

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**INCIDENCIA DEL QUEMADO DEL SOL EN ESCALDADO DE FRUTA
GRANNY SMITH**

por

Gonzalo RAMBALDUCCI PARODI

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2015**

Tesis aprobada por:

Director: _____
MSc Vivian Severino

PhD Mercedes Arias

MSc Danilo Cabrera

Fecha: 27 de noviembre de 2015

Autor: _____
Gonzalo Rambalducci Parodi

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía por darme la posibilidad de ser profesional.

A los productores de los distintos predios por brindar sus plantaciones para la realización de este trabajo.

A mi directora de tesis Vivian Severino por brindarme su tiempo, paciencia y dedicación para realizar el presente trabajo.

A mi familia por el incondicional apoyo en el transcurso de mi carrera desde el primer día hasta el último siempre apoyándome.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	V
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD GRANNY SMITH Y PRODUCCIÓN EN URUGUAY DE LA VARIEDAD.....	2
2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA PLANTA GRANNY SMITH.....	3
2.3. PORTA INJERTOS UTILIZADOS.....	3
2.3.1. <u>Porta injerto M9</u>	4
2.3.2. <u>Porta injerto M7</u>	5
2.4. ÍNDICE DE MADUREZ DE LA VARIEDAD GRANNY SMITH.....	5
2.5. QUEMADO DE SOL EN GRANNY SMITH.....	6
2.5.1. <u>Manejos para el control de quemado del sol</u>	7
2.6. ESCALDADO DE LA FRUTA GRANNY SMITH.....	8
2.6.1. <u>Factores que influyen al desarrollo del escaldado</u>	9
2.6.2. <u>Prevención y control del escaldado</u>	9
2.6.3. <u>Situación actual respecto del uso de productos antiescaldantes</u> ..	11
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	12
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	14
4.1. EVALUACIÓN DEL ESCALDADO.....	18
5. <u>CONCLUSIONES</u>	21
6. <u>RESUMEN</u>	22
7. <u>SUMMARY</u>	23
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	24

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Valores de los parámetros indicadores de la cosecha según destino de la fruta.....	5
2. Datos de las distintas plantaciones	12
3. Quemado de sol en cosecha para las cuatro situaciones analizadas.	14
4. Porcentaje de fruta verde y con algún grado de quemado para las plantaciones 1 a 3	15
5. Comparativo en porcentajes de escaldado para todas las plantaciones en función de los distintos criterios de evaluación.....	18

Figura No.	
1. Distribución de quemado en frutos de manzana Granny Smith para las distintas plantaciones.	15
2. Distribución de la intensidad del quemado en porcentajes para las plantaciones 1 a 3.....	16
3. Porcentaje de escaldado en función de los distintos criterios utilizados para las distintas plantaciones: fruta sin quemado, fruta con quemado leve, fruta con quemado severo.....	19

1. INTRODUCCIÓN

La manzana Granny Smith fue descubierta en 1850 en Nueva Gales del Sur por Thomas y Mary Ann Smith. A partir de su descubrimiento dicha variedad es difundida a nivel mundial, siendo la tercera variedad más difundida en el mundo, luego de Red Delicious y Golden Delicious (INTA, 2012).

En Uruguay el área destinada a plantaciones de manzanas es de 3.347 ha, de las cuales 370 ha (11% de la superficie total) son ocupadas por la variedad Granny Smith (MGAP. DIEA, 2013).

El consumo de fruta per cápita en Uruguay asciende a 15 kg de manzana por año. Este volumen de consumo determina que la viabilidad del negocio requiera del fortalecimiento de la exportación de fruta, para lo cual se deben alcanzar estándares de calidad de mayor exigencia que los establecidos en el mercado interno. Uruguay puede acceder a esos mercados exigentes, siempre que se logre obtener una fruta con los estándares de calidad exigidos por los países compradores. “El plan estratégico de desarrollo para la fruticultura” establece la necesidad del fortalecimiento y búsqueda de distintos caminos que colaboren al desarrollo de la exportación, siendo esta la clave para dar crecimiento y viabilidad al sector frutícola (MGAP. DIGEGRA, 2013). Es por esto que se hacen muy importantes los estudios sobre la evolución del quemado y las posibles estrategias para reducir el daño.

La calidad de la fruta está determinada por las características físicas y químicas durante el período de cosecha que determinan también la capacidad de conservación del producto.

El objetivo de esta tesis es determinar la incidencia del escaldado luego de la conservación frigorífica en función del grado de quemado de sol en cuatro situaciones productivas de manzana Granny Smith ubicadas en el departamento de San José, Uruguay.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD GRANNY SMITH Y PRODUCCIÓN EN URUGUAY DE LA VARIEDAD

La variedad Granny Smith está representada por un total de 251.000 plantas en el Uruguay, que ocupan una superficie de 375 ha. El rendimiento promedio por planta es de 28 kg y representa un 16% de la producción total de manzanas del país, siendo la variedad de mayor rendimiento. Una particularidad de la variedad Granny Smith es que muchos productores la utilizan como variedad polinizadora (MGAP. DIEA, 2013).

Es una variedad que presenta un vigor importante, por lo que debe ser considerada la combinación de un porta injerto de alto vigor también; se obtendrá una planta excesivamente vigorosa, con muchos crecimientos vegetativos que no estarían aportando a la productividad, sino disminuyéndola (Yuri et al., 2010).

En relación a su comportamiento sanitario cabe destacar que es una variedad susceptible a sarna (*Venturia Inaequalis*) y por otra parte presenta cierta resistencia a oídio (*P. Leucotricha*), es muy resistente a mancha foliar de “Gala” y por lo contrario muy susceptible a pudrición amarga (*G. Cingulata*), según Ansino y Denardi (2006).

En una primer etapa de crecimiento el árbol tiene un destacado desarrollo vegetativo, donde emite grandes ramas largas, con cierta flexibilidad, que dada la fructificación presente en la misma le permite que logre “cierto” arqueado de forma natural. Es una variedad que se adaptó muy bien a nuestras condiciones climáticas, lo que hace lograr altos rendimientos y en pocos años se puede llegar a su potencial máximo de producción. Esta característica es muy atractiva dadas las limitantes presentadas por otras variedades, que alcanzan rendimientos inferiores a los alcanzados en los principales países productores como Estados Unidos, Argentina o Chile, donde rendimientos de 70 ton/ha son comunes, sin embargo comparadas con el promedio nacional 21 ton/ha, es muy bajo respecto al de otras regiones (MGAP. DIEA, 2013).

El fruto es de color verde y presenta lenticelas blancas características de la variedad. La presencia de estas depende en gran medida del clima y de la incidencia solar que tenga la fruta. El color verde es característico de la variedad y a su vez una de la más preciadas por el consumidor.

Presenta un tamaño de fruto medio a grande, forma uniforme de cono alargado y excelente calidad de consumo. El color blanco de la pulpa con estrías verdes, pulpa de consistencia firme crocante, succulenta, con un sabor ácido, son características que definen perfectamente a un fruto de la variedad Granny Smith (Ansino y Denardi, 2006).

2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA PLANTA GRANNY SMITH

La planta presenta un vigor importante definiéndose entre medio a moderado, es una planta bien ramificada, de porte erecto con ramas abiertas y hojas grandes. Presenta un alto vigor bien adaptada a las condiciones de nuestro país, siendo muy productiva.

Estudios realizados por Severino et al. (2012) muestran que en regiones con reducida oferta de frío invernal son necesarios tratamientos de quiebre de dormancia de yemas.

La floración de esta variedad va generalmente desde el inicio del mes de octubre hasta finales del mismo mes en regiones más templadas como lo es Uruguay. En regiones más frías pueden encontrarse floraciones anteriores a octubre, básicamente en el mes de setiembre, según Ansino y Denardi (2006).

Los frutos son de tamaño medio a grande, de forma redonda-cónica y simétricos, presentan una epidermis s de coloración verde, lisa y con poco raset; presentan una película bastante cerosa, principalmente se manifiesta cuando se guardan en temperaturas no muy bajas. La pulpa es blanca, presenta algunas estrías verdes, es crocante, firme y con un sabor ácido que la caracteriza. Una particularidad de esta variedad es que luego de la cosecha (unos meses después) la fruta toma un sabor mayor debido al rebalanceo de los niveles de sólidos solubles/acidez. En lo que refiere a la conservación de los frutos en cámaras de frío, es muy buena, debiendo tener en cuenta en la conservación manejos para prevenir y/o disminuir la incidencia de escaldado en fruta (Soria, 1998).

2.3. PORTA INJERTOS UTILIZADOS

Como se adelantaba, es muy importante escoger el porta injerto adecuado para la variedad en cuestión.

En primer lugar, las características genéticas de la raíz son sumamente importantes, ya que estas determinan: el grado de vigor; la tolerancia a diferentes tipos de suelo y ambiente; la resistencia a las enfermedades del suelo, a los insectos y otras plagas; la compatibilidad con la variedad; la asimilación y equilibrio de nutrientes; y finalmente factores tales como la calidad del fruto a la cosecha (Westwood, 1982).

El porta injerto, llamado muchas veces “pie”, puede cambiar el comportamiento de una misma variedad, desarrollando aquellas virtudes de la propia variedad que, combinadas con un porta injerto determinado, pueden estar expresando una excelente cualidad, que al poner la variedad con otro pie no le permite expresarse o queda camuflada. Se puede encontrar una diferencia de hasta un 50% o más entre los

rendimientos del mismo cultivar sobre diferentes porta injertos. El porta injerto puede afectar de diversas maneras; es así que no solo afecta el rendimiento del árbol, sino que también modifica el rendimiento por unidad de tamaño del árbol. Otro cambio que podemos observar es en la calidad del fruto, aunque ya no se encuentran diferencias tan marcadas. Westwood (1982) manifiesta que los efectos más corrientes del porta injerto en la calidad del fruto son las diferencias en consistencia, en los niveles de ácidos orgánicos y en el contenido de azúcares.

Por tanto, como se habla del alto vigor de la variedad Granny Smith, es justificable el uso de porta injertos de menor vigor en situaciones en las que se procure un volumen de árbol no muy excesivo.

Los porta injertos más utilizados mundialmente son: MM104, MM106, MM109 en Australia Occidental en suelos pobres o de replante, MM106, M9 y M26 son los más usados en este país. Por otra parte, en Francia se observan mayormente los porta injertos M9 (Chapper et al., 2003).

En la variedad Granny Smith el calibre del fruto no suele ser una limitante productiva de importancia, ya que por lo general posee una cualidad de “autoajuste” del número de frutos, y en este caso no se observan grandes diferencias con el cambio de porta injerto en lo que refiere al calibre de los frutos.

Barritt et al. (1997) mencionan cómo influyen los porta injertos sobre el tamaño de la fruta, sobre su calidad al momento de cosecha y también sobre la calidad de almacenaje. Todos los porta injertos estudiados han reportado algunas diferencias en tamaños de fruta, en el contenido de sólidos solubles, carbohidratos, tiempo de maduración, en calidad de fruto al almacenaje y la tasa de respiración, tanto en cosecha como en almacenaje.

Según Westwood (1982) los porta injertos enanizantes del manzano (M27, M9, M26, M7, MM106) necesitan normalmente una guía para la planta, ya sea tutor o una espaldera de alambre, principalmente en sus primeros años de implantación y hasta la formación de la planta, ya que se espera con ello reducir el tiempo de llegar a la producción máxima del cultivo. Estos porta injertos son conocidos por sus raíces frágiles, lo que le da un escaso anclaje, por ello la importancia de la estructura que acompaña al cultivo en el caso de usar dichos porta injertos.

2.3.1. Porta injerto M9

Es un porta injerto que confiere un vigor equivalente al 30-50% del que confiere el pie franco a las variedades injertadas sobre él. Puede ser usado en sistemas de alta densidad pero es exigente en cuanto al tipo de suelo. Este debe ser fértil, de textura media y bien drenada (Motta, 1990).

La calidad de la fruta es buena, de buen tamaño, principalmente en los primeros años. Adelanta la cosecha de la fruta en 7 u 8 días con respecto a otros porta injertos pero aparentemente induce una menor conservación en frío (Motta, 1990). Loreti y Gil (1994) agregan además otras características, como una forma algo redondeada, con frutos de pulpa consistente y una buena coloración roja de la cáscara.

Resiste bien la podredumbre del cuello y es sensible al pulgón lanígero. Las variedades estándar y tipo spur de Red Delicious tienen tendencia a presentar rebrotes de la variedad cuando se injertan sobre M9. La compatibilidad con la mayoría de las variedades es buena, aunque se manifiesta un sobre crecimiento de la variedad (Motta 1990, Loreti y Gil 1994).

2.3.2. Porta injerto M7

Es un porta injerto seleccionado en East Malling (Inglaterra) que confiere a la variedad injertada sobre él un vigor equivalente al 55-75% del que confiere el pie franco. Se desarrolla bien en una amplia gama de suelos pero no soporta suelos demasiado livianos y sin riego. Es bastante resistente a la asfixia radical y de tolerancia muy irregular a la podredumbre del cuello. Es sensible al pulgón lanígero. Es compatible con la mayoría de las variedades comerciales pero es muy propenso a emitir rebrotes del pie (Motta, 1990).

2.4. ÍNDICE DE MADUREZ DE LA VARIEDAD GRANNY SMITH

Los valores del índice de madurez que se utilizan como criterio de cosecha varían según el destino de la fruta donde se marcan distintos parámetros según destinos de la misma (Cuadro 1). INIA establece algunos parámetros como recomendables para la fruta Granny Smith en el programa de producción integrada. Dichos parámetros surgen de una investigación en la cual fueron escogidos seis predios de la zona de Melilla, departamento de Montevideo, tomando 20 frutos por muestra. Los parámetros analizados fueron: firmeza de pulpa, sólidos solubles y almidón (test de yodo). Es de aquí que se concluyen los parámetros básicos a tener en cuenta según su destino.

Cuadro 1. Valores de los parámetros indicadores de la cosecha según destino de la fruta.

Destino	Presión (lbs.)	Sólidos solubles (°Brix)	Almidón (Test de Yodo)
Consumo	14	>10	2,5-3
Conservación	16	>10	2,5-3

Fuente: INIA (2003)

2.5. QUEMADO DE SOL EN GRANNY SMITH

El quemado de sol en sus diferentes niveles es uno de los desórdenes fisiológicos que históricamente ha causado grandes pérdidas económicas en los cultivos de manzana. Este desorden se ve incrementado con los cambios generados en distintos aspectos como son la utilización de porta injertos enanizantes, cambios en los sistemas de conducción en donde los frutos están cada vez más expuestos y la adopción de variedades sensibles (Yuri et al., 2010).

Los frutos se hacen susceptibles al daño cuando son bruscamente reposicionados y quedan expuestos a la radiación incidente, ya sea por la inclinación de ramas debido al peso de la fruta en crecimiento, por la realización de poda o por el sistema de conducción propiamente dicho. Por otra parte, el daño es menor cuando el fruto tiene tiempo para aclimatarse (Curry, 1996).

La alta radiación solar y las temperaturas elevadas provocan condiciones de estrés foto-oxidativo e incrementos en la temperatura del fruto, constituyendo los factores ambientales que determinan el desarrollo del síntoma de quemado de sol (Andrews y Johnson 1996, Schrader et al. 2003, Wunsche et al. 2004, Piskolczi et al. 2004, Yuri et al. 2010). El daño por sol puede manifestarse de dos maneras: la primera causa manchas de color marrón-negro y se da como consecuencia de la muerte de las células de la epidermis y las sub epidérmicas, daño que se produce por alcanzar la fruta temperaturas de $52\pm 1^{\circ}\text{C}$; la segunda es que la fruta presente un color amarillo-bronceado, en este caso las células no mueren y se produce cuando la fruta alcanza una temperatura entre $46-49^{\circ}\text{C}$. La producción nacional no es ajena a este desorden, y la variedad Granny Smith es de las variedades más sensibles (Severino et al., 2012).

El daño foto-oxidativo se da cuando frutos que crecen a la sombra son expuestos al sol (Schrader et al., 2003). Las condiciones climáticas, factores de la plantación y otros propios de cada variedad determinan la sensibilidad del fruto a la expresión del daño.

El daño de sol ocurre con temperaturas superiores a $28-32^{\circ}\text{C}$ y Schrader et al. (2003) proponen una temperatura de fruto base para el daño leve de 46 a 49°C y de 52°C para la ocurrencia de necrosis, este último independiente de la radiación incidente. La temperatura del fruto en su cara expuesta puede llegar a ser 18°C mayor a la del aire y 9°C mayor a la zona no expuesta al sol (Meheriuk et al., 1994).

Por otra parte, Yuri et al. (2000) plantean una serie de factores propios de la plantación y/o del fruto, que determinan la incidencia de daño. Resalta algunos factores como el estado hídrico, destacando como beneficiosos aquellos frutos bien hidratados por su capacidad de refrigeración. También hace referencia al vigor de la planta,

expresando que a mayor área foliar mayor será el sombreado de la fruta disminuyendo en cierta forma el quemado por el sol. Otro aspecto a destacar es la ubicación de las filas y su dirección en cuanto a la incidencia del sol: se debería intentar que le dé la misma cantidad de sol a ambos lados de la planta y evitar esas ubicaciones que generan muchas horas de sol directo sobre un lado de la planta y que contribuyen al quemado. También plantea la incidencia del viento como factor fundamental para reducir la temperatura del fruto.

2.5.1. Manejos para el control de quemado del sol

Hay muchas formas de controlar el golpe de sol en fruta. Una de ellas es el enfriamiento evaporativo, que consiste en un enfriamiento del fruto mediante el uso de agua aplicada con aspersores supra arbóreos, un sistema utilizado por décadas para el enfriamiento de manzanas. Es un sistema muy eficaz en la medida en que se realice una correcta planificación en cuanto a caudales de agua, funcionalidad, etc. Es un método que no ha arrojado resultados muy significativos, seguramente debido a su manejo y/o diseño (Curry, 1996).

Otra técnica es el uso de mallas de sombra, estas están siendo probadas por muchos productores en el mundo como una alternativa más para la disminución del daño por golpe de sol. Algunos estudios realizados por Andrews y Johnson (1996) comparan fruta bajo malla de sombra, con el método de aspersión en altura y con fruta desprotegida. Encontraron que las hojas de la copa eran igualmente efectivas en enfriar la fruta como lo era la malla de sombra, donde enfatiza una importancia relativa en el manejo de la copa.

Andrews y Johnson (1996) hacen énfasis en la estructura del árbol: se refieren al método menos utilizado por los productores para la reducción de golpe de sol, que consiste en el diseño y arquitectura de la copa del árbol. Este método usa el diseño del cuadro frutal y la arquitectura natural del árbol para proteger la fruta de los rayos directos del sol. Esto puede lograrse ya sea planificando la orientación de las hileras al plantar o manejando la copa.

Numerosos protectores solares han sido probados en países fruticultores como Brasil, Chile, Argentina, EEUU, entre otros, algunos de los cuales han tenido una vida comercial aceptable. En la actualidad hay tres de ellos: Surround (caolina), Raynox (carnauba) y Eclipse (calcita). El más efectivo desde el punto de su reflectancia es el Surround, aunque tiene el inconveniente de ser fácilmente removido de la superficie de la fruta por lluvia y ramaleo debido a vientos. Eclipse es de reflectancia inferior, pero tiene mayor adhesividad a la fruta. Raynox, por su parte, presenta una menor efectividad en climas muy calurosos, pero tiene una gran adhesión a la piel; comercialmente se ha comportado bien en EEUU y Sudáfrica (Yuri, 2009).

2.6. ESCALDADO DE LA FRUTA GRANNY SMITH

Moggia (2002) plantea que el escaldado es considerado uno de los principales desordenes fisiológicos que se desarrolla durante el almacenaje o poco después de retirada la fruta de cámaras y en gran medida afecta a las manzanas. Entre ellas se ve altamente afectada la variedad Granny Smith.

Dicho desorden está asociado a la oxidación en almacenaje de un sesquiterpeno volátil denominado alfa-farneseno y se caracteriza por presentar en la fruta sectores o manchas pardas irregulares, que aparecen durante el almacenaje o a la salida de las cámaras, comprometiendo casi exclusivamente a las células hipo dermales.

Según Mondino et al. (2009), los síntomas que por lo general aparecen en manifiesto son manchas de forma irregular que pueden ser de color pardo claro o pardo oscuro, dependiendo del cultivar y la severidad del desorden. Por lo general el escaldado de la manzana se manifiesta luego de un almacenamiento prolongado mayor a tres meses, pudiendo manifestarse en la misma cámara o en los días posteriores a la retirada de la cámara.

En etapas muy tempranas del escaldado, el color pardo puede estar dado muy superficial, a veces puede estar afectando células de la hipodermis, pero a medida que avanza el escaldado sigue progresando a zonas más profundas. Por lo tanto el escaldado es el resultado de daño celular y/o muerte celular afectando las primeras capas celulares (Soria, 1998).

Una forma muy concreta de describir al escaldado es a través de sus tres estados principales, tal como los describe Moggia (1996).

El primer estado ocurre durante el primer y segundo mes, en los cuales comienza a aumentar un compuesto endógeno del tejido epitelial, llamado alfa-farneseno. Dicho compuesto no es conocido con claridad en cuanto a sus funcionalidades, pero se sabe que es un precursor de la síntesis de varias moléculas que incluyen el escualeno, componente de las membranas y antioxidante natural.

El segundo estado comienza cuando los niveles acumulados de alfa-farneseno empiezan a oxidarse produciendo una clase de compuestos conocidos como hidroperóxidos de trienos conjugados.

El tercer estado del escaldado comienza cuando el daño del tejido es lo suficientemente grande como para causar pardeamiento, este daño se agrava con el paso del tiempo y puede culminar con la muerte de la célula; es en este estado en donde podemos observar síntomas de diversa severidad dependiendo de la variedad, el largo

del almacenaje y las condiciones propias de la fruta, ya sea por lesiones, quemados del sol, etc.

Dentro de las variedades más susceptibles al escaldado encontramos la variedad Granny Smith, siendo aún más sensible cuando se cosecha en estado inmaduro.

2.6.1. Factores que influyen al desarrollo del escaldado

Según Curry (1996), los factores que favorecen al desarrollo del escaldado son: déficit hídrico, ya que existe una relación lineal entre el déficit hídrico y el escaldado, probablemente al influir sobre la cutícula de la fruta; altos niveles de nitrógeno (N) y bajos niveles de calcio (Ca), que por lo general presentan mayor desarrollo del escaldado; el estado de madurez de la fruta, ya que está comprobado que la susceptibilidad al desorden se ve muy influenciado por la época de cosecha, o mejor por el nivel de madurez del fruto.

Moggia (1996) expresa que el tamaño del fruto también es otro factor a considerar; frutos de mayor tamaño son más susceptibles a desarrollar el escaldado. Probablemente esto es explicado por la mayor cantidad de lenticelas y una menor superficie expuesta en relación al volumen, por lo que se ve disminuido el intercambio gaseoso.

Claramente tanto las condiciones climáticas como las temperaturas previas a la cosecha son otros factores que tienen influencia sobre el escaldado. En condiciones de veranos secos y calurosos en las últimas semanas previas a la cosecha van a determinar una mayor severidad del daño por escaldado, donde intervienen muchos factores importantes como la insolación, las precipitaciones, las temperaturas y la humedad relativa. Por lo tanto, en años donde semanas previas a la cosecha se da un clima húmedo y temperaturas frescas, existirá una menor tasa de crecimiento y se verá retrasada la aparición del síntoma (Moggia, 1996).

El quemado del sol es un factor muy importante a tener en cuenta; frutas con mayor exposición al sol y que al momento de la cosecha presenten algún grado de quemado serán muy propensas a sufrir escaldado.

2.6.2. Prevención y control del escaldado

Una manera de hacer prevención es a nivel de campo. Por un lado, determinar los niveles de humedad del campo en el desarrollo de la fruta, ya que de esa manera se estará favoreciendo a un buen desarrollo de la cutícula y mejorar o favorecer a la permeabilidad de la misma para obtener un buen intercambio gaseoso (Moggia, 1996).

Por otro lado, se debe conocer perfectamente el nivel de madurez, conocer su nivel de almidón, recomendándose un nivel de almidón de 3 (escala 1 inmaduro total; 6 maduro total) para la variedad Granny Smith (Curry, 1996).

Otra forma de actuar sobre el control del escaldado es en los tratamientos previos al almacenaje. Una práctica conocida es la aplicación de antioxidantes como lo es la Difenilamina (DPA). Dicho producto proporciona un control efectivo al escaldado en el almacenaje. El método de aplicación del DPA es mediante duchas previas al ingreso de la fruta a cámaras.

Llegando ya a controles y prevención a nivel de almacenajes se puede destacar el porcentaje de humedad relativa, ya que con niveles altos de 90-95% de humedad relativa se estaría contribuyendo a la reducción del escaldado, ya que se contribuiría con la eliminación de volátiles de la fruta. En lo que refiere a la composición atmosférica propiamente dicha se establecen valores de 0-2% de CO₂ y 1.5% de O₂, se estima que para Granny Smith existe un buen control sobre el escaldado con esos niveles de CO₂ y O₂ (Mondino et al., 2009).

Entre las últimas herramientas tecnológicas de pos cosecha se pueden mencionar el uso de atmósferas controladas dinámicas (ACD) y la aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP). La atmósfera controlada dinámica (ACD) consiste en mantener los niveles de oxígeno (O₂) en los límites mínimos tolerados por la fruta, para lo cual se monitorea mediante sensores y se ajustan periódicamente sus niveles. Los sensores de fluorescencia de la clorofila han demostrado ser efectivos en detectar el estrés debido a bajos valores de O₂ en manzanas, peras, bananas, mango, palta y diversos vegetales (Prange et al., 2003).

El uso comercial de la ACD solo ha sido evaluado en manzanas, especie en la cual favorece el mantenimiento de la firmeza, la acidez y reduce el desarrollo de algunas fisiopatías sin afectar la calidad sensorial de los frutos (Prange et al. 2003, Zanella et al. 2005, Candan et al. 2011).

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un inhibidor de la acción del etileno, que al ser un análogo estructural, tiene la propiedad de fijarse sobre el receptor e impedir así el acoplamiento del etileno al mismo. De esta forma, el 1-MCP inhibe la maduración del fruto. El 1-metilciclopropeno (1-MCP) (SmartFresh®) ha demostrado una gran efectividad en inhibir el etileno y retardar el proceso de maduración de frutos climatéricos. Su aplicación inmediatamente después de la cosecha reduce la producción de etileno y la respiración, disminuye la pérdida de firmeza y de acidez titulable y reduce la incidencia de escaldadura superficial. Su modo de acción es a través de la unión a los receptores, impidiendo la transmisión de la señal que sensibiliza los tejidos al etileno (Calvo, 2010b).

2.6.3. Situación actual respecto del uso de productos antiescaldantes

En los últimos años, los tratamientos con sustancias químicas en general están siendo cuestionados en los mercados más exigentes a los cuales se destina nuestra producción. En tal sentido, en los años 2011 y 2012 la comisión europea decidió excluir del listado de productos permitidos a la etoxiquina y la difenilamina. Luego de una serie de plazos legales, apelaciones, reevaluaciones, pedidos de uso de emergencia y aplazamientos, la temporada 2014 marcó el límite de uso para la difenilamina y según se espera la próxima temporada 2016 lo será para la etoxiquina. Los límites se redujeron a partir del 2 de febrero de 2014 a 0,1 mg/kg como tolerancia temporal por contaminación cruzada, válido hasta julio de 2015. A partir de esa fecha ya no habrá tolerancia permitida. Esta tolerancia temporal se debe a numerosos antecedentes de contaminación con DPA en frutos no tratados, ocasionada por la presencia del producto en las paredes de las cámaras frigoríficas, en los bines y en la línea de empaque (Calvo, 2010a).

Las posibles fuentes de residuos incluyen: volatilización de las paredes de las cámaras, cámaras que comparten un suministro de aire común con cámaras que almacenan fruta tratada con DPA, residuos de DPA en los bines, y la línea de empaque. Hay numerosos antecedentes de varias regiones productoras como Estados Unidos, Canadá e Israel, que mencionan la contaminación de DPA en frutos no tratados. Hasta el momento, ninguno de los métodos que se han evaluado para eliminar los residuos de DPA resultó efectivo y se observó una persistencia ambiental de este principio activo en todo tipo de superficies y suelos (Calvo, 2010b).

En cuanto a la etoxiquina, el LMR para peras era de 3 mg/kg en el mercado europeo para la campaña 2014, pero en la actualidad se dio baja definitiva e este producto. A diferencia de la DPA, no se han informado problemas de contaminación cruzada por este producto.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en cuatro plantaciones de manzanas Granny Smith, ubicadas en el departamento de San José, a 10 km de la ciudad de Libertad y distantes 3 km entre sí. Las plantaciones tienen un marco de plantación de 4,5 metros entre filas y 1,5 metros entre plantas, sus características son resumidas en el Cuadro 2.

Como se resume en el Cuadro 2, las plantaciones 1, 2 y 3 son plantas en plena producción, plantas de 9 años. Es un monte con buen desarrollo vegetativo y alta expresión de vigor. Son plantas de 3 metros de ancho y una altura promedio de 3,5 metros, a diferencia de la plantación 4 que son plantas de menor edad (4 años al momento de la evaluación) que se encuentran en formación, tienen un vigor menor a las plantaciones anteriores, son plantas de 2 metros de ancho y de altura promedio de 2.5 metros.

Cuadro 2. Datos de las distintas plantaciones

Plantación	Año de plantación	Orientación	Tratamiento	Conducción	Porta-ingerto
1	2005	N-S	Testigo	Fusetto	M7
2	2005	E-W	Testigo	Fusetto	M7
3	2005	N-S	Malla	Fusetto	M7
4	2010	N-S	Testigo	Solaxe	M9

Para todas las condiciones fue evaluada la incidencia de quemado de sol en la cosecha y posteriormente la presencia de escaldado en fruta con quemados de sol leves y sin quemados de sol por un período de guarda de la fruta de 165 días. La fruta fue cosechada en dos fechas: el 3 de marzo del año 2014 para las plantaciones 1, 2 y 3; y el 12 de abril del mismo año para la plantación 4. La evaluación fue realizada en un número superior a 20 plantas de cada plantación elegidas totalmente al azar.

La evaluación de la fruta en cosecha se realizó de acuerdo a los siguientes parámetros: verde, sin presencia de quemado; fruta con quemado leve y fruta con quemado severo. Una vez cosechado se colocan en envases plásticos, separados en las tres categorías a los que se les realizó un tratamiento con Difenilamina (DPA) a dosis de etiqueta 600 cc/100 l de agua. Posteriormente de tener la fruta separada y bañada se procede a guardar en cámara frigorífica de atmósfera convencional con temperatura media de $0^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y 85 - 90 % de humedad relativa para ser evaluada nuevamente al final de dicho período.

La variabilidad existente entre las plantaciones y las distintas metodologías de evaluación en cosecha no permiten analizar los datos de forma conjunta por lo que se

analizarán los datos que provienen de plantaciones de la misma edad incorporándose a la discusión los datos obtenidos de la cuarta plantación.

Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa estadístico SAS utilizando el procedimiento `frec` para las variables porcentajes de quemado y distribución de los tipos de quemado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar se analizará el quemado de sol en cosecha, aspecto para el cual se observaron resultados muy variables en las distintas situaciones analizadas (Cuadro 3 y Figura 1).

Cuadro 3. Quemado de sol en cosecha para las cuatro situaciones analizadas.

Plantación	Año de plantación	Orientación filas	Tratamiento	Conducción	Ingerito	Porcentaje de fruta verde	Porcentaje de quemado leve	Porcentaje de quemado severo	No. de plantas evaluadas
1	2005	N-S	Testigo	Fusetto	M7	59.9	28.2	11.9	40
2	2005	E-W	Testigo	Fusetto	M7	51.5	33	15.5	68
3	2005	N-S	Malla	Fusetto	M7	85.7	13.2	1.1	96
4	2010	N-S	Testigo	Solaxe	M9	31	34	35	20

Se observan tres situaciones respecto al nivel de quemado por el sol. Por un lado, la plantación 3, con un % de fruta verde que alcanza el 85%, corresponde a la plantación que tuvo colocado durante el período de evaluación una malla 50% de sombra. En segundo lugar la plantación con porcentajes entre 50 y 60% de fruta verde en sistema sin malla. Mientras que en la plantación 4 más de 70% de la fruta presenta quemado del sol (Figura 1).

En esta primera etapa del trabajo se pueden observar diferencias de porcentajes de quemado en función de la plantación. Si bien la metodología de cosecha no permitió realizar análisis estadísticos de todos los datos de forma continua, es remarcable el efecto positivo de la malla sobre el quemado de sol a cosecha así como el efecto negativo de la falta de vigor existente en la plantación 4.

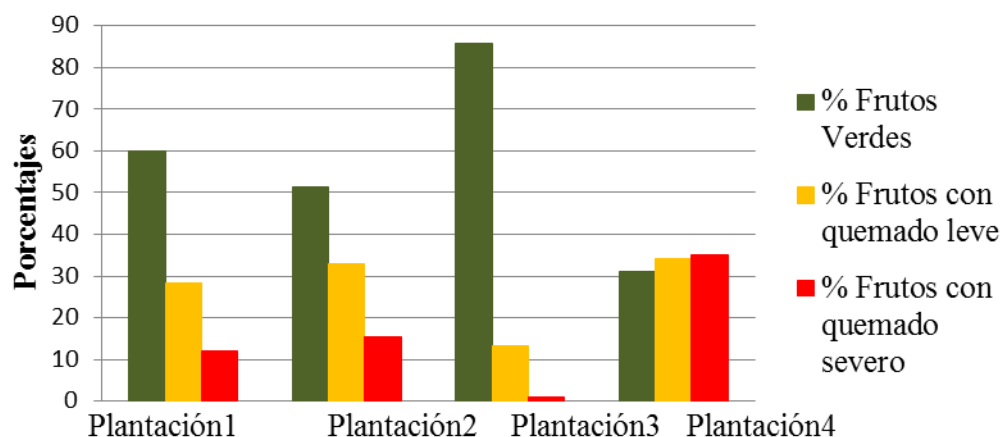


Figura 1. Distribución de quemado en frutos de manzana Granny Smith para las distintas plantaciones.

Los datos de las plantaciones 1 a 3 pudieron ser sometidos a la realización de análisis estadístico, por lo que a continuación (Cuadro 4, Figura 2) se presentan sus resultados sin incluir los correspondientes a la plantación 4.

Cuadro 4. Porcentaje de fruta verde y con algún grado de quemado para las plantaciones 1 a 3.

Plantación	Verde	Quemado	
2 M	51,46	48,54	a
1 T	59,9	40,1	b
3 T	85,7	14,3	c

La intensidad del quemado evaluada en cosecha para las situaciones productivas 1 a 3 también fue analizada estadísticamente, determinándose una diferencia significativa entre las frecuencias de daño de la situación bajo malla con respecto a las situaciones sin malla. Este análisis no detectó diferencias significativas para la distribución de los grados de quemado entre las situaciones sin protección y con diferente orientación (Figura 2).

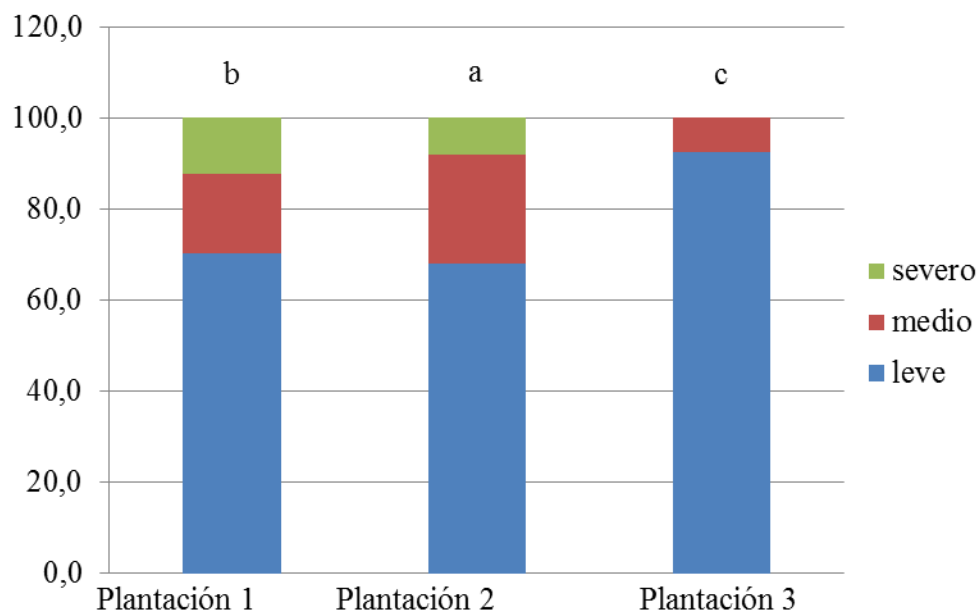


Figura 2. Distribución de la intensidad del quemado en porcentajes para las plantaciones 1 a 3.

En lo que refiere al año de plantación, como se observa en el Cuadro 3, las plantaciones 1, 2 y 3 tienen 9 años de implantadas y la plantación 4 tiene 4 años de implantación al momento de la evaluación.

El desarrollo de las plantas y los resultados obtenidos concuerdan con lo planteado por Andrews y Johnson (1996) sobre el canopy de la planta, donde plantean que en plantas con un correcto desarrollo y un correcto manejo de la copa se estaría contribuyendo en forma significativa al sombreado de la planta, lo que se puede relacionar con que la edad de la planta esté afectando de forma negativa en el caso de la plantación 4, ya que estaría recién llegando a la formación de la planta y sin alcanzar aún un desarrollo total de su copa.

La orientación de filas es un elemento mencionado por su influencia sobre el quemado de sol. Yuri et al. (2010) plantean entre otras cosas que la orientación de las filas es un factor muy importante, ya que se debe lograr que el sol tenga la menor incidencia en el cultivo, donde según sus criterios para nuestra región lo mejor serían plantaciones con orientación N-S. De acuerdo a los planteos de estos autores se debe lograr que la exposición de la fruta al sol esté repartida a lo largo del día, intentando que la mitad del día el sol tenga incidencia sobre un lado del árbol y la otra mitad del día el sol tenga incidencia sobre la otra mitad del árbol. De esta forma se estaría contribuyendo

a la disminución del quemado, ya que la fruta expuesta todo el día al sol tendría una mayor temperatura de fruto debido a su exposición directa y por tanto mayores niveles de quemado. Por tanto los resultados obtenidos se ajustan a lo esperado, observándose en plantaciones 1, 2 y 3 con un mismo manejo y porta injerto, los resultados muestran que el quemado en filas con orientación N-S es menor que en aquellas filas de orientación E-W (Figura 1). La diferencia existente con la plantación 4, que presentó un 50% más de quemado que la plantación 1 a una misma orientación de filas, estaría indicando que otros factores están influenciando aún más que la orientación de filas, como podría ser el porta injerto y/o el manejo de conducción y/o la condición de la plantación.

Observando los resultados obtenidos en las distintas plantaciones y considerando únicamente aquellas situaciones que pudieron analizarse estadísticamente, se ven diferencias significativas entre plantaciones: en la plantación 3, que tiene recubrimiento con malla de sombra 50%, se puede observar un aumento en cuanto a la fruta sin detalles de quemado por el sol de 25% con respecto al resultado de la plantación 1, que corresponde a la mejor situación entre las plantaciones sin malla sombreadora.

Estos resultados coinciden con los planteados por Yuri et al. (2000), donde expresa que el método de mallas de sombreado es una de las técnicas más eficientes junto al refrigerado por agua de la fruta. Por lo tanto, los datos obtenidos muestran una confirmación más, donde se comprueba que la malla de sombra es una técnica que ayuda a obtener mejores porcentajes de fruta verde sin quemados. No hay dudas de que para frutas de variedad Granny Smith el cubrir el cultivo con malla sombreada es una gran ventaja desde el punto de vista productivo, y no mostraría desventajas productivas como en alguna de las variedades de manzanas rojas donde puede cuestionarse la malla sombreada, ya que podría afectar de forma negativa al color rojo de la manzana debido a la menor incidencia de la luz, que determina en gran parte el color rojo de la fruta.

La intensidad del quemado puede deberse también a los efectos del porta injerto utilizado en cada caso, en forma indirecta afectando el vigor de la copa. Como fue analizado en la revisión, los porta injertos tienen ciertas características que los identifican. El porta injerto M9 tiene la característica de ser un porta injerto “enanizante”, es decir, que saca vigor a la variedad injertada. Por tanto, en la plantación 4 se buscó estratégicamente una combinación de una variedad de un alto vigor como lo es la Granny Smith con un pie que sea de bajo vigor.

La descripción planteada por Yuri et al. (2010) de los factores que estarían contribuyendo al quemado del fruto por el sol parece coincidir con los factores encontrados en la plantación 4, donde se obtuvieron mayores porcentajes de quemado por sol respecto a las otras plantaciones. Esto podría tener relación con el volumen de

copa alcanzado, el cual estaría influenciado en gran medida por la edad de la plantación y el porta injerto utilizado.

Por otra parte, como se mencionó, la fecha de la cosecha no fue la misma para las 4 plantaciones, pudiendo ser otra posible variable que determine los resultados ya obtenidos. En las plantaciones 1, 2 y 3 la cosecha fue el día 3 de marzo y para la plantación 4 fue el 12 de abril. La decisión de la fecha fue tomada según los parámetros de cosecha mencionados anteriormente en la revisión bibliográfica. Los datos de temperaturas proporcionados por la estación meteorológica situada en una de las quintas, para dicho período, establecen que no se registraron temperaturas superiores a los 27°C, las que, de acuerdo a lo expuesto por Arias et al. (2014) no estaría determinando el aumento de quemado de sol para dicha plantación.

4.1. EVALUACIÓN DEL ESCALDADO

A continuación se muestran los datos obtenidos en la evaluación de presencia de escaldado para cada condición de quemado, frutos sin quemado, frutos con quemado leve y frutos con quemado severo. Dicha evaluación fue realizada a los 165 días post-cosecha.

La evaluación y análisis de los datos obtenidos de las diferentes plantaciones se realizaron en primer instancia de forma separadas, plantación 4, plantación 1, 2, 3 y luego todas las plantaciones de forma conjunta (Cuadro 5).

Los datos de las plantaciones 1, 2 y 3 se muestran agrupados ya que pertenecen a una misma quinta donde, por una parte, cuentan con edad, porta injerto y conducción homogéneos, y por otra, se evaluaron y tomaron los datos el mismo día; por otro lado se muestran los datos de plantación 4 que pertenece a otra quinta con edad distinta, otro porta injerto utilizado, sistema de conducción y distancia de plantación diferente.

Cuadro 5. Comparativo en porcentajes de escaldado para todas las plantaciones en función de los distintos criterios de evaluación.

	Porcentaje escaldado para plantaciones 1, 2 y 3	Porcentaje escaldado para plantación 4
Frutos sin quemado	15	9
Frutos con quemado	46	66
Frutos con quemado severo	S/D	85

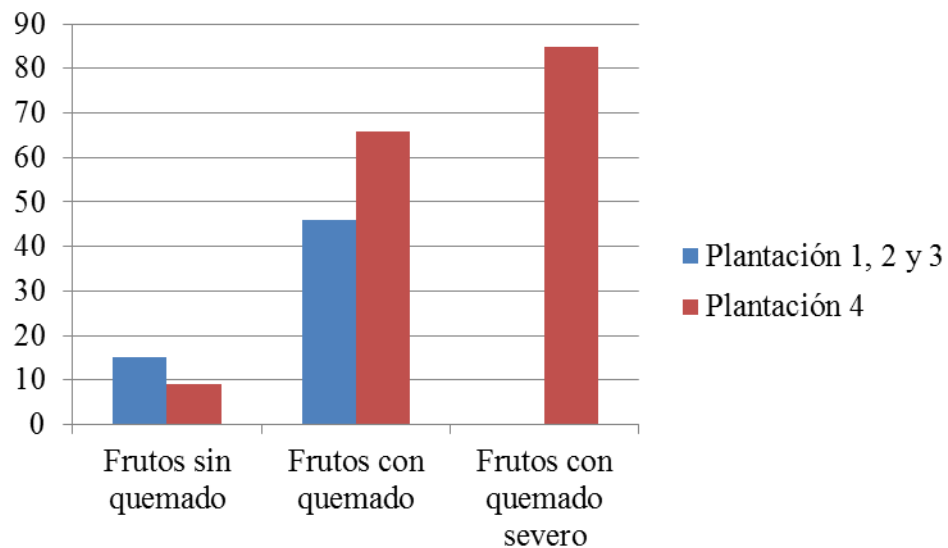


Figura 3. Porcentaje de escaldado en función de los distintos criterios utilizados para las distintas plantaciones: fruta sin quemado, fruta con quemado leve, fruta con quemado severo.

En la Figura 3 se muestra el porcentaje de escaldado en frutas sin quemado por el sol, frutas con quemado leve y frutas con quemado severo. En primer lugar puede observarse que para todas las plantaciones se obtuvieron resultados similares en lo que refiere al escaldado de la fruta relacionado directamente con el quemado de la fruta por el sol. Se ve claramente que para todas las plantaciones las frutas que no presentaron quemado por el sol obtuvieron un porcentaje de escaldado menor, y así sucesivamente. A medida que aumentaba el grado de quemado aumentaba también el porcentaje de escaldado. Si bien para el quemado severo en las plantaciones 1, 2, 3 no se tienen datos de escaldado, es esperable obtener similar comportamiento que las frutas de quemado severo de la plantación 4.

Se observan diferencias en frutas sin quemado por el sol, que muestran un 85% de fruta sin escaldado. Esta diferencia a favor de la fruta sin escaldado nos va dejando pautas sobre la influencia del desorden fisiológico que ocasiona el quemado del sol en el fruto, trayendo como consecuencia el escaldado. También se puede observar (Cuadro 5) que frutas con un quemado leve ya es suficiente para obtener valores altos en porcentajes de escaldado, afirmando nuevamente la importancia que debemos darle a las distintas alternativas para aumentar el porcentaje de fruta sin quemado por el sol.

Por lo tanto cuando hablamos de escaldado en fruta no debemos de ignorar el efecto que ocasiona el quemado del sol sobre el mismo, siendo este uno de los

principales factores a tener en cuenta a la hora de hablar de medidas anti-escaldantes en frutas de manzana Granny Smith.

5. CONCLUSIONES

- La variedad de manzana Granny Smith es una de las variedades más susceptibles al escaldado.
- El factor más importante que se puede manejar pre-cosecha para ayudar a disminuir las incidencias por escaldado es la exposición de los frutos a la radiación solar.
- Los resultados de este trabajo confirman la relación planteada entre quemado por el sol y porcentaje de escaldado.
- Una de las prácticas de mayor incidencia para disminuir el quemado es el uso de mallas de sombra, que tienen un alto impacto en cuanto al quemado del sol y por ende en la disminución del escaldado.
- Existen otras prácticas de manejo culturales que también pueden ayudarnos a la disminución de quemado por el sol, una de ellas es la orientación de filas. Este trabajo confirma lo citado en la bibliografía en cuanto a que la orientación N-S determina menores porcentajes de quemado de sol que la orientación E-W.
- La elección del porta injerto a utilizar y el manejo de la planta son factores importantes que están directamente ligados a los porcentajes de quemado.

6. RESUMEN

El escaldado superficial es una alteración fisiológica que suele manifestarse en manzanas y también en peras, después de un período de frigo conservación, lo que suele afectar de forma considerable al momento de comercializar el producto. Los síntomas se caracterizan por manchas irregulares en la piel y de aspecto oscuro. Pese a no afectar al sabor ni la textura del fruto esta alteración causa grandes pérdidas económicas, ya que en muchos países, como los europeos, no se permiten frutos con escaldado para el consumo en fresco. La variedad Granny Smith es una de las variedades más sensibles al escaldado, pudiendo llegar a valores de incidencia de escaldado por encima del 90%. Hasta la fecha el escaldado superficial se ha controlado mediante tratamientos pos cosecha con difenilamina o con etoxiquina, siendo ambos antioxidantes muy eficientes para controlar el desarrollo del mismo. Pero desde hace unos años atrás hasta hoy los niveles permitidos de estos antioxidantes han bajado hasta el punto en el que en el mercado europeo el nivel permitido ha llegado a cero. Esto lleva a la búsqueda de nuevas alternativas para disminuir la incidencia del escaldado. Una de esas alternativas ha sido motivo de estudio y evaluación de este trabajo, donde se busca determinar la incidencia del quemado del sol sobre el escaldado, y por otro lado qué medidas deben tomarse en cuenta para ello. La evaluación fue llevada a cabo en cuatro plantaciones de manzana Granny Smith, zafra 2013-2014, donde se cosechó la fruta de las distintas plantaciones y posteriormente se las clasificó según un criterio establecido en cuanto al nivel de quemado por el sol. Estos son: fruta sin quemado, fruta con quemado leve y fruta con quemado severo. Se tomaron las cuatro plantaciones de forma estratégica para poder evaluar distintas variables que pudiesen estar influyendo en el quemado del sol, como son: la orientación de las filas, el porta injerto utilizado, el manejo diferencial de las plantaciones y la presencia de malla sombreada. La fruta fue conservada en cámara de frío convencional durante un período de 165 días, luego del cual fue evaluada la incidencia del escaldado. En los resultados obtenidos en este trabajo se observaron, en primer lugar, los distintos tratamientos que se hicieron y se evaluó el porcentaje de quemado por el sol, donde la plantación 3 con malla de sombreado fue la que obtuvo menos porcentaje de frutas sin quemado (valores superiores a 85%), siendo esta plantación la más destacada en obtener el menor porcentaje de quemado por el sol. En segundo lugar se evaluó el escaldado y se observó la incidencia del escaldado en frutas con algún grado de quemado por el sol. Por una parte, en frutas sin quemado por el sol el porcentaje de escaldado no superaba el 15 % y, por otra parte, en frutas con un quemado severo ya están siendo afectadas de forma importante dejando valores de escaldado por encima de 46%, más aún aquellas frutas con quemado severo donde el porcentaje de escaldado se sitúa en 85%.

Palabras clave: Manzanas; Quemado por el sol; Escaldado; Granny Smith; Fruticultura.

7. SUMMARY

The superficial scald is a physiological disorder that usually manifests in apples and pears, after a period of frigo conservation, which usually affects considerably when marketing the product. Symptoms are characterized by irregular spots on skin and dark appearance. Despite not affect the taste or texture of the fruit this alteration causes great economic losses, since in many countries such as European not allowed to scald fruits for fresh consumption. The Granny Smith is one of the most sensitive varieties scalding, but could scald incidence values above 90%. To date, the superficial scald was controlled by post-harvest treatments with diphenylamine or ethoxyquin, both very efficient antioxidants to control development. But since a few years ago until today permitted levels of these antioxidants have declined to the point where at the European market the permitted level has reached zero. This leads to the search for new ways to reduce the incidence of scalding. One of those alternatives has been the subject of study and evaluation of this work, which seeks to determine the incidence of burning sun on blanching, and secondly what measures should be considered for it. The evaluation was carried out in four Granny Smith apple plantations, harvest 2013-2014 where various fruit plantations harvested and then classified them according to established criteria as to the level of sunburned. These are: not burned fruit, fruit with mild to severe burning and burned fruit. Four plantations strategic way to evaluate different variables that could be influencing the burning sun, such as: the orientation of the rows, the rootstock used, the differential management of plantations and the presence were taken shaded mesh. The fruit was stored in conventional cold chamber for a period of 165 days, after which it was evaluated the incidence of scalding. The results obtained in this work are, first, noted the different treatments that were made and the percentage of burned was evaluated by the sun, where planting shading mesh 3 was the one that obtained less fruit without burning percentage values above 85%, this being the most prominent plantation in obtaining the lowest percentage of sunburned. Second, scalding evaluated and found in fruits with some degree of sunburned incidence of scalding. On one side, in fruits without sunburned scalding the percentage did not exceed 15% and, moreover, in fruits with severe burn are already being significantly affected leaving scalding values above 46 %, even those fruits with severe burn where the percentage of scalding is at 85%.

Keywords: Apples; Sunburned; Blanching; Granny Smith; Fruticulture.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Andrews, P.; Johnson, J. 1996. Physiology of sun development in apples. *Good Fruit Grower*. 47(12): 33-36
2. Ansino, P. C.; Denardi, F. 2006. *A cultura da macieira*. 2a. ed. Florianópolis, Epagri. pp. 144-146.
3. Arias, M., Ferenczi, A., Galiger, S., González, J., Mara, V., Urraburu, M., Severino, V. 2014. Análisis de la evolución del quemado de sol en Granny Smith. (en línea). *In: Seminario de Actualización Técnica en Frutales de Pepita (2014, Las Brujas, Canelones)*. Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 101-106 (Actividades de Difusión no. 739). Consultado 15 may. 2015. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/SAD%20739.pdf>
4. Barritt, B. H.; Konishi, B. S.; Drake, S. R.; Rom, C. R. 1997. Influence of sunlight level and rootstock on apple fruit quality. *Acta Horticulturae*. no. 451: 569-577.
5. Calvo, G. 2010a. Antioxidant use in apple and pear storage; part 1. Regulatory situation. (en línea). Wenatchee, Washington, Washington State University. Tree Fruit Research and Extension Center. 5 p. Consultado 4 abr. 2015. Disponible en <http://www.tfrec.wsu.edu/pdfs/P1280.pdf>
6. _____. 2010b. Antioxidant use in apple and pear storage; part3. Storage scald and 1-MethlyCycloPropene (1-MCP) (en línea). Wenatchee, Washington, Washington State University. Tree Fruit Research and Extension Center. 5 p. Consultado 4 abr. 2015. Disponible en <http://www.tfrec.wsu.edu/pdfs/P1609.pdf>
7. Candan, A. P.; Stahl, E.; Calvo G. 2011. Atmósferas controladas dinámicas; una herramienta efectiva para el mantenimiento de la calidad postcosecha de peras ‘Williams’. *In: Jornadas Argentinas de Biología y Tecnología de Postcosecha (6as., Mendoza, AR)*. Atmósferas controladas dinámicas. Mendoza, s.e. pp. 15- 20.
8. Chapper Callorda, M.; Sorondo Noya, F.; Touron Sartori, H. 2003. Determinación del momento óptimo de cosecha y su relación con el período de almacenamiento (Manzana CRIPPS PINK-“PINK LADY™”). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 73 p.

9. Contreras, C.; Zoffoli, J. P.; Alcalde, J. A.; Ayala, M. 2008. Evolución del daño por insolación de manzanas 'Granny Smith' durante el almacenaje refrigerado. (en línea). Ciencia e Investigación Agraria. 35 (2): 147-157. Consultado 10 may. 2015. Disponible en <http://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v35n2/art04.pdf>
10. Curry, E. 1996. Escaldado; la experiencia norteamericana. In: Coloquio en Pomáceas (1996, Talca, Chile). Golpe de sol. Machucón. Escaldado. Talca, Chile, Universidad de Talca. pp. 1-10.
11. Feippe, A. 1993. Momento óptimo de cosecha en manzanas. (en línea). Montevideo, INIA. 16 p (Boletín de Divulgación no. 33). Consultado 2 ene. 2015. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2731/1/111219240807155151.pdf>
12. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2003. Cosecha de manzana Cv. Granny Smith. (en línea). Montevideo. 2 p. Consultado 8 nov. 2014. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219230807125803.pdf>
13. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). 2012. Variedades de manzanas. (en línea). Alto Valle. s.p. Consultado 4 ago. 2015. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/manzanas/>
14. Loreti, F.; Gil, G. 1994. Los portainjertos del manzano; situación actual y perspectivas. Revista Frutícola. 38(15): 85-93.
15. Meheriuk, M.; Prange, R. K.; Lidster, P. D.; Porritt, S. W. 1994. Postharvest disorders of apples and pears. (en línea). Ottawa, Agri-food. 67 p. (Publication 1737/E). Consultado 8 nov. 2014. Disponible en https://archive.org/stream/postharvestdisor00mehe/postharvestdisor00mehe_djvu.txt
16. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2013. Anuario estadístico agropecuario. (en línea). Montevideo. 270 p. Consultado 8 nov. 2014. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-anuario-2013,O,es,0>,

17. _____. DIGEGRA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de la Granja, UY). 2013. Programa de apoyo a la gestión pública agropecuaria. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 7 feb. 2015. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/gxpfiles/mgap/content/audio/source0000000011/AUD0000070000002141.pdf>
18. Moggia, C. 1996. Escaldado; la experiencia chilena. *In*: Coloquio en Pomáceas (1996, Talca, Chile). Golpe de sol. Machucón. Escaldado. Talca, Chile, Universidad de Talca.
19. _____. 2002. Escaldado en manzanas. (en línea). Pomáceas. 2 (3): 1- 4. Consultado 6 abr. 2015. Disponible en http://pomaceas.utralca.cl/html/Docs/pdf/2002_02_03.pdf
20. Mondino, P.; Di Masi, S.; Falconi, C.; Montealegre, J.; Henríquez, J. L.; Nunes, C.; Salazar, M.; Stadnik, M.; Vero, S.; Usall, J. 2009. Manual de identificación de enfermedades de manzana en pos cosecha. Montevideo, Facultad de Agronomía. 67 p.
21. Motta, M. B. 1990. Portainjertos del manzano. Montevideo, INIA. pp. 27-29 (Serie Técnica no.1).
22. Piskolczi, M.; Varga, C.; Racsko J. 2004. A review of the meteorological causes of sunburn injury on the surface of apple fruit (*Malus domestica* Borkh). (en línea). Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 12: 245 – 252. Consultado 2 ago. 2015. Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/228493243_A_Review_of_the_Meteorological_Causes_of_Sunburn_Injury_on_the_Surface_Of_Apple_Fruit_\(Malus_Domestica_Borkh\)](http://www.researchgate.net/publication/228493243_A_Review_of_the_Meteorological_Causes_of_Sunburn_Injury_on_the_Surface_Of_Apple_Fruit_(Malus_Domestica_Borkh))
23. Prange, R. K.; De Long, J. M.; Harrison, P. A. 2003. Oxygen concentration affects chlorophyll fluorescence in chlorophyll-containing fruit and vegetables. Journal of the American Society Horticultural Science. 128 (4): 603-607.
24. Schrader, L.; Zhang, J.; Duplaga, W. K. 2001. Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface (peel) temperature. (en línea). Plant Health Progress. oct.: s.p. Consultado 7 feb. 2015. Disponible en <http://hort.tfrec.wsu.edu/les/Temperature.pdf>

25. _____.; Sun, J.; Felicetti, D.; Seo, J. H.; Jedlow, L.; Zhang, J. 2003. Stress-induced disorders; effects on apple fruit quality. (en línea) In: Washington Tree Fruit Postharvest Conference (2003, Wenatchee, Washington). Stress-induced disorders; effects on apple fruit quality. Wenatchee, Washington, s.e. p. 7. Consultado 7 feb. 2015. Disponible en <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/PC2003A.pdf>
26. Severino, V.; Arbiza, H.; Arias, M.; Manzi, M.; Gravina, A. 2012. Manejo de la dormición de manzanos en el sur del Uruguay. *Agrociencia* (Montevideo). 16 (2):18-26.
27. Sibbett, G. S.; Micke, W. C.; Mitchell, F. G.; Mayer, G.; Yeager, J. T. 1991. Effect of a topically applied whitener on sun damage to Granny Smith apples (en línea). *California Agriculture*. 45 (1): 9-10. Consultado 6 nov. 2014. Disponible en <https://ucanr.edu/repositoryfiles/ca4501p9-69522.pdf>
28. Soria Villalonga, Y. 1998. El escaldado superficial en manzana Granny Smith. Fisiología de la alteración y estudio de métodos de control alternativos a la difenilamina. (en línea). Tesis Doctoral. Lleida, España. Escuela Técnica Superior Agraria Lleida. 114 p. Consultado 5 mar. 2015. Disponible en <http://hdl.handle.net/10803/8210>
29. Westwood, M. N. 1982. *Fruticultura de zonas templadas*. Madrid, ES, Mundi-prensa. pp. 251-311.
30. Wunsche, J. N.; Lombardini, L.; Greer, D. H. 2004. Surround particle film application. Effect on whole canopy physiology of apple. Articles from *Annals of Botany* are provided here courtesy of Oxford University press. *Acta Horticulturae*. no. 636: 565–571.
31. Yuri, J. A.; Díaz, R.; Pardo, C. 1996. Machucón; la experiencia chilena. In: Coloquio en Pomáceas (1996, Talca, Chile). Golpe de sol. Machucón. Escaldado. Talca, Chile, Universidad de Talca. pp. 39-63.
32. _____.; Torres, C.; Vásquez, Y. J. 2000. Sunburn on apples. I. Damage evaluation and control methods. *Agro-Ciencia*. 16(5): 13–21.
33. _____. 2009. Daño por sol en manzanas. (en línea). *Pomáceas*. 9 (6): 1-4. Consultado 2 ago. 2015. Disponible en http://pomaceas.atalca.cl/html/Docs/pdf/2009_09_06.pdf

34. _____.; Neira, A.; Quilodran, A.; Razmilic, I.; Motomura, Y., Torres, C.; Palomo, I. 2010. Sunburn on apples is associated with increases in phenolic compounds and antioxidant activity as a function of the cultivar and areas of the fruit. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 8: 920–925.
35. Zanella, A.; Cazzanelli, A.; Panarese, A.; Coser, M.; Ceccinel, M.; Rossi, O. 2005. Fruit fluorescence response to low oxygen stress; modern storage technologies compared to 1-MCP treatment of apple. *Acta Horticulturae*. no. 682: 1535-1542.