ha sido propuesto a nivel mundial como una de las mejores alternativas para el control del creasing en naranjas Valencia y navel (Monselise et al., Gilfillan y Stevenson, Jona et al., Gilfillan y Cutting, citados por Gambetta et al., 2002). Sin embargo, aplicaciones tardías, próximas al cambio de color del fruto, lo retrasan significativamente (Monselise et al., Gilfillan y Stevenson, Agustí et al., citados por Gambetta et al., 2002) y se reduce notablemente el efecto en el control del desorden (Gambetta et al., 2002). Las auxinas de síntesis aplicadas en la fase I del crecimiento del fruto, además de causar un importante raleo de frutos, se ha citado que disminuyen significativamente la incidencia de creasing en naranjas navel y 'Valencia' (Greenberg et al., citados por Gambetta et al., 2002).

Desde el punto de vista nutricional, los resultados no son tan consistentes, probablemente debido a las diferencias que presentan las plantas en cada situación productiva. En este sentido, existe diferente respuesta a las aplicaciones de N, P y K (Jones et al., Bar-Akiva, Gilfillan y Stevenson, citados por Gambetta et al., 2002). Por otro lado, la aplicación de Ca en etapas tempranas del crecimiento del fruto, parece ser una alternativa promisoriosa (Treeby et al., citados por Gambetta et al., 2002). En Uruguay se ha demostrado que la aplicación de ácido giberélico (GA_3) solo o combinado con nitrato de potasio (KNO_3) o con fosfato monoamónico ($NH_4H_2PO_4$) al inicio de la fase II del crecimiento y desarrollo del fruto (41-55 mm), logran reducir en forma significativa el porcentaje de naranjas 'Washington' navel afectadas (Gambetta et al., 2002).

2.2.2. Oleocelosis (oleocellosis)

Es una fisiopatía producida en la superficie del fruto como consecuencia de la ruptura de las glándulas de aceites esenciales que se encuentran en el flavedo. El síntoma más característico es una mancha verde-amarillenta de forma irregular y hundida, que permanece verde o evoluciona a marrón, debido a la muerte de las células entre las glándulas de aceite (Agustí, 2003).

La ruptura de las glándulas de aceite se produce debido a golpes del fruto en el árbol, o en la manipulación en cosecha o post-cosecha, fundamentalmente cuando éste está excesivamente turgente. El color es consecuencia del derrame de aceites esenciales en las células del tejido subepidérmico, lo que impide la normal diferenciación de cloroplastos en cromoplastos. Observaciones ultra estructurales indican que el lumen celular es ocupado por un gran cloroplasto, que incluye un aparato tilacoidal con denso grana y granos de almidón. Finalmente las paredes celulares de las capas de células subepidérmicas colapsan y se engrosan (Erner et al., citados por Agustí, 1996).

La oleocelosis es una de las causas de mayores pérdidas en post-cosecha, considerada un problema cosmético y una vía de entrada de hongos (Agustí, 1996).

2.2.2.1. Causas de la alteración

La susceptibilidad a la oleocelosis está asociada a la turgencia de la piel de la fruta, debido a la mayor facilidad de ruptura cuando la turgencia de la piel es elevada (Tomkins y Dryer, Klotz y Fawcett, Miller y Winston, Mustad, citados por Eaks, 1969), por lo que se relaciona con la humedad del suelo y el déficit de presión de vapor de la atmósfera (Eaks, 1969).

En el campo, esta alteración puede tener su origen en causas ambientales, presentándose en frutos de árboles sometidos a elevada humedad y que repentinamente reciben temperaturas bajas (Grierson, citado por Agustí, 1996).

Agustí (1996), señala que entre las causas a las que se atribuye esta alteración, se encuentran el rocío, HR elevada, temperatura alta, alteraciones del estado nutricional, ataques de insectos, exceso de riego y cambios bruscos de temperatura en el almacenamiento. Talón, citado por Agustí (1996) agrega además, que el daño causado por heladas causa también serios problemas de oleocelosis.

2.2.2.2. Control de la alteración

La oleocelosis se puede prevenir evitando las condiciones que contribuyen al escape de aceite desde las glándulas, no cosechando fruta mojada y evitando los golpes. Se ha sugerido que la cosecha debe iniciarse en el momento del día en que la fruta haya perdido su turgencia natural (Palacios, 2005). Se recomienda cosechar cuando la temperatura del fruto supera por 2-3 °C a la del bulbo húmedo.

Palacios (2005), sostiene que el principal método post-cosecha de prevención es el 'curado', dejando la fruta recién cosechada por 3 a 5 días a temperatura ambiente, de manera de disminuir la turgencia del fruto y aumentar la resistencia al manipuleo. Esto puede provocar daños no deseados como deshidratación, podredumbres, etc.

Según Agustí (2003), el control químico de la oleocelosis es muy difícil, sin embargo, señala que la aplicación de 10 mg L⁻¹ de ácido giberélico antes de que el fruto inicie el cambio de color, reduce notablemente y retarda su aparición.

2.2.3. Peteca

La alteración denominada peteca se presenta con frecuencia en limones, como manchas grises de alrededor de medio centímetro, más o menos circular y deprimida, ubicadas en forma dispersa sobre la superficie del fruto. Es similar al 'peel pitting', pero las depresiones tienen bordes más redondeados y las glándulas de aceite se oscurecen antes que las células epidérmicas que las rodean (Palacios, 2005).

Razeto, citado por Palacios (2005) señala que la porción del albedo ubicada bajo cada depresión se seca, y que si bien el daño no llega a la pulpa, deteriora tanto la apariencia del fruto, que éste pierde parcial o totalmente su valor para venta en estado fresco. El mismo autor destaca que esta alteración es una de las causas de mayor pérdida de producción de fruta en limonero.

2.2.3.1. Causas de la alteración

La incidencia de peteca estaría relacionada con las bajas temperaturas y elevada humedad atmosférica. En el mismo sentido, se ha citado que los frutos ubicados en la parte del árbol que recibe menor radiación, se afectan más con peteca, ya que están expuestos a una temperatura más baja y mayor humedad relativa que los demás frutos, por lo que el mojado del fruto por rocío, neblinas y precipitaciones, lo dejaría en un estado fisiológico susceptible, favoreciendo la

aparición de peteca (Razeto y Gómez, citados por Palacios, 2005). Se han detectados síntomas de peteca más pronunciados en fruta que recibió aplicaciones de aceite y se cosechó durante tiempo frío y húmedo. Adicionalmente, se ha citado que los frutos cosechados con la piel amarilla presentan mayor incidencia que los verdes (Duarte y Guardiola 1995, Undurraga et al. 2006).

Desde el punto de vista nutricional según Gómez Ugarte (1984), el mismo se encuentra relacionado a un desbalance en la relación Ca/K en la piel del limón, dado que los frutos afectados presentan alta relación Ca/K.

Este desorden fisiológico se desarrolla durante el almacenamiento, pero la susceptibilidad de la fruta estaría determinada por las condiciones previas (Palacios, 2005).

2.2.4. Picado (peel pitting)

El picado de la corteza o peel pitting se presenta como manchas de color marrón, más o menos amplias, ubicadas en la superficie de la corteza de los frutos, que se desarrollan luego del cambio de color, o durante su almacenamiento en cámara (Vercher et al., 1994). Esta sintomatología puede responder a diferentes causas.

Vercher et al. (1994), señalan que en híbridos y pomelos, las bajas temperaturas afectan la capa de cera cuticular del fruto, favoreciendo la transpiración, lo que afecta las primeras capas de células epidérmicas y subepidérmicas, cuyo citoplasma colapsa, dando lugar a pequeños puntos oscuros, responsables del picado. En el caso de la mandarina 'Fortune', este desorden causa una importante reducción de la calidad, disminuyendo marcadamente su valor comercial (Agustí et al., 1997).

2.2.4.1. Causas de la alteración

El picado de la corteza puede asociarse a diferentes factores ambientales, además de estar relacionado a la variedad y al estado de madurez de los frutos (Agustí, 2003).

Estudios realizados por Agustí et al. (1997), indican que las condiciones ambientales durante la maduración y el almacenamiento del fruto de mandarina 'Fortune', parecen ser los principales factores desencadenantes del picado. Las bajas temperaturas, la presencia de vientos fuertes y fríos, y variaciones de la humedad relativa ambiente, se han relacionado también con su aparición.

Vercher et al. (1994) demostraron que el incremento de la permeabilidad cuticular, con la consecuente pérdida de agua de las células epidérmicas, provoca la depresión o picado de la superficie del fruto. Estos autores también sostienen que los vientos fríos y fuertes, las bajas temperaturas y la baja HR estarían asociados a la ocurrencia de pitting, dado que las bajas temperaturas modifican las funciones fisiológicas de la cutícula, incrementando su permeabilidad y por lo tanto la pérdida de agua.

Por otro lado, el picado de frutos, que ha sido descrito en mandarina 'Encore', solo fue observado en la parte expuesta, asociado a altas radiaciones y altas temperaturas durante largos períodos de tiempo, lo que también induce a la deshidratación, plasmólisis y colapso celular. La radiación solar estaría involucrada en la alteración estructural de la cutícula, causando deshidratación localizada de la piel (Medeira et al., 1999).

Petracek et al. (1998b) afirman que el pitting post-cosecha se desarrolla cuando los frutos de mandarina 'Fallglo' son almacenados a temperaturas por encima de los 15°C o cuando son encerados y almacenados a altas temperaturas. La fruta que fue encerada y almacenada a 15,5°C sufrió de pitting, mientras que la fruta no encerada y almacenada a la misma temperatura o la almacenada a 4,5°C no fue afectada. Esto se puede explicar debido a que la aplicación de ceras restringe el intercambio gaseoso (Hagenmaier y Baker, citados por Petracek et al., 1998b), sumado a que el almacenamiento a altas temperaturas incrementa la respiración (Beaudry et al., citados por Petracek et al., 1998a). En este trabajo, el encerado modificó la capacidad de intercambio gaseoso entre la atmósfera y la piel, bajando los niveles de O₂ y provocando que se elevaran los niveles de CO₂, favoreciendo de esta manera los daños en la piel del fruto; el desverdizado durante 24 horas previo al encerado no afectó la ocurrencia de pitting (Petracek et al., 1998a). La susceptibilidad varietal parece ser un componente muy importante en este desorden.

2.2.4.2. Control de la alteración

El control de la alteración está relacionado a las causas que la provocan. Zaragoza et al. (1996), concluyen que la aplicación de nitrato cálcico (2 %) en mandarina 'Fortune' justo antes del cambio de color, reduce la permeabilidad cuticular y como consecuencia reduce la incidencia del picado. La aplicación de 10 mg L⁻¹ GA₃, previo al cambio de color, tiende a reducir la incidencia del picado aunque no de manera significativa, esto se debe a que el GA₃ actúa retrasando la senescencia del tejido pero no reduce la permeabilidad cuticular (Zaragoza et al., 1996).

Agustí et al. (1997) señalan además que la reducción de la permeabilidad cuticular también se puede lograr con el uso de antitranspirantes, como el Pinolene® (0,7 %) al momento del cambio de color, logrando de esta manera reducción de la incidencia de este desorden.

Sin embargo, para el pitting asociado a la mandarina 'Fallgro', el control estaría vinculado al no encerado de la fruta, o si la misma es encerada, a su almacenamiento inmediato a baja temperatura (4°C), (Petracek et al., 1998b).

2.2.5. Colapso de la corteza (rind breakdown o rind staining)

El colapso de la corteza afecta mayoritariamente a las naranjas (especialmente al grupo navel) e híbridos o tangores, pero ocurre también en pomelos. Los síntomas de este desorden, descritos para las naranjas del grupo navel, consisten en el colapso de los tejidos que rodean la zona calicinal del fruto. Inicialmente se muestra como una depresión en el tejido epidérmico y subepidérmico, dejando sobresalir las glándulas de aceites esenciales. El área afectada es de forma irregular y adquiere una coloración marrón a negra, ocupando una mayor superficie a medida que avanza el desorden. Un síntoma característico es la observación de un área de entre 2-5 mm de corteza no afectada, seguida por zonas de corteza afectada, rodeando al botón calicinal. Estos síntomas por lo general ocurren en el período post-cosecha durante el almacenamiento (Agustí et al. 2000, Alférez et al. 2003).

Su incidencia varía entre años, entre cultivos y aún entre frutos dentro del mismo árbol (Zaragoza y Alonso, citados por Agustí et al., 2001).

Los frutos más susceptibles a sufrir este desorden son aquellos de piel fina, de pequeño tamaño y que se encuentren en un estado de madurez avanzada. El período de ocurrencia natural del desorden se extiende en 'Navelate' desde el comienzo del cambio de color hasta unas cuantas semanas después, dependiendo de las condiciones climáticas. Este desorden se ha manifestado también en post-cosecha (Alférez y Zacarías, citados por Alférez et al., 2003), su momento de manifestación es independiente de la fecha de cosecha, pero se incrementa a medida que la maduración avanza.

En Clementina de Nules, se presenta un picado de la corteza, llamado 'Nules Clementine rind breakdown', no relacionado a un daño por frío. Este desorden se presenta en general en la fruta proveniente del interior del árbol, y se asocia a una menor concentración en la piel de azúcares, pigmentos y minerales como Ca y Mg (Cronje et al., 2011a, 2011b). Los autores concluyen que la reducción de la transpiración, debido a la menor temperatura existente en el interior del canopy y la mayor HR, podrían ser responsables de

la menor concentración de dichos minerales. Sugieren además que la mayor concentración de K, podría ser una respuesta al estrés, relacionada a la baja iluminación, para mantener el potencial osmótico en el tejido a la sombra; el desbalance mineral del tejido lo dejaría propenso a manifestar los daños (Cronje et al., 2011a).

2.2.5.1. Causas de la alteración

Agustí et al. (2001) afirman que los cambios repentinos en la humedad relativa al momento del cambio de color parecen ser un factor importante, fomentando la ocurrencia natural del desorden en naranjas 'Navelate'. En este sentido, se han señalado como causas de esta alteración, la acción mecánica del viento y la alternancia de períodos lluviosos, seguidos por otros, de vientos secos, pero serían los cambios bruscos en la humedad relativa los responsables de su aparición (Zaragoza y Alonso, citados por Agustí et al., 2001). Los vientos fríos (Klotz et al., citados por Agustí et al., 2001) y la ocurrencia de estrés hídrico diferencial a través de la corteza del fruto (Zacarías et al., citados por Agustí et al., 2001) también son factores involucrados en el desarrollo de dicho desorden en naranja 'Navelate'. Los cambios repentinos en la HR ambiente son característicos en las zonas climáticas donde se desarrollan los cítricos, provocando variaciones diurnas en el estado hídrico y en el potencial osmótico del fruto (Albrigo, Kaufman, citados por Alférez et al., 2003).

Por otro lado, los desbalances nutricionales también se han asociado a este desorden (Chapman, Grierson, citados por Agustí et al., 2001). Adicionalmente, se ha reportado que la fruta que proviene de árboles con alta carga es más susceptible a sufrir de este desorden (Alquezar et al., 2007). El portainjerto utilizado también parece ser un factor de gran importancia. En el naranjo dulce 'Navelate' y en otros del grupo navel, el número de frutos afectados es mayor en árboles injertados sobre citrange 'Carrizo' que los injertados sobre mandarino 'Cleopatra' y en éstos es mayor que los injertados sobre naranjo amargo. Los portainjertos que confieren al fruto mayor superficie de tráqueas en su pedúnculo como el citrange 'Carrizo', deben favorecer la pérdida de agua desde el mismo y por tanto, la aparición de una mayor proporción de frutos afectados, que aquellos que dan lugar a tráqueas de menor superficie como el naranjo amargo (Agustí et al., 2003). Los frutos procedentes de árboles injertados sobre distintos portainjertos no difieren en la morfología de sus ceras cuticulares, ni en la permeabilidad de sus cutículas (Agustí et al., 2003), por lo tanto, las diferencias en la proporción de frutos afectados debido al portainjerto utilizado podrían estar relacionados a las diferencias en la capacidad de transporte de agua y su intercambio gaseoso con la atmósfera (Syvertsen y Graham, 1985).

Con respecto a las condiciones post-cosecha, según Alquezar et al. (2007), esta alteración está asociada a la exposición de la fruta a condiciones de baja HR, particularmente entre la cosecha y la aplicación de cera. Estas condiciones suelen ocurrir debido a demoras en el proceso de packing cuando la fruta se encuentra almacenada en condiciones de baja HR y altas temperaturas. La circulación excesiva de aire entre la fruta también causa condiciones predisponentes para este desorden, ya que favorece la deshidratación de los tejidos. Por otro lado durante el proceso de packing, cuando el cepillado de la fruta es excesivo, se incrementa la pérdida de agua del fruto, favoreciendo la ocurrencia del colapso. La transferencia a altas humedades relativas de frutos previamente deshidratados a baja HR también provocan el manchado de la piel característico de este desorden (Alquezar et al., 2007).

La deshidratación de los frutos altera la morfología y estructura de las células del albedo que se convierten en amorfas, con falta de rigidez y formando grupos irregulares, apelmazados, en los que se pierde la estructura típica de malla esponjosa. La posterior transferencia de estos frutos a condiciones de alta HR provoca la aparición de grietas y fracturas en el tejido del albedo, cuando avanzan las lesiones se produce el colapso de las células superiores del flavedo (Alquezar et al., 2007).

La incidencia post-cosecha del desorden a temperaturas que no causan daño por congelamiento ocurre independientemente de la fecha de cosecha, pero se incrementa cuantitativamente con el avance de la maduración de la fruta (Alfárez y Zacarías, citados por Alfárez et al., 2003).

En términos generales, los resultados indican que el manchado de la piel o colapso de la corteza de frutos de naranja 'Navelate' puede tener su origen en alteraciones del estado hídrico de la piel.

En el caso del rind breakdown de 'Clementina de Nules', una de las causas sería la menor concentración de azúcares, pigmentos y minerales en la piel (Cronje et al., 2011a, 2011b).

2.2.5.2. Control de la alteración

Almela et al. (1999) señalan que no existen tratamientos pre-cosecha eficaces para el control de esta alteración. Las aplicaciones de nitrato cálcico y antitranspirantes, capaces de reducir la pérdida de agua del fruto, son de respuesta limitada. Luego de la cosecha, para reducir la incidencia de este desorden se recomienda, reducir la deshidratación de la fruta, minimizando el

tiempo transcurrido entre la cosecha, el proceso de packing y la aplicación de cera. En caso de que las demoras en el packing sean inevitables, o si la fruta requiere ser desverdizada, conservarla en condiciones de alta HR (90 %) y a temperaturas bajas. Durante las operaciones de packing se debe evitar el cepillado excesivo el cual incrementa la pérdida de agua del fruto y también la incidencia de colapso de la corteza (rind breakdown), enfriar la fruta lo antes posible y mantenerla a bajas temperaturas sin causar daños durante el almacenamiento a fin de reducir la incidencia de dicho desorden.

2.2.6. Daños por frío (chilling injury)

Las distancias entre los lugares de producción y consumo y la necesidad de almacenar la producción durante períodos más o menos prolongados, hacen necesario desarrollar técnicas que permitan disminuir las pérdidas y aumentar la vida comercial. La forma más frecuente de incrementar la vida de conservación y comercialización de las frutas, es la manipulación de las condiciones ambientales que rodean los productos, controlando que dichas modificaciones no supongan daños a los mismos. La temperatura es uno de los factores más importantes a controlar. Las temperaturas bajas, sin llegar a congelar los tejidos vegetales, constituye actualmente el método fundamental para asegurar la conservación de las frutas destinadas al consumo en fresco ya que retarda su envejecimiento, disminuye la respiración, maduración, podredumbres y cambios metabólicos indeseables. No obstante la mayoría de las frutas de origen tropical y algunas sub-tropicales están sujetas a daños fisiológicos cuando son sometidas a temperaturas menores de 10 a 13°C (INTA, 1996).

La susceptibilidad de los cítricos a las bajas temperaturas depende de la especie y variedad, siendo pomelos y limones los más sensibles, conjuntamente con algunas variedades de mandarinas. Además influyen numerosos factores, tanto previos a la cosecha como posteriores a ella, así como también las temperaturas y tiempos de conservación frigorífica (INTA, 1996).

Las temperaturas cercanas a cero grados producen daños a la mayoría de los cítricos. El daño se manifiesta por la aparición de depresiones en la cáscara, de forma más o menos circular con una ligera decoloración que posteriormente se torna ligeramente marrón (INTA, 1996).

Otro daño es el escaldado, que se presenta principalmente en frutos sobremaduros y se caracteriza por un oscurecimiento difuso de la cáscara de forma irregular, que se extiende paulatinamente por toda la superficie del fruto. Por otro lado puede ocurrir un daño poco común, que es la llamada

descomposición acuosa (watery breakdown) en la que los frutos toman un aspecto esponjoso y blando como si se hubieran congelado. El sabor se modifica tornándose desagradable (INTA, 1996).

La aparición de estos daños se puede presentar después de un cierto período de almacenamiento en las cámaras frigoríficas y su riesgo de aparición es mayor cuanto mayor es el tiempo de almacenamiento y menor es la temperatura. Por lo general, los daños se ponen de manifiesto cuando la fruta se expone a la temperatura ambiente, aunque, cuando las temperaturas son muy bajas, el daño puede manifestarse en pocos días (INTA, 1996).

2.2.6.1. Control de la alteración

El control de la temperatura durante el almacenamiento de los cítricos es la técnica más usada para reducir la incidencia de desórdenes fisiológicos debidos al frío. Temperaturas adecuadas evitan o reducen estas lesiones y el consiguiente deterioro de los frutos. Dentro de esta técnica se incluye el almacenamiento a temperaturas óptimas, el pre acondicionamiento, el curado y los calentamientos intermitentes. No existe un único criterio para la determinación de estas temperaturas óptimas para los distintos cultivares de diferentes regiones. Entre los factores a tener en cuenta se destacan: la susceptibilidad al frío, el período de almacenamiento requerido, el efecto del encerado o envolturas plásticas, el momento de cosecha y la susceptibilidad previa de la fruta (INTA, 1996).

En términos generales, el almacenamiento de la fruta en condiciones de alta humedad relativa, reduce la pérdida de agua y disminuye la incidencia de desórdenes de la piel, entre ellos, el daño por frío (Pantastico et al. 1968, Porat et al. 2004)

De modo general, para mandarinas se aconseja almacenarlas a temperaturas de 3-4° C durante uno a dos meses y para naranjas de 3-9° C durante dos a tres meses, pero la temperatura más adecuada y el tiempo de almacenaje depende de la variedad y la zona de producción. Así por ejemplo, las variedades de 'ombligo' tienen menor conservación que la 'Valencia' (INTA, 1996).

2.2.7. Manchado post-cosecha de la mandarina Satsuma

La piel de mandarina Satsuma se caracteriza por presentar una epidermis uniseriada, aunque en algunas zonas se presenta biseriada, con células rectangulares a cuadrangulares, sin espacios intercelulares. El espesor de la cutícula aumenta de 0,25 μm a 2,5 μm desde dos meses antes de la cosecha, hasta el momento de la misma¹.

El colapso celular de la corteza de los frutos de mandarina Satsuma 'Okitsu' parece iniciarse a nivel microscópico durante la fase II del crecimiento del fruto, aproximadamente dos meses antes de la cosecha, lo que en las condiciones de Chapicuy (Paysandú, Uruguay) se da a mediados de enero¹. Los primeros síntomas microscópicos del manchado se manifiestan en el parénquima subepidérmico, a través de células que pierden su turgencia debido al colapso del citoplasma. Inicialmente, se observa una leve disgregación de las capas celulares sub epidérmicas, posteriormente el citoplasma se retrae y da lugar al colapso celular que avanza lentamente hacia el albedo, pero sin afectarlo. La degradación del citoplasma, con la consiguiente oxidación enzimática del contenido vacuolar, rico en sustancias fenólicas podría estar explicando la coloración marrón que se observa cuando se manifiesta este desorden, (Anexo 1). La afección avanza hacia la epidermis y hacia el parénquima subyacente, sin afectar la cutícula. En las etapas más avanzadas de la afección las células epidérmicas presentan el contenido citoplasmático contraído, síntoma de degeneración. Sin embargo, la cutícula permanece intacta, aun en los frutos con mayores daños. Si bien las glándulas de aceite no se ven afectadas en las primeras manifestaciones celulares del manchado, posteriormente se observa una distorsión del contenido celular, con materiales condensados en las caras internas¹.

2.2.7.1. Causas de la alteración

Se desconocen hasta el momento los factores causantes de la alteración. Sin embargo en estudios nacionales realizados en los últimos años, se ha determinado que la piel de los frutos sanos, presenta mayor grosor que la zona sana de frutos con manchas y ésta mayor que la zona manchada, lo que sugiere que los frutos con piel más fina serían más propensos a mancharse¹. En dos años de estudio no se encontró una correlación significativa entre la presencia de la mancha y la concentración de macro nutrientes en hojas o en la piel de los frutos. Por otro lado, la zona manchada presentó mayor concentración de micronutrientes, pero hasta el momento no se ha encontrado ningún tipo de relación causa-efecto entre la aparición de manchas y los contenidos de nutrientes minerales en la piel y las hojas¹.

2.2.7.2. Control de la alteración

El desverdizado de frutos con etileno no afecta significativamente este tipo de manchado y la aplicación de ceras en el packing contribuye significativamente a la reducción del desorden². La disminución del manchado con el encerado, probablemente esté relacionado a la disminución del intercambio gaseoso y por ende, a una menor deshidratación de la piel. Dada la variación entre años en la incidencia, se sugiere que la susceptibilidad previa de la fruta es un factor determinante en su aparición².

Considerando estos antecedentes se plantean las siguientes hipótesis de trabajo:

- La alta temperatura, baja humedad relativa ambiente y bajas precipitaciones, durante el crecimiento y desarrollo de los frutos, aumentan la incidencia del desorden
- La presencia de la mancha se debe a un debilitamiento localizado de la piel del fruto, por lo que los tratamientos hormonales que ayudan al fortalecimiento de la misma, pueden disminuir la incidencia
- El manchado se debe a una pérdida de agua desde el fruto hacia la atmósfera y/o hacia el interior del árbol, por lo que su reducción puede limitar la incidencia del desorden

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ESTUDIO DE LA RELACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES Y LA INCIDENCIA DEL MANCHADO

Se seleccionó un cuadro de mandarina Satsuma 'Okitsu' (*Citrus unshiu* Marc.), injertada sobre 'Trifolia' (*P. trifoliata* (L) Raf.), en una quinta comercial ubicada en la zona de Chapicuy (Departamento de Paysandú, 31,64 ° LS), con historia de alta incidencia de frutos manchados. El marco de plantación era de 6 m x 3 m, en condiciones de fertirriego. La evaluación se realizó durante tres años (2011-2013).

En diciembre se colocaron en la copa de los árboles, dos sensores Hygrochron™ (iButton DS-1923G-F5, Dallas Semiconductors, EUA) para el registro horario de temperatura (T) y humedad relativa (HR) y se mantuvieron hasta la cosecha. La temperatura y HR media diaria se calcularon promediando los 24 datos correspondientes a cada día. Las precipitaciones se registraron con un pluviómetro convencional. Los datos de clima e incidencia correspondientes a las temporadas 2011 y 2012 fueron obtenidos de los registros existentes en el grupo de trabajo de Ecofisiología de Citrus (Facultad de Agronomía).

Las cosechas se realizaron el 9/3/2011, 14/3/2012 y el 13/3/2013 en la primera, segunda y tercera temporada, respectivamente. Al alcanzar la madurez comercial, se cosechó fruta de 4 parcelas experimentales de 5 plantas cada una, en buen estado sanitario y en condiciones estándar de fertilización y riego. Se seleccionaron frutos de color y tamaño homogéneos (relación a/b entre -0,20 y -0,15, CIELab y diámetro ecuatorial entre 55 y 65 mm). En post-cosecha, se realizó el tratamiento estándar para su comercialización: desverdizado de frutos en cámaras con las siguientes condiciones: 1-3 mg L⁻¹ de etileno, CO₂ < 0,2 %, 18-22 °C y 90-95 % HR, durante 72 horas el año 1, 96 horas en el 2 y 72 horas el año 3. El encerado se realizó con cera comercial (18 % de sólidos solubles totales en base a polietileno y goma laca) y se aplicó en línea de empaque convencional mediante pulverización sobre rodillos de cerda y nylon. El almacenamiento en frío se realizó durante 30 días a 4-6 °C, HR > 85 %, CO₂ < 0,5 %. Posteriormente, la fruta se mantuvo a temperatura ambiente simulando la vida de mostrador durante 7 días en la primera temporada y 15 días en la segunda y tercera. Luego del almacenamiento en frío y la vida de mostrador, se registró el porcentaje de frutos manchados (incidencia).

El diseño experimental consistió en bloques completos al azar con 4 repeticiones de 100 frutos por tratamiento. La incidencia se analizó ajustando

modelos lineales generalizados, asumiendo distribución binomial con función de enlace logit ($\text{Ln} [p/(1-p)]$), con separación de medias por Tukey-Kramer.

Se cuantificó el volumen y distribución de las precipitaciones, la evolución de la T y HR mínima, media y máxima, ocurrida durante cada una de las temporadas, en cada fase de crecimiento y desarrollo del fruto y en los 15 días previos a la cosecha. Se estudió la posible asociación entre la incidencia de frutos manchados y las variables climáticas analizadas.

3.2. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRATAMIENTOS PRE-COSECHA EN LA INCIDENCIA DEL MANCHADO

En la tercera temporada y en el mismo cuadro, se seleccionaron 20 plantas uniformes en cuanto a tamaño y número de frutos.

Se realizaron cuatro tratamientos: 1) ácido giberélico (GA_3 , Giberelan 36®, 20 mg L^{-1}), 2) ácido 3,5,6 triclora-2 piridil-oxiacético (3,5,6-TPA, Maxim®, 15 mg L^{-1}), aplicados al final de la fase II del crecimiento del fruto (4/2/2013), 3) el antitranspirante poli-1-p-menteno (Pinolene®, Nu-film®, 1%), aplicado en la fase III, dos semanas antes de la cosecha (27/2/2013) y 4) control. En todos los casos se agregó el coadyuvante BB5 (ésteres de ácido fosfórico y polialcoholes, 0,2 %). Las aplicaciones se realizaron con una pulverizadora de puntero de 100 litros de capacidad, hasta el punto de goteo asegurando una cobertura uniforme y completa de las plantas.

Se realizó un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, asignando de manera aleatoria los diferentes tratamientos a las unidades experimentales dentro de cada bloque. En la Figura 1 se presenta el croquis del diseño del experimento.

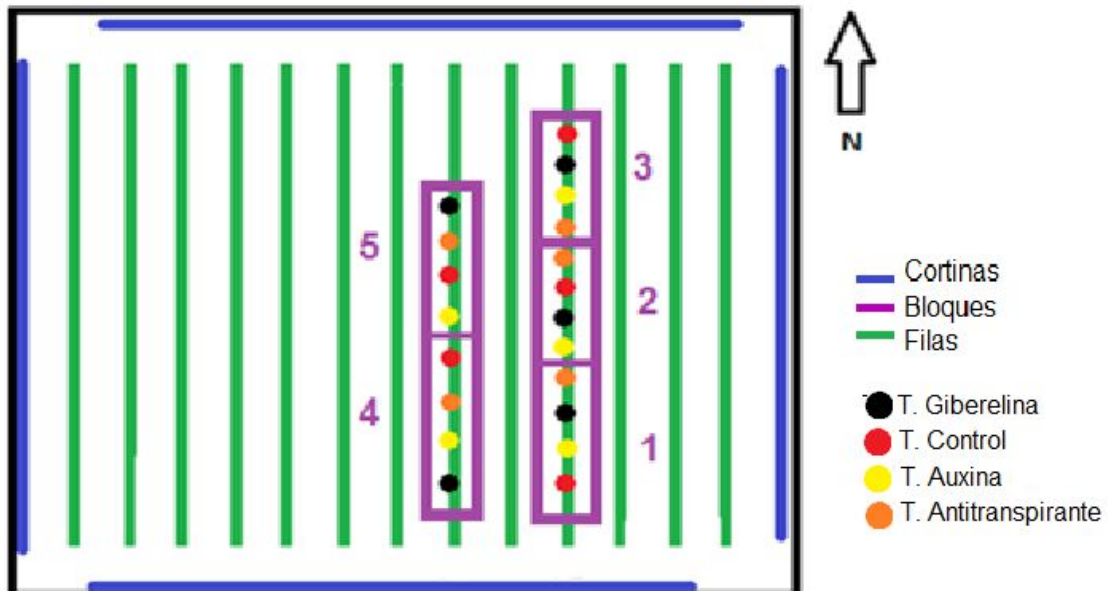


Figura 1. Croquis del diseño experimental.

La fruta se cosechó al alcanzar la madurez comercial, el 13/3/2013 y recibió los tratamientos descritos en 3.1. Al salir de cámara y tras 15 días de vida de mostrador se evaluaron las siguientes variables de respuesta: incidencia de acuerdo a lo descrito en 3.1 y severidad del daño, considerando cuatro categorías: 0-piel sin manchas, 1-hasta 5 % de la superficie manchada, 2- entre 5-15 % y 3- más de 15% del manchado (Anexo 1).

La información se procesó a través del programa estadístico R-studio (versión 2013). La variable incidencia de frutos manchados (proporción), debido a que no cumple con el principio de homogeneidad de varianza, se transformó ($\text{Incidencia} = \sqrt{\text{Incidencia}^2}$) y se realizó un análisis de varianza, con separación de medias por prueba Tukey. Los resultados se presentan como porcentaje de frutos manchados; debido a la baja incidencia y a la alta variabilidad no se presenta la severidad.

3.3. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN SELECTIVA DE PINOLENE® EN LA INCIDENCIA DEL MANCHADO

Se seleccionaron 5 árboles y en cada uno se marcaron 4 ramas uniformes en número de frutos (15 frutos en promedio por rama), asignándoles de manera aleatoria los siguientes tratamientos: 1) Pinolene® (1%) a la rama completa, 2) Pinolene® (1%) solamente a las hojas, 3) Pinolene® (1%) solamente a los frutos y 4) control. Las aplicaciones se realizaron con una

pulverizadora de mano de 1 litro de capacidad y la aplicación fue realizada hasta el punto de goteo asegurando una cobertura uniforme y completa. En los tratamientos 2 y 3, durante la aplicación, se cubrieron con nylon los frutos y las hojas respectivamente. La fruta se cosechó al alcanzar la madurez comercial, el 13/3/2013 y recibió los tratamientos post-cosecha descritos en 3.1.

Se realizó un DBCA con 5 repeticiones, designando de manera aleatoria los tratamientos a las unidades experimentales (ramas). Las variables de respuesta evaluadas fueron: incidencia y severidad del manchado al salir de cámara y tras 15 días de vida de mostrador. La incidencia se analizó ajustando modelos lineales generalizados, asumiendo distribución binomial con función de enlace logit ($\text{Ln} [p/(1-p)]$), con separación de medias por Tukey-Kramer. Los resultados se presentan como porcentaje de frutos manchados por rama (media y error estándar); debido a la baja incidencia y a la alta variabilidad no se presenta la severidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTUDIO DE LA RELACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES Y LA INCIDENCIA DEL MANCHADO

La incidencia del manchado varió notablemente entre años (Cuadro 1); la temporada de mayor incidencia fue la primera (cosecha 2011) con un 14 % de frutos manchados a la salida de la cámara de frío (30 días de almacenamiento), incrementándose a 17 % luego de 15 días de vida de mostrador. La incidencia de frutos manchados en la segunda y tercera temporada (cosechas 2012 y 2013, respectivamente) fue mucho menor, alcanzando en ambas cosechas el 6 % y 0 % a la salida de la cámara de frío y el 8 % y 3 % luego de la vida de mostrador (Cuadro 1).

Cuadro 1. Incidencia de frutos manchados a la salida de la cámara de frío y luego de la vida de mostrador en las tres temporadas estudiadas.

Temporada	Incidencia de frutos manchados (%)	
	Salida de cámara de frío	Vida de mostrador
2010-2011	14	17
2011-2012	6	8
2012-2013	0	3

4.1.1. Precipitaciones

Las precipitaciones ocurridas durante cada ciclo productivo, desde el mes de setiembre hasta el momento de la cosecha en el mes de marzo (9/3/2011, 14/3/2012, 13/3/2013), presentaron importantes diferencias entre las temporadas (Figura 2), tal como sucedió con la incidencia de frutos manchados (Cuadro 1).

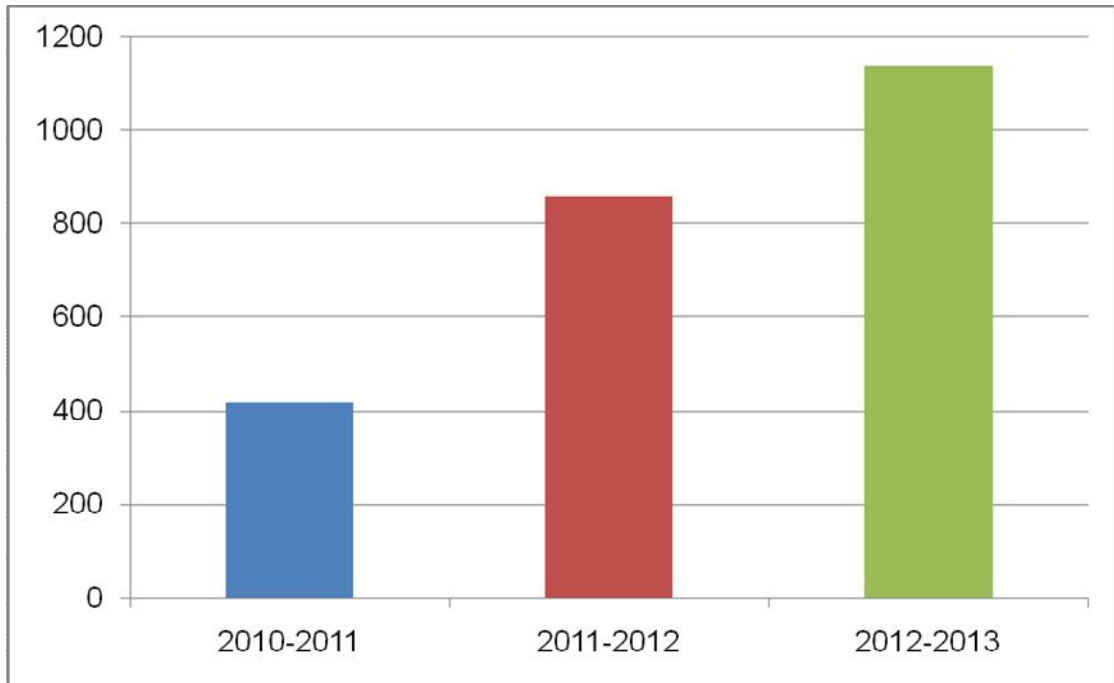


Figura 2. Precipitaciones (mm) registradas en cada temporada desde brotación hasta cosecha (setiembre-marzo).

Durante la temporada 2010-2011 en la que ocurrió la mayor incidencia de frutos manchados, se registró la menor ocurrencia de precipitaciones, llegando a 420 mm totales. Durante la temporada siguiente (2011-2012), en la que la incidencia disminuyó notablemente, las precipitaciones superaron el registro del año anterior en un 104 %, alcanzando los 857 mm. En la última temporada (2012-2013), en la que la incidencia de frutos manchados fue mínima, las lluvias fueron muy superiores a las dos temporadas anteriores, registrándose 1138 mm en todo el ciclo, un 170 % más que lo ocurrido en la primera temporada.

Para relacionar las precipitaciones con las fases del crecimiento y desarrollo del fruto, éstas se estimaron en: octubre-noviembre como Fase I, diciembre-febrero como Fase II y las dos semanas previas a la cosecha como Fase III. Durante la Fase I, el volumen de precipitaciones de cada temporada, siguió un patrón similar al total del ciclo. Por el contrario, las precipitaciones durante las Fases II y III de las últimas dos temporadas fueron muy similares entre sí y superiores a las del año 1 (Cuadro 2, Figura 3). La mayor diferencia

en la incidencia de frutos manchados también se da entre el primer año (17 %) y los otros dos (8 % y 3 %, respectivamente).

Cuadro 2. Precipitaciones pluviales (mm) desde brotación hasta cosecha durante las tres temporadas, de acuerdo a las fases de crecimiento y desarrollo del fruto.

Fase	Mes	Temporada		
		2010-2011	2011-2012	2012-2013
Brotación	Setiembre	87,3	110,0	126,9
Fase I	Octubre	42,6	145,0	330,2
	Noviembre	65,0	76,1	68,4
	Total	107,6	221,1	398,6
Fase II	Diciembre	50,0	42,1	326,2
	Enero	54,9	69,4	32,5
	Febrero	69,5	290,8	127,4
	Total	174,4	402,3	486,1
Fase III	Marzo	50,9	123,9	126,5
Total Ciclo		420,2	857,3	1138,1

Estos resultados sugieren una asociación inversa entre las precipitaciones registradas durante el crecimiento y desarrollo del fruto y la incidencia de frutos manchados, es decir que a mayor ocurrencia de precipitaciones menor sería la incidencia del desorden.

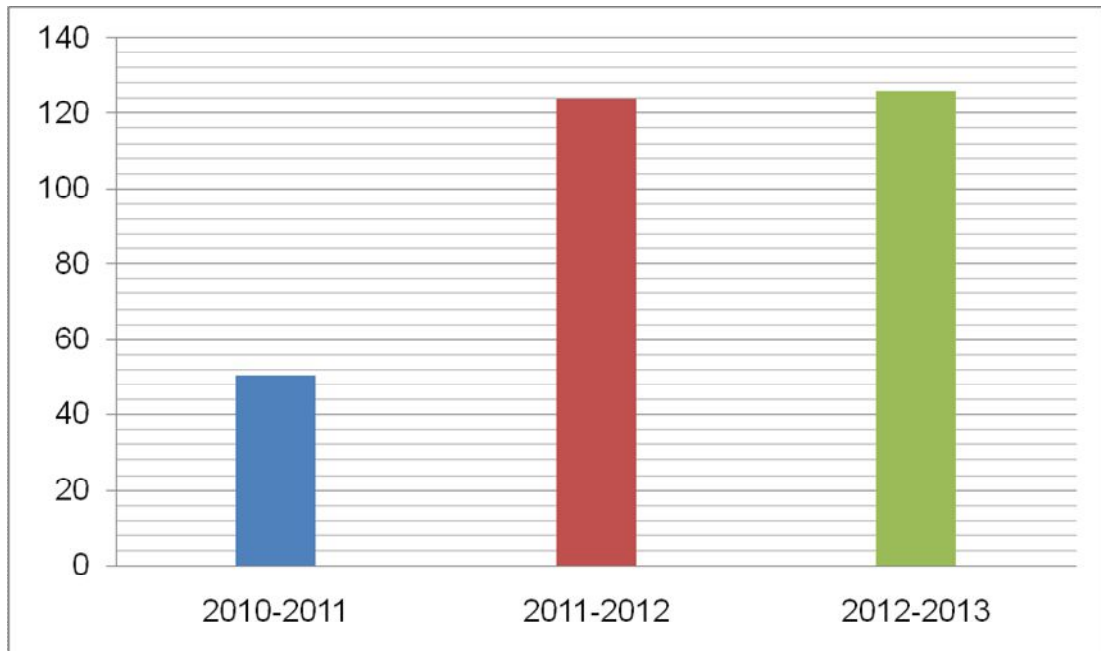


Figura 3. Precipitaciones pluviales (mm) ocurridas durante la Fase III del crecimiento del fruto (2 semanas previas a la cosecha) en cada temporada.

En cuanto la distribución de las precipitaciones durante la Fase III, se observa que en la primera temporada las lluvias se concentraron en tres días y alejadas de la fecha de cosecha por lo que transcurrió un período de 11 días previos a la misma en el que no se registraron precipitaciones. En las temporadas siguientes, la distribución fue más homogénea, registrándose lluvias en los días próximos a cosecha.

4.1.2. Temperatura

En las Figuras 4, 5 y 6 se presentan los datos de las temperaturas media, máxima y mínima diaria ocurridas en cada temporada hasta la cosecha. En relación a la temperatura media, no se evidencia un patrón diferencial entre los tres años en estudio (Figura 4). Por el contrario, las temperaturas máximas en las últimas dos semanas del ciclo, coincidiendo con la Fase III de crecimiento, fueron en el primer año, consistentemente superiores a los dos años restantes, superando en algunos días los 40 °C (Figura 5). Las temperaturas mínimas durante todo el ciclo, fueron en general menores durante la tercera temporada,

acentuándose esa diferencia en las últimas dos semanas previas a la cosecha (Figura6).

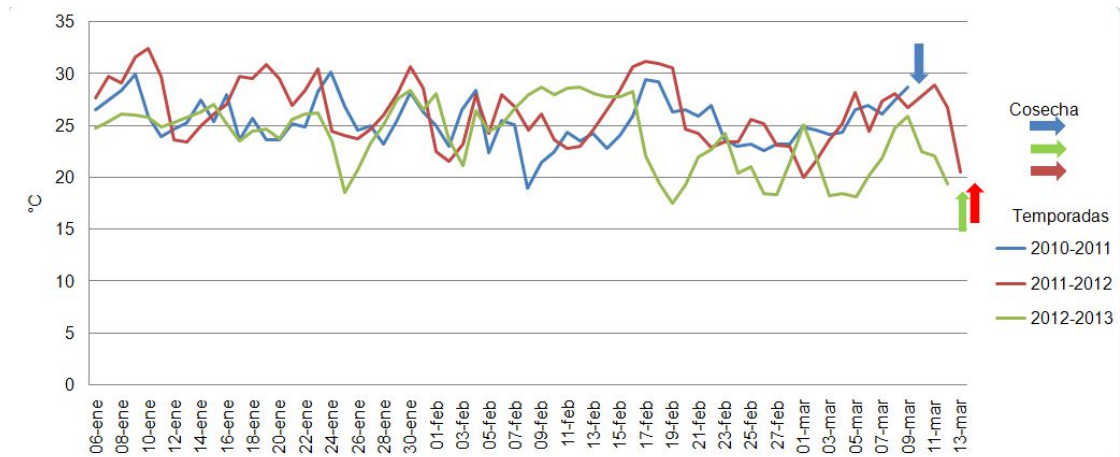


Figura 4. Temperatura media diaria (°C) por temporada. Las flechas indican el día de la cosecha.

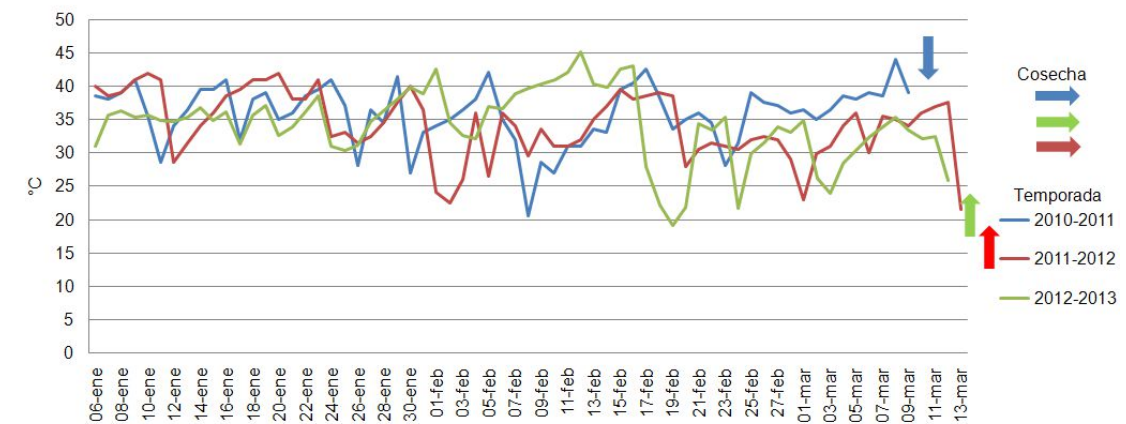


Figura 5. Temperatura máxima diaria (°C) por temporada. Las flechas indican el día de la cosecha.

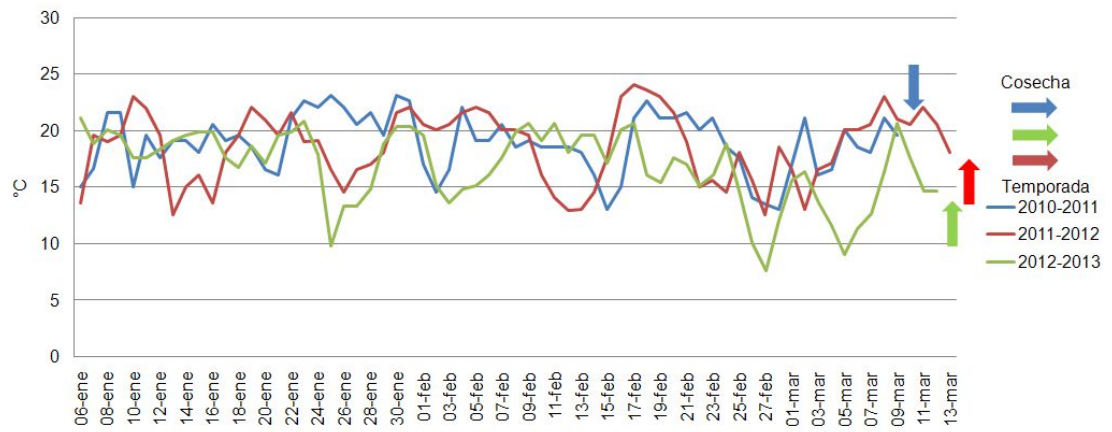


Figura 6. Temperatura mínima diaria (°C) por temporada. Las flechas indican el día de la cosecha.

Al analizar las dos semanas previas a la cosecha (Fase III), en la temporada de mayor incidencia del manchado (año 1), la temperatura máxima fue en general mayor a la registrada en los restantes años, presentando el día previo a la cosecha la máxima diferencia entre años. En el primer año además, ese día fue el más cálido de toda la temporada (Figura 7). En la última temporada, de mínima incidencia de manchado, las temperaturas máximas en este período fueron, generalmente las menores.

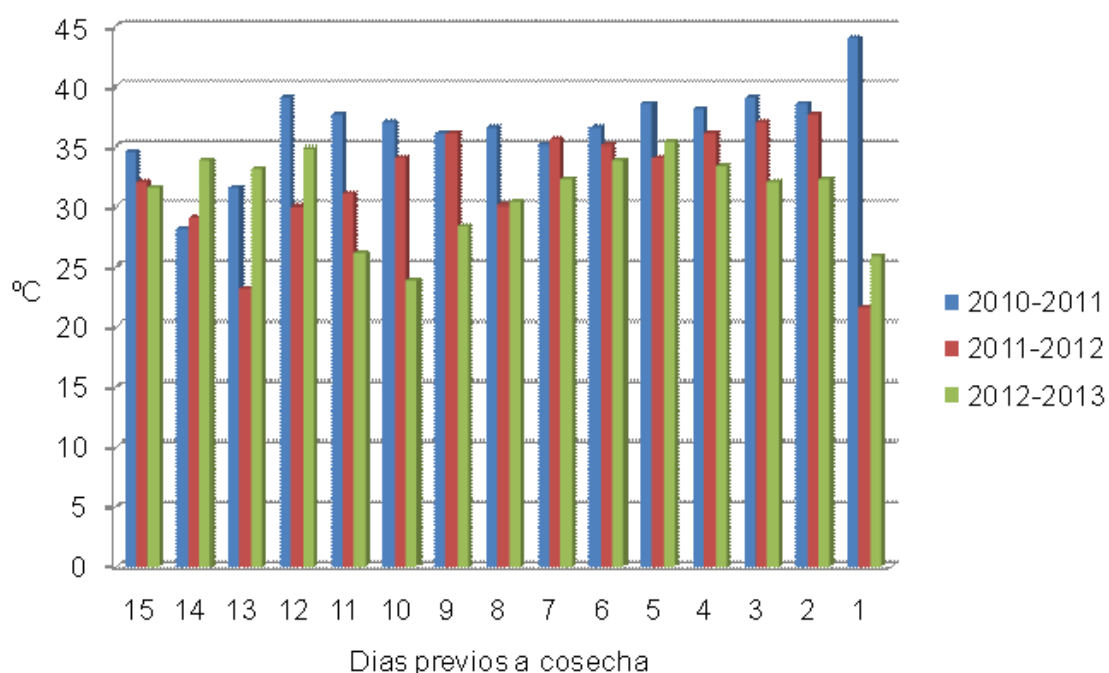


Figura 7. Temperaturas máximas ocurridas en los 15 días previos a cosecha en las tres temporadas.

4.1.3. Humedad relativa

La humedad relativa media diaria del ambiente, presenta variaciones importantes en el día a lo largo de la temporada. En términos generales, la primera temporada presenta un promedio de HR menor que las otras dos. Esta tendencia se acentúa en las últimas dos semanas previas a la cosecha, correspondiente a la Fase III de desarrollo del fruto, donde la mayoría de los días la HR apenas sobrepasa el 50 %. Las temporadas 2 y 3 no evidencian un patrón de comportamiento definido, aunque en las últimas dos semanas los registros son muy similares entre ambas (Figura 8 y 9). El día previo a la cosecha, en ambas temporadas, la HR prácticamente duplica los valores

registrados en la primera. También en las dos semanas previas a la cosecha, la HR mínima diaria fue mayor en éstas que el primer año de estudio, en el cual la HR mínima no superó el 40 % (Anexo 2).

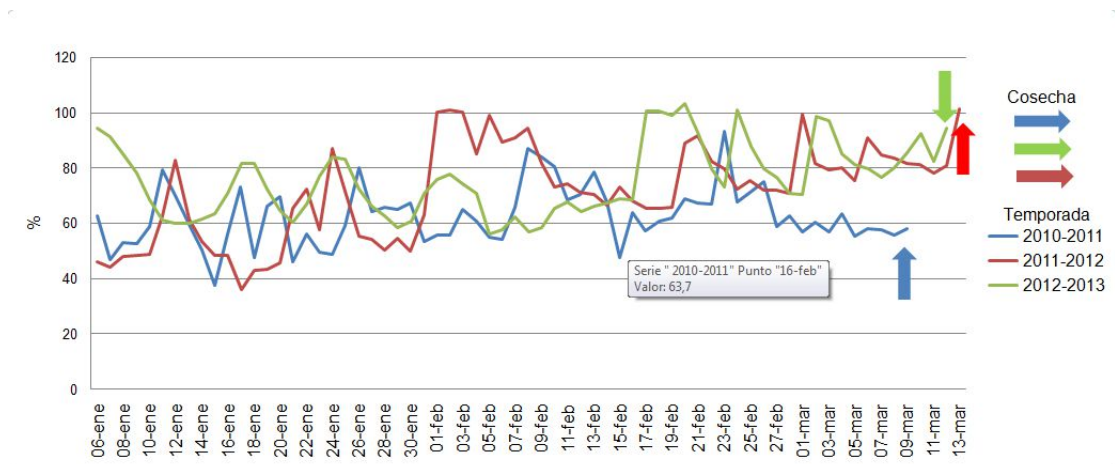


Figura 8. Humedad relativa media diaria (%) por temporada. Las flechas indican la fecha de cosecha.

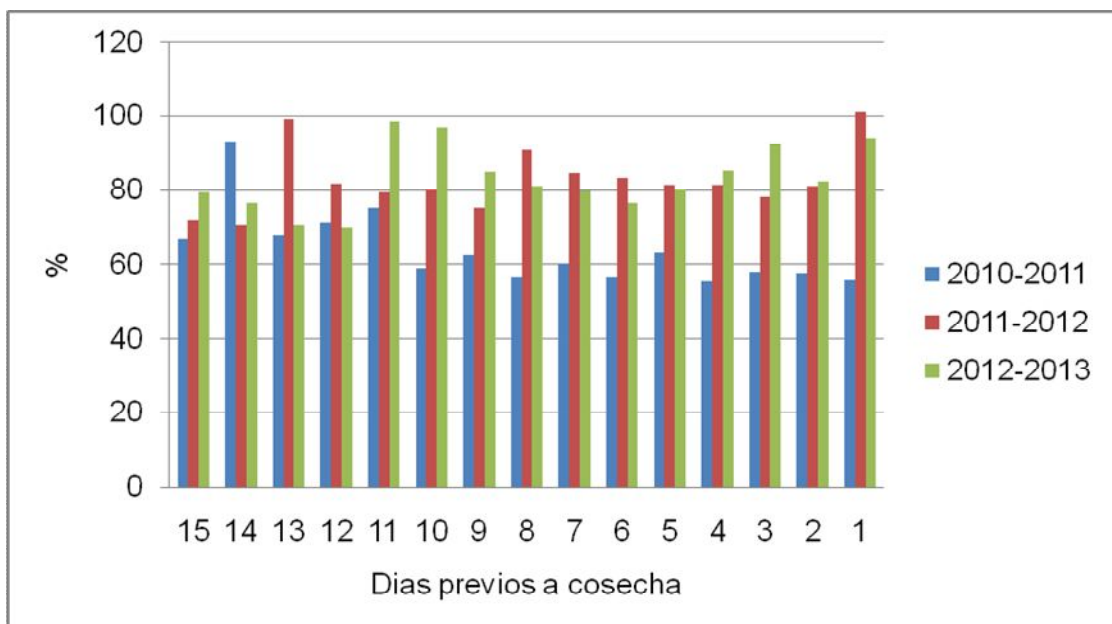


Figura 9. Humedad relativa media diaria (%) en las dos semanas previas a la cosecha, por temporada.

En cuanto a su relación con la incidencia de frutos manchados, ésta parece ser mayor a medida que los frutos son expuestos por mayores períodos a bajos valores de HR, fundamentalmente si esto ocurre los días previos a cosecha.

Considerando en forma conjunta los tres factores ambientales estudiados, se encuentra una asociación entre ellos y la incidencia del desorden. Durante el desarrollo del fruto, la menor ocurrencia de precipitaciones, las más altas temperaturas máximas y la menor humedad relativa en la primera temporada en estudio, especialmente en las dos semanas previas a la cosecha, se relacionaron con un mayor porcentaje de frutos manchados.

Se han reportado diferentes tipos de manchas, cuya aparición e incidencia se ha asociado a factores ambientales que promueven la deshidratación de la piel de los frutos previo a la cosecha. En el caso del picado de frutos de la mandarina 'Encore', el daño se observa en la parte expuesta del fruto, lo que se ha asociado a las altas radiaciones y temperaturas, que inducen a la deshidratación, plasmólisis y colapso celular. La radiación solar estaría involucrada en la alteración estructural de la cutícula, causando deshidratación localizada de la piel (Medeira et al., 1999). El colapso de la corteza descrito en naranja 'Navelate', se asocia a los cambios en la temperatura y humedad relativa al momento del cambio de color (invierno), que provocan diferencias en la tasa de evapotranspiración (Agustí et al., 2001). En estudios histológicos se ha detectado que la deshidratación de los frutos altera la morfología y estructura de las células del albedo que se convierten en amorfas, con falta de rigidez y formando grupos irregulares, apelmazados, en los que se pierde la estructura típica de malla esponjosa. La posterior transferencia de estos frutos a condiciones de alta HR provoca la aparición de grietas y fracturas en el tejido del albedo, y cuando avanzan las lesiones, se produce el colapso de las células superiores del flavedo (Alquezar et al., 2007).

Los cambios repentinos en la HR ambiente son característicos en las zonas climáticas donde se desarrollan los cítricos, provocando variaciones diurnas en el estado hídrico y en el potencial osmótico del fruto (Kaufman 1970, Albrigo 1977).

En relación a las lluvias, Ritenour et al. (2008) reportan que limitando el riego y la precipitación 49 días previos a la cosecha, se incrementa el 'peel breakdown' en pomelos.

En nuestros experimentos la presencia del desorden estuvo asociada a un período de alta temperatura, baja HR y muy escasas precipitaciones, más que a las variaciones en la temperatura y HR. Estas condiciones en conjunto sugieren que esos frutos sufrieron una deshidratación mayor de sus tejidos, especialmente de la piel, debido a que tenían menor disponibilidad de agua en el suelo, y condiciones de mayor evapotranspiración, lo que explicaría la mayor incidencia del manchado. Por lo tanto, las condiciones ambientales previas a la cosecha parecen estar determinando la susceptibilidad de los frutos a sufrir este desorden.

4.2. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRATAMIENTOS PRE-COSECHA EN LA INCIDENCIA DEL MANCHADO

La incidencia del manchado en la tercera temporada, fue prácticamente nula, independientemente de los tratamientos. En el experimento de aplicaciones de productos hormonales y antitranspirante, no se registró mancha luego de 30 días de almacenamiento en frío, por lo que no pudo analizarse el efecto de los tratamientos. Luego de 15 días de vida de mostrador, los frutos manchados provenientes de árboles control, alcanzaron apenas un 2,8 % del total. El tratamiento de 3,5,6-TPA incrementó en forma significativa el porcentaje de frutos manchados, aunque siempre en niveles relativamente bajos. Los restantes tratamientos no modificaron en forma significativa los resultados, aunque el GA₃ presentó una tendencia leve al aumento y el Pinolene® a una leve disminución (Cuadro 3). Dada la baja incidencia de frutos manchados, se consideró irrelevante el análisis de la severidad.

Cuadro 3. Incidencia de frutos manchados por tratamiento.

Tratamiento	Incidencia	
	Salida de cámara de frío	Vida de mostrador
Control	0	2,8 b ^z
GA ₃	0	5,3 ab
3,5,6-TPA	0	8,3 a
Pinolene®	0	1,9 b

^zLetras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$)

4.3. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN SELECTIVA DE PINOLENE® EN LA INCIDENCIA DEL MANCHADO

En ninguno de los tratamientos de aplicación de Pinolene® en ramas se logró disminuir la incidencia de frutos manchados, que naturalmente fue muy baja (3,2 % en las ramas control) y presentó una alta variabilidad entre las repeticiones (Anexo 3, 4). Además de la baja incidencia de manchado este año, la HR en las dos semanas previas a la cosecha superó el 80 %, por lo que es poco esperable una respuesta importante a la aplicación de un producto antitranspirante.

Las aplicaciones de productos hormonales y antitranspirantes se han utilizado a nivel mundial para el control de diferentes desórdenes fisiológicos de los cítricos. Agustí et al. (1997) afirman que la aplicación de Pinolene® (0,7 %) al momento del cambio de color logra reducir significativamente la incidencia del picado de la corteza ('peel pitting') de la mandarina 'Fortune', esto se debe a que disminuye la permeabilidad de la cutícula, evitando la pérdida excesiva de agua del fruto hacia la atmósfera. Anteriormente, Zaragoza et al. (1996) encontraron que la aplicación de nitrato cálcico (2 %) lograba reducir la incidencia del picado de la corteza de la mandarina 'Fortune', en mayor proporción que el Pinolene®, debido a la mayor capacidad de este producto para reducir la permeabilidad cuticular. Por otro lado la aplicación de 10 mg L⁻¹ de GA₃ mostró una leve tendencia a reducir la incidencia del picado, pero no de manera significativa, sugiriendo que el GA₃ retrasa la senescencia del tejido, pero no reduce la permeabilidad cuticular (Zaragoza et al., 1996).

En el caso del colapso de la corteza ('rind breakdown'), las aplicaciones de nitrato cálcico y antitranspirantes, capaces de reducir la pérdida de agua del fruto, son de respuesta limitada (Almela et al., 1999). Como alternativa al control químico, Agustí et al. (2003) proponen, luego de la cosecha, reducir la deshidratación de la fruta, minimizando el tiempo transcurrido entre la cosecha, el proceso de packing y la aplicación de cera, y en caso de que las demoras en el packing sean inevitables, o si la fruta requiere ser desverdizada, conservarla en condiciones de alta HR (90 %) y a temperaturas bajas.

5. CONCLUSIONES

La expresión del manchado en la piel de la mandarina Satsuma 'Okitsu' en los tres años de estudio, se relacionó con una menor ocurrencia de precipitaciones, mayores temperaturas máximas y menor humedad relativa durante el desarrollo del fruto.

Esta relación fue consistente en el período correspondiente al final de la fase II e inicio de la fase III de crecimiento y desarrollo del fruto, aproximadamente en las dos semanas previas a la cosecha.

La baja incidencia de frutos manchados el año de las aplicaciones de reguladores y antitranspirante, cuando las condiciones del clima no fueron favorables a la expresión, no permiten conclusiones sobre su posible efecto en el control del desorden.

6. RESUMEN

La citricultura uruguaya se destina principalmente a la exportación de fruta fresca a mercados de alta exigencia en calidad. Dentro de las mandarinas, el grupo Satsuma cuenta con el mayor número de plantas totales y en producción, alcanzando en el año 2014 las 104.845 toneladas. El cultivar 'Okitsu' es el de mayor importancia representando el 26 % de la producción. La aparición de manchas en la piel de los frutos durante el almacenamiento y transporte a los mercados de destino, es un problema causante de rechazos y reducción de los precios. En los últimos años ha aparecido en la piel de estas mandarinas, un manchado que se manifiesta entre 15 y 20 días después de la cosecha y que puede llegar a afectar, en años de alta incidencia, hasta un 50 % de los frutos. Comienza como una zona irregular de color marrón, con las glándulas de aceite en perfecto estado, que posteriormente se oscurece y deprime. A nivel microscópico, el inicio de la lesión celular puede observarse levemente durante la fase II del crecimiento del fruto, aproximadamente dos meses antes de la cosecha y se acentúa sobre la post-cosecha, aún sin síntomas macroscópicos. La información nacional sobre manchas de frutos cítricos durante la post-cosecha es muy limitada. En los últimos años se ha comenzado a investigar los factores endógenos y exógenos asociados a este desorden. Como la mayoría de los desórdenes fisiológicos que se manifiestan durante la vida post-cosecha se determinan previamente, los factores ambientales ocurridos durante el crecimiento y desarrollo afectan la susceptibilidad de la fruta, y por lo tanto condicionan la expresión del daño. Considerando que la presencia de la mancha puede deberse a un debilitamiento localizado en la piel del fruto, los tratamientos hormonales que la fortalezcan, pueden lograr disminuir la incidencia. Asimismo el manchado podría deberse a una pérdida de agua desde el fruto hacia la atmósfera y/o hacia el interior del árbol, por lo que su reducción puede limitar la incidencia. Los objetivos de este trabajo fueron: (1) estudiar la posible asociación entre la incidencia del manchado y las condiciones ambientales ocurridas durante las fases II y III del crecimiento y desarrollo del fruto de mandarina Satsuma 'Okitsu', y (2) evaluar el efecto de la aplicación de reguladores del desarrollo durante la fase II del crecimiento del fruto y de un anti-transpirante previo a la cosecha, en la incidencia y severidad del desorden. La presencia del manchado en la piel de la mandarina Satsuma 'Okitsu' en los tres años de estudio, se relacionó con una menor ocurrencia de precipitaciones, mayores temperaturas máximas y menor humedad relativa durante el crecimiento del fruto. Esta relación fue consistente en el período correspondiente al final de la fase II e inicio de la fase III de crecimiento y desarrollo del mismo, aproximadamente en las dos semanas previas a la cosecha. Durante la evaluación de los tratamientos químicos aplicados en pre-cosecha (tercera temporada), las condiciones ambientales no fueron favorables a la expresión, y

consecuentemente la incidencia del manchado fue prácticamente nula, independientemente de los tratamientos, por lo que no es posible concluir sobre su posible efecto en el control del desorden.

Palabras clave: Cítricos; Desórdenes fisiológicos; Post-cosecha; Satsuma; Factores ambientales.

7. SUMMARY

Uruguayan citrus mainly exports fresh fruit to highly quality demanding markets. Among the mandarins, the group Satsuma has the largest number of total plants and in production, reaching in 2014 the 104.845 tonnes. The cultivar 'Okitsu' is the most important accounting for 26% of production. The appearance of spots on the skin of the fruit during storage and transport to the destination markets is a causative problem of rejects and lower prices. In recent years he has appeared on the skin of these mandarins, a spotting that occurs between 15 and 20 days after harvest and that may affect, in years of high incidence, up to 50% of the fruit. It begins as an irregular brown area and keeping the oil glands in perfect condition, which subsequently darkens and depresses. At the microscopic level the onset of cell injury can be seen slightly during phase II of fruit growth, approximately two months before harvest and is accented on the post-harvest, even without macroscopic symptoms. National data on citrus fruit stains during post-harvest is very limited. In recent years it has begun to investigate the endogenous and exogenous factors associated with this disorder. Like most physiological disorders that occurs during post-harvest life, previously determined, environmental factors occurring during the growth and development that affects the susceptibility of the fruit, determining the expression of damage. Whereas the presence of the stain may be due to a localized weakening of the fruit skin, hormonal treatments that strengthen may reduce the incidence; staining could also be due to loss of water from the fruit to the atmosphere and / or into the tree, so its reduction may limit the incidence. The objectives of this study were: to study the possible association between the incidence of spotting and environmental conditions occurring during phases II and III of the growth and development of Satsuma mandarin fruit 'Okitsu' and to evaluate the effect of regulators application developed during Phase II of fruit growth and a pre-harvest in the incidence and severity of the disorder anti-perspirant. The presence of stained skin of Satsuma 'Okitsu' mandarin in the three years of study was associated with a lower occurrence of rainfall, higher maximum temperatures and lower relative humidity during fruit growth. This relationship was consistent in the corresponding period at the end of phase II and phase III initiation of growth and development of it, approximately two weeks before harvest. During the evaluation of the pre-harvest chemical treatments (third season), the weather conditions were not favorable, and consequently the incidence of spotting was virtually nil, regardless of treatment, so it is not possible to conclude on the possible effect in controlling the disorder.

Keywords: Citrus; Physiological disorders; Post-harvest; Satsuma;
Environmental factors.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Abdalla, K. M. 1984. Anatomical aspects of creasing development in citrus rind. *Proceedings of the International Society of Citriculture*.1: 267-271.
2. Agustí, M. 1996. Alteraciones fisiológicas de los frutos cítricos. *In: Jornadas Agrícolas y Comerciales (13as., 1996, Huelva, España)*. Actas. s.n.t. pp. 2-14.
3. _____.; Almela, V.; Zaragoza, S.; Gazzola, R.; Primo-Millo, E. 1997. Alleviation of peel-pitting of 'Fortune' mandarin by the polyterpene pinolene. *Journal Horticultural Science*. 72(4): 653- 658.
4. _____.; _____.; Juan, M.; Alférez, F.; Tadeo, F. R.; Zacarías, L. 2001. Histological and physiological characterization of Rind Breakdown of 'Navelate' sweet orange. *Annals of Botany*. 88: 415-422.
5. _____.; _____.; _____.; Masejo, C.; Martínez-Fagúndez, A. 2003. Rootstock influence on the incidence of rind breakdown in 'Navelate' sweet orange. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 78: 554-558.
6. _____. 2003. *Citricultura*. 2ª. ed. Madrid, Mundi-Prensa. 422 p.
7. Albrigo, L. G. 1977. Comparision of some antitranspirants on orange tree and fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 102: 270-300.
8. Alférez, F.; Agustí, M.; Zacarías, L. 2003. Postharvest rind staining in navel oranges is aggravated by changes in storage relative humidity; effect on respiration, ethylene production and water potential. *Postharvest Biology and Technology*. 28: 143-152.
9. _____.; Burns, J. K. 2004. Postharvest peel pitting at non chilling temperatures in grapefruit is promoted by changes from low to high relative humidity during storage. *Postharvest Biology and Technology*. 32: 79-87.
10. _____.; _____.; Zacarías, L. 2004. Postharvest peel pitting in citrus is induced by changes in relative humidity. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 177: 355-358.

11. _____.; Zacarías, L.; Burns, J. K. 2005. Low relative humidity at harvest and before storage at high humidity influence the severity of postharvest peel pitting in citrus. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 130(2): 225-231.
12. _____.; Alquezar, B.; Burns, J. K.; Zacarías, L. 2010. Variation in water, osmotic and turgor potential in peel of 'Marsh' grapefruit during development of postharvest peel pitting. *Postharvest Biology and Technology*. 56: 44-49.
13. Almela, V.; Agustí, M.; Juan, M.; Zaragoza, S. 1999. Colapso de la corteza de la naranja 'Navelate'. Posibilidades de control. *Acta Horticulturae*. no. 26: 217-222.
14. Alquezar, B.; Masejo, C.; Agustí, M.; Zacarías, L. 2007. Caracterización morfológica y estructural de la alteración 'el colapso de la corteza' durante la conservación postcosecha de frutos de la naranja 'Navelate'. *Levante Agrícola*. 410: 403-415.
15. Apraia, M. L.; Kahn, T. L.; El-Otmani, M.; Coggins, C. W.; De Mason, D. A. 1991. Pre-harvest rindstain of 'Valencia' orange; histochemical and developmental characterization. *Scientia Horticulturae*. 46: 261-274.
16. Cohen, E.; Shalom, Y.; Rosenberg, I. 1990. Postharvest ethanol buildup and off-flavor in 'Murcott' tangerine fruits. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 115(5): 775-778.
17. Cronje, P. J. R.; Barry, G. H.; Huysamer, M. 2011a. Fruit position during development of 'Nules Clementine' mandarin affects the concentration of K, Mg and Ca in the flavedo. *Postharvest Biology and Technology*. 130: 829-837.
18. _____.; _____.; _____. 2011b. Postharvest rind breakdown of 'Nules Clementine' mandarin is influenced by ethylene application, storage temperature and storage duration. *Postharvest Biology and Technology*. 60: 192-201.
19. Duarte, A. M. M.; Guardiola, J. L. 1995. Factors affecting rind pitting in the mandarin hybrids 'Fortune' and 'Nova'. The influence of exogenous growth regulators. *Acta Horticulturae*. no. 379: 59-67.

20. Eaks, I. L. 1968. Rind disorders of oranges and lemons in California. *In*: International Citrus Symposium (1st., 1968, Riverside, California, USA). Proceedings. Riverside, University of California. pp. 1343-1354.
21. García-Luis, A.; Agustí, M.; Almela, V.; Romero, E.; Guardiola, J. L. 1985. Effect of gibberellic acid on ripening and peel puffing in 'Satsuma' mandarin. *Scientia Horticulturae*. 27: 75-86.
22. Gledes, R. 2008. Factores predisponentes a los desordenes fisiológicos en frutos cítricos en la región de Valparaíso. Tesis Ing. Agr. Valparaíso, Chile. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 92 p.
23. Gómez Ugarte, P. T. 1984. Características de los limones y factores de huerto que incidirían en el desarrollo de peteca. Tesis Ing. Agr. Santiago de Chile, Chile. Universidad de Chile. 76 p.
24. Gravina, A. 1998. Producao de citros para exportacao no Uruguai. *In*: Seminario Internacional de Citros; Tratos Culturais (5^o., 1998, Bebedouro, Sao Paulo, Brasil). Anais. s.n.t. pp. 273-278.
25. Guardiola, J. L.; Agustí, M.; Barberna, J.; Sanz, A. 1981. Influencia del acido giberelico en la maduración y senescencia del fruto de la mandarina Clementina (*Citrus reticulata*, Blanco). *Revista de Agroquímica y Tecnologia de Alimentos*. 21(2): 225-239.
26. Henroid, R. E. 2006. Postharvest characteristics of navel oranges following high humidity and low temperature storage and transport. *Postharvest Biology and Technology*. 42: 57-64.
27. Holtzhausen, L. C. 1981. Creasing; formulating a hypothesis. *Proceedings International Society of Citriculture*. 1: 201-204.
28. INTA (Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria, AR). 1996. Manual para productores de naranja y mandarina de la Región del Río Uruguay. Concordia, Entre Ríos, Argentina. cap. 13, pp. 5-9.
29. Jones, W. W.; Embleton, T. W.; Garber, M. J.; Cree, C. B. 1967. Creasing of orange fruit. *Hilgardia*. 38: 231-244.

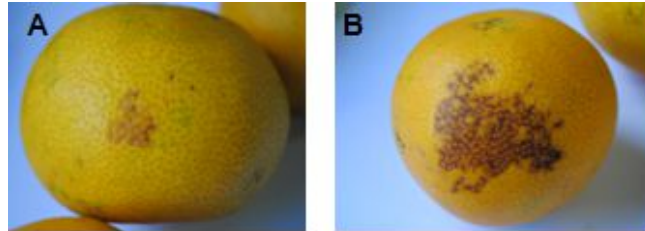
30. Kaufman, M. R. 1970. Extensibility of pericarp tissue in growing citrus fruits. *Physiology of Plants*. 46: 778-781.
31. Lafuente, M. T.; Sala, J. M. 2002. Abscisic acid levels and the influence of ethylene, humidity and storage temperatures on the incidence of postharvest rindstaining of 'Navelina' orange fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 25: 49-57.
32. _____; Zacarías, L. 2006. Postharvest physiological disorders in citrus fruits. *Stewart Postharvest Review*. 1: 1-9.
33. Medeira, M. C.; Maia, M. I.; Vitor, R. F. 1999. The first stages of pre harvest 'Peel Pitting' development in 'Encore' mandarin. *Annals of Botany*. 83: 667-673.
34. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2006. Encuesta cítrica 'primavera 2006'. Montevideo. 38 p. (Encuestas no. 246).
35. _____. _____. 2014. Encuesta cítrica 'primavera 2014'. Montevideo. 17 p. (Encuestas no. 325).
36. Mulas, M.; Lafuente, M. T.; Zacarias, L. 1996. Postharvest temperature conditioning and chilling effects on flavonoid lipid composition of 'Fortune' mandarin. *Proceedings International Society of Citriculture*. 2: 1132-1135.
37. Palacios, J. 2005. *Citricultura*. Buenos Aires, Alfa Beta. 518 p.
38. Pantastico, E. B.; Soule, J.; Grierson, W. 1968. Chilling injury in tropical and subtropical fruits: limes and grapefruit. *American Society for Horticultural Science*. 12: 171-183.
39. Petracek, P. D.; Wardowski, W. F.; Brown, G. E. 1995. Pitting of grapefruit that resembles chilling injury. *Hortscience*. 30(7): 1422- 1426.
40. _____.; Dou, H.; Pao, S. 1998a. The influence of applied waxes on postharvest physiological behavior and pitting of grapefruit. *Postharvest Biology and Technology*. 14: 99-106.
41. _____.; Montalvo, L.; Dou, H.; Davis, C. 1998b. Pitting in 'Fallago' tangerine. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 123(1): 130-135.

42. Porat, R.; Weiss, B.; Cohen, L.; Daus, A.; Aharoni, N. 2004. Reduction of postharvest rind disorders in citrus fruit by modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*. 33: 35-43.
43. Riteneur, M. A.; Boman, B. J.; Burns, J. K.; Hu, C.; Contina, J. B. 2008. Effect of pre- and postharvest factors on fresh grapefruit peel breakdown. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 121: 322-325.
44. Storey, R.; Treeby, M. T. 1994. The morphology of epicuticular wax and albedo cells of orange fruit in relation to albedo breakdown. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 69: 329-338.
45. Syvertsen, J. P.; Graham, J. H. 1985. Hydraulic conductivity of roots, mineral nutrition, and leaf gas exchange of citrus rootstocks. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 119: 865-870.
46. Telias, A.; Gambetta, G.; Arbiza, H.; Franco, J.; Gravina, A.; Rivas, F.; Espino, M. 2002. 'Creasing' en naranja 'Washington' navel en Uruguay. Incidencia, severidad y control. *Agrociencia (Montevideo)*. 6(2): 17-24.
47. Undurranga, M. P.; Olaeta, C.; Retamales, A. J.; Brito, P. A. 2006. Effect of dipping in calcium solutions on peteca (rind pitting) in lemons and limes, harvested after a rainfall and cold stored. *Agricultura Técnica (Chile)*. 66: 3-12.
48. Van Rensburg, P. J. J.; Cronje, J.; Joubert, J.; Gambetta, G.; Bruwer, M. 2004. Factors influencing rind breakdown in citrus fruit. *Proceedings of the International Society of Citriculture*. 2: 1051-1061.
49. Vercher, R.; Tadeo, F. R.; Almela, V.; Zaragoza, S.; Primo-Millo, E.; Agustí, M. 1994. Rind Structure, epicuticular wax morphology and water permeability of 'Fortune' mandarin fruits affected by peel pitting. *Annals of Botany*. 74: 619-625.
50. Yehoshua, S. B.; Peretz, J.; Moran, R.; Lavie, B.; Kim, J. J. 2001. Reducing the incidence of superficial flavedo necrosis (noxan) of 'Shamouti' oranges (*Citrus sinensis*, Osbeck). *Postharvest Biology and Technology*. 22: 19-27.

51. Zaragoza, S.; Almela, V.; Tadeo, F. R.; Primo-Millo, E.; Agustí, M. 1996. Effectiveness of calcium nitrate and GA3 on the control of peel-pitting of 'Fortune' mandarin. *Journal of Horticultural Science*. 71: 321-326.

9. ANEXOS

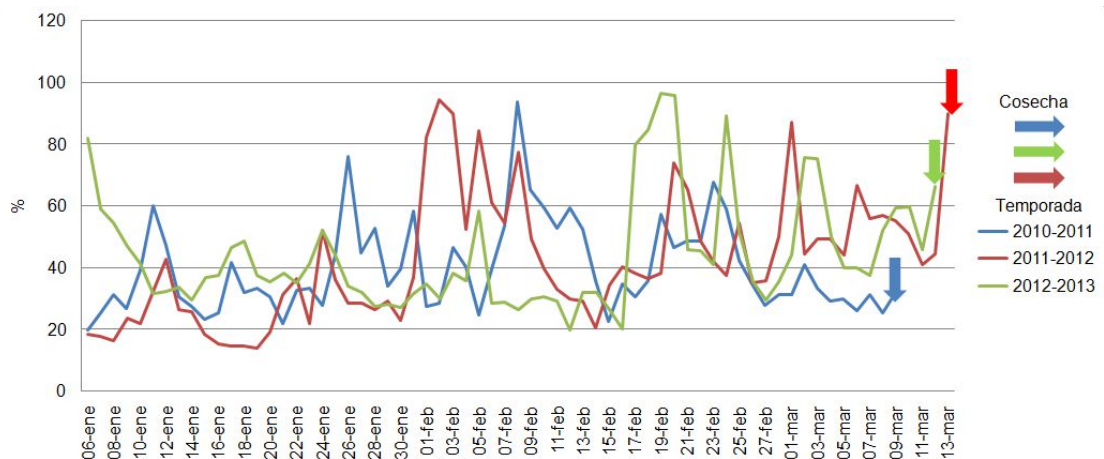
Anexo 1. Frutos de mandarina Satsuma 'Okitsu' con manifestación del manchado post-cosecha: a los 15 días (A) y a los 30 días (B) de almacenamiento. Foto gentileza de Zócalo, P.



Diferentes grados de severidad (de izquierda a derecha): hasta 5 % de la superficie manchada, 2- entre 5-15 % y 3- más de 15% del manchado.



Anexo 2. Humedad relativa mínima ocurrida por temporada. La flecha indica el día de la cosecha.



Anexo 3. Efecto de la aplicación selectiva (a frutos, a hojas, o a frutos y hojas) del antitranspirante Pinolene®, en el manchado de frutos, luego de 30 días de frío y 15 días de vida de mostrador.

Tratamientos	Repetición	No. de frutos totales por rama	No. de frutos manchados	Frutos manchados (%)
Control	1	11	0	0
	2	10	0	0
	3	10	2	20
	4	20	0	0
	5	12	0	0
A frutos	1	20	0	0
	2	20	1	5
	3	14	1	7,1
	4	22	0	0
	5	11	1	9,1
A hojas	1	13	2	15,4
	2	17	3	17,6
	3	12	2	16,7
	4	10	0	0
	5	14	0	0
A frutos y hojas	1	17	2	11,8
	2	17	0	0
	3	13	0	0
	4	12	0	0
	5	17	5	29,4

Anexo 4. Efecto de la aplicación selectiva (a frutos, a hojas, o a frutos y hojas) del antitranspirante Pinolene®, en el manchado de frutos, luego de 30 días de frío y 15 días de vida de mostrador. Incidencia y error estándar.

Tratamientos	Incidencia (%)	Error estándar
Control	3,2 ns ²	2,2
A frutos	3,5	2
A hojas	10,6	3,8
A frutos y hojas	9,2	3,3

²No significativo ($p \leq 0,10$)