

FIL TUE



INTRODUCCIÓN.

El daño por el sol, también conocido como asoleado, es un daño fisiológico que afecta a los frutos causando importantes pérdidas económicas en aquellas regiones donde se presentan altas temperaturas e irradiación.

Se utilizan varios métodos para el control del daño por sol. En EE.UU. en manzanas, se realiza el enfriamiento por evaporación a través de riego por aspersión (Evans, 1993 a, b). En Japón se colocan bolsas individuales a los frutos. En Brasil se cubre a mangos y melones con periódicos. También se suele pintar a los frutos con pintura a la cal.

Estos métodos sólo se justifican cuando la fruta tiene un gran valor comercial ya que el costo de su aplicación es elevado.

La causa ambiental es la radiación electromagnética, pero la importancia relativa de sus componentes no está bien determinada. Estos son: *la radiación de onda larga*, que eleva la temperatura de la fruta, y *la radiación visible y ultravioleta*, que pueden producir fotoxidaciones (Andrews y Johnson 1996), haciendo difícil su separación. El daño por sol es causado por un daño fotooxidativo, el cual se produce por la radiación visible y ultravioleta. La fruta es “preacondicionada” para este daño por las altas temperaturas.

La fotooxidación genera radicales libres que también alteran la estructura de las membranas, lo que ha dificultado la identificación del factor causante del daño. Las células epidérmicas poseen sustancias (flavonoides) que absorben la radiación UV y protegen los tejidos más interiores y sensibles (Caldwell, 1971; Wellman, 1976) y un mecanismo de fotoreactivación reparador del daño (Caldwell, 1977). La fruta posee un sistema antioxidante (ácido ascórbico-glutámico, carotenos, tocoferol) con capacidad para proteger los tejidos sólo hasta un cierto punto; la parte con daño posee más β caroteno que la que no presenta el daño, lo que se manifiesta en color amarillo, más ácido ascórbico y más actividad de la enzima superóxido dismutasa (Andrews y Johnson 1996). Según Arakawa et. al. (1985) la radiación ultravioleta B (UV-B) estimula la síntesis de antocianinas existiendo una temperatura óptima para esta síntesis (Curry 1997). Diversos autores (Johnson, J. et al, 1999, Wünsche 1999) estudiaron la atenuación de la radiación UV mediante la aplicación de ácido ascórbico y otros antioxidantes para reducir el asoleado.

Se han realizado diversas experiencias en el uso de materiales reflectivos en plantas. Basnizki (1975) utilizó un refractante en base a zinc y calcio para mantener el balance de agua en la planta, reduciendo la pérdida por transpiración, sin tener un efecto contraproducente en la producción de materia seca. Esto es de particular importancia en áreas áridas y semi-áridas. Moreshet et al, (1979) realizaron experiencias en cultivos de algodón con un material a base de caolín, con el objeto de aumentar el rendimiento.

Glenn (1999, 2002) experimentó con un producto a base de caolín con un coadyuvante que le confiere al producto características hidrofóbicas. Este producto aplicado en manzana fue efectivo en el control de la temperatura de la fruta, reflexión de la radiación y daño por sol. A su vez, encontró aplicaciones para el mismo como insecticida orgánico, actuando como repelente para insectos.

Ciertos autores (Schrader, 2001) identificaron dos tipos de daño por sol en manzana, el primero (necrosis) es causado por una muerte termal de las células epidérmicas y subepidérmicas, causando una area necrótica en la cara de la fruta expuesta a pleno sol. Esta muerte termal ocurre a $52 \pm 1^\circ\text{C}$. Un segundo tipo de daño es el bronceado, produciéndose un amarronamiento en la cara expuesta de la fruta. Este daño ocurre a una temperatura sobre la superficie de la fruta de 46 a 49°C . Para este último daño es necesaria la existencia de luz, mientras que para el primero no.

En la zona del Alto Valle del río Negro se evaluó la calidad de peras Williams y manzanas Red Delicious y Granny Smith en función de la orientación de la espaldera y de la posición de los frutos en el árbol. Se observó que en espalderas con disposición E-O, la mayor proporción de frutos descartados debido a daño por sol se encontraba en las zonas altas y orientadas al norte y al oeste (Benítez et al, 1993, 1996, 1997).

En los valles del norte de la Patagonia, donde se produce el 80 % de las manzanas argentinas, las pérdidas de calidad por daño de sol son muy importantes y exigen sistemas de conducción y protección adecuados para prevenir los daños.

Por otra parte, en el noreste brasilero en la estación seca (junio-diciembre), debido a la elevada temperatura, baja humedad relativa y a la gran cantidad de radiación incidente es muy importante en plantaciones de mangos y melones.

En el NEA en los últimos años se está registrando un aumento en los daños por sol en algunas variedades de mandarinas (Okitsu, Satsuma, Murcott).

Con el propósito de generar un producto que controle el daño por sol en los mencionados cultivos, la empresa Tue S.A. ha orientado su propuesta a la búsqueda de productos no tóxicos que aplicados sobre la fruta actúen como filtros solares.

MATERIALES Y METODOS

Ensayos realizados en la temporada 2001-2002

Los ensayos fueron realizados en los establecimientos Los Álamos de Rosauer y Boschi Hnos. Se trabajó en dos variedades de manzanas: Red Delicious y Fuji. En ambas variedades se probaron los productos FIL-TUE y CLEAN-TUE. FIL-TUE es una pantalla filtrante formulada en base a minerales inertes y coadyuvantes. CLEAN-TUE es un filtro solar transparente que filtra los rayos UV. En los cuadros 1 y 2 figuran la fecha de aplicación de los productos y entre paréntesis su concentración. Los tratamientos se aplicaron sobre cinco plantas cada uno, utilizando un volumen de agua equivalente a 2000 lts/ha. Las aplicaciones fueron realizadas en cobertura total en la cara de la espaldera expuesta al sol.

Tratamiento	Notación	03/01/01	17/01/01	05/02/01	20/02/01
FIL-TUE A (10%)*	FIL-A	X	X	X	X
FIL-TUE B (6%)	FIL-B	X	X	X	X
CLEAN TUE (3%)	CLEAN-3	X	X	--	--
CLEAN TUE (5%)	CLEAN-5	X	X	--	--
Testigo	TEST	--	--	--	--

Cuadro 1: Tratamientos con productos aplicados en manzanas de la variedad Fuji (Los Álamos de Rosauer)

Referencias: X : pulverizado

-- : sin pulverizar

* La primera aplicación se realizó al 10% y las siguientes al 6%

Tratamiento	Notación	03/01/01	17/01/01	05/02/01
FIL-TUE A (6%)	FIL-A	X	X	X
CLEAN TUE (3%)	CLEAN-3	X	--	--
CLEAN TUE (5%)	CLEAN-5	X	--	--
Testigo	TEST	--	--	--

Cuadro 2: Tratamiento con productos aplicados en manzanas Red Delicious (Boschi Hnos.)

Referencias: X : pulverizado
-- : sin pulverizar

Evaluación de los daños por sol

La evaluación de los productos se hizo a campo y en el momento de efectuar la cosecha. Se realizó la cosecha del lado del árbol donde se producía el daño por sol. Se separaron los frutos y se los clasificó en tres categorías según la importancia de ese daño: leve, medio y severo, con la finalidad de evaluar la intensidad del daño por sol.

El porcentaje de daño se calculó mediante la fórmula de Townsend y Heuberger:

$$P \% = \frac{\sum (n \times G)}{N \times Z} \times 100$$

Donde:

P %: Porcentaje de daño

n: número de frutos de cada categoría

G: nivel o grado de daño

N: número total de frutos

Z: valor correspondiente a la categoría máxima de daño

Se utilizó la siguiente escala para la evaluación del daño por sol:

Sin Daño (Grado 0): Fruta sana. Coloración normal característica de la variedad.

Daño Leve (Grado 1): En la superficie expuesta al sol se observa una coloración amarillenta. Se manifiesta el daño por el bronceado de la piel. La fruta aún es comercializable pero en una categoría menor.

Daño Medio (Grado 2): Se manifiesta un bronceado más intenso que hace perder valor comercial a la fruta fresca.

Daño Severo (Grado 3): Se observa una necrosis severa en la zona donde la fruta está expuesta, provocando el bronceado un amarronamiento considerable. No puede ser comercializada en fresco.

En la Foto 1 se puede apreciar visualmente la escala de daño utilizada.



Foto 1 – Clasificación de los niveles de daño

Evaluaciones físico químicas del estado de madurez de los frutos en el momento de la cosecha

Los análisis físico-químicos para la determinación del estado de madurez de las manzanas en el momento de la cosecha se realizaron en la E.E.A. Alto Valle de Río Negro, según la siguiente metodología:

* **Color de superficie** : se ubicaron todos los frutos con la cara más coloreada hacia arriba y se dio un valor estimativo en % de esta cara, cubierta de color rojo; luego se expuso la contraria y se dio otro valor en %, tomando el promedio de ambos como el color estimado en % para esa parcela.

* **Tamaño individual de cada fruto**, mediante la medición de su peso en gramos y su calibre o diámetro ecuatorial en milímetros .

* **Firmeza de la pulpa**, a la altura del plano ecuatorial y en las caras expuesta y no expuesta del fruto, en ese orden, con penetrómetro electrónico, expresada en kg/cm^2 .

* **Contenido de sólidos solubles o índice refractométrico (IR)**, con refractómetro de mano, en porcentaje de peso de materia seca.

* **Acidez total titulable o índice de acidez (IA)**, por titulación simple con NaOH 0,1 N a pH 8,2, expresado en gramos de ácido málico por litro de jugo. La solución a titular se preparó de la siguiente manera: se tomaron 10 ml de jugo extraído de 10 frutos por vez, se llevaron a 100 ml con agua destilada y se tituló hasta el punto fijado. De la cantidad en ml gastada multiplicada por 0,67, se obtuvo la expresión de la acidez, en ácido málico.

Para la obtención del IR y del IA se realizaron 2 determinaciones por muestra, utilizando el jugo extraído de un disco completo de 5 mm de altura, cortado en la zona ecuatorial del fruto.

* **Evaluación cualitativa de la degradación del almidón**: Para su determinación, se cortó el fruto por su diámetro ecuatorial y se sumergió una de sus mitades en una solución de lugol durante 30 segundos. Se enjuagó con agua destilada y se dejó secar. El almidón persistente, se tiñó de azul verdoso. Para su evaluación se utilizaron tablas varietales.

* **Número de semillas viables por fruto**, efectuando el recuento fruto por fruto.

* **Presencia de desórdenes en la muestra a analizar**: corazón mohoso (podredumbre del corazón), corazón acuoso y asoleado, en porcentaje de frutos afectados sobre el total de la muestra.

* **Presencia de daños por sol en toda la parcela**

Análisis sensorial con panel entrenado

Este análisis fue realizado en el ITA (Instituto de Tecnología de Alimentos), C.N.I.A. Castelar. Se desarrollaron los perfiles de flavor¹ de todos los tratamientos realizados en la campaña 2000-2001 por medio de la realización de paneles de evaluación sensorial con jueces entrenados según norma IRAM 20005 -1. Fueron evaluados los atributos relacionados al flavor, aroma y también, jugosidad. Esta evaluación fue llevada a cabo por 7 personas, seleccionadas por su habilidad para reconocer gustos básicos y entrenadas según la metodología del test del triángulo diferencial (Meilgaard et al, 1988). Debido a que los productos eran aplicados directamente en la cáscara, se requería conocer su incidencia en el flavor de las manzanas, por esto se realizaron dos formas de análisis con cáscara y sin cáscara. Para cada variedad se utilizaron distintos descriptores dependiendo también de la forma de análisis, los cuales eran evaluados posteriormente para ver su peso estadístico y su posible descarte, según norma IRAM 20015.

Las muestras estaban conservadas en cámara de refrigeración ($2^{\circ} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$) hasta su posterior análisis. Las manzanas eran cortadas en el momento de la evaluación para evitar oxidaciones y posibles alteraciones de sabor. Las muestras eran cortadas en forma de gajos de 2,5 cm. Las mismas eran presentadas a los panelistas a temperatura ambiente, en platos individuales, codificadas con números de tres dígitos y las escalas utilizadas para la evaluación eran lineales no estructuradas de 10 cm, donde el 0 representa el estímulo extremadamente débil y el 10 el estímulo percibido extremadamente fuerte.

Los datos fueron analizados con el procedimiento glm y la diferencia de medias fue analizada por test de Tukey del programa SAS (Sas, 1988).

Evaluaciones a escala comercial realizadas en la temporada 2001-2002

Los tratamientos en esta temporada fueron realizados en establecimientos de Fruticultores Unidos Centenario (F.U.C.). Las aplicaciones fueron en planta entera del lado que recibía mayor insolación.

El producto fue aplicado a razón de 40 litros/fila. El recubrimiento logrado era el adecuado (Foto 2). La forma de realizar el asperjado fue tratando que el tercio superior de la planta recibiese la mitad del caldo aplicado. Esto se hizo así porque la parte superior es la que recibe mayor cantidad de radiación y donde hay más porcentaje de fruta asoleada.

Las aplicaciones se realizaron en Red Delicious y Pera Anjou. Estas fueron hechas en dos momentos, la primera al 6% (14/12/01) y la segunda al 5% (28/12/02).

Para la evaluación de los resultados tanto en peras como en manzanas se realizó la cosecha al barrer y estos frutos fueron llevados al galpón de empaque donde se clasificaron y se evaluó la proporción de frutos que presentaban asoleado. En manzanas además se contó con la información que proporciona la salida de la línea de empaque. Dicha salida nos indica que cantidad de fruta procesada pertenece a cada categoría.

¹ combinación compleja de sensaciones olfativas, gustativas y trigeminales percibidas durante la degustación (norma IRAM 20001).



Foto 2 : Aplicación a escala comercial

RESULTADOS

Ensayos realizados en la temporada 2000-2001

La cosecha de la variedad Red Delicious se realizó el 16 de marzo y la de Fuji el 3 de abril de 2001.

Las aplicaciones de FIL-TUE fueron hechas en planta entera (Fotos 3 y 4), el análisis de la eliminación del producto en el empaque fue positivo, eliminándose el mismo adecuadamente sin mostrar residuos visibles.



Foto 3: Manzana con aplicación de FIL-TUE



Foto 4: Planta con aplicación de FIL-TUE

Evaluación de los daños por sol

Fuji

Las dos concentraciones de las aplicaciones de CLEAN-TUE presentaron fitotoxicidad en manzanas Fuji, no así en Red Delicious.

En el cuadro 3 se observan diferencias significativas con respecto al daño por sol para los tratamientos FIL-TUE A Y FIL-TUE B con respecto al testigo. En la figura 1 se pueden observar estas diferencias entre los tratamientos.

Tratamiento	Porcentaje
FIL-TUE A	5.70 a
FIL-TUE B	7.42 b
Testigo	24.81 c
CV	22%

P = 0.05

Cuadro 3 – Porcentaje de daño de sol en Manzanas Fuji – Rosauer

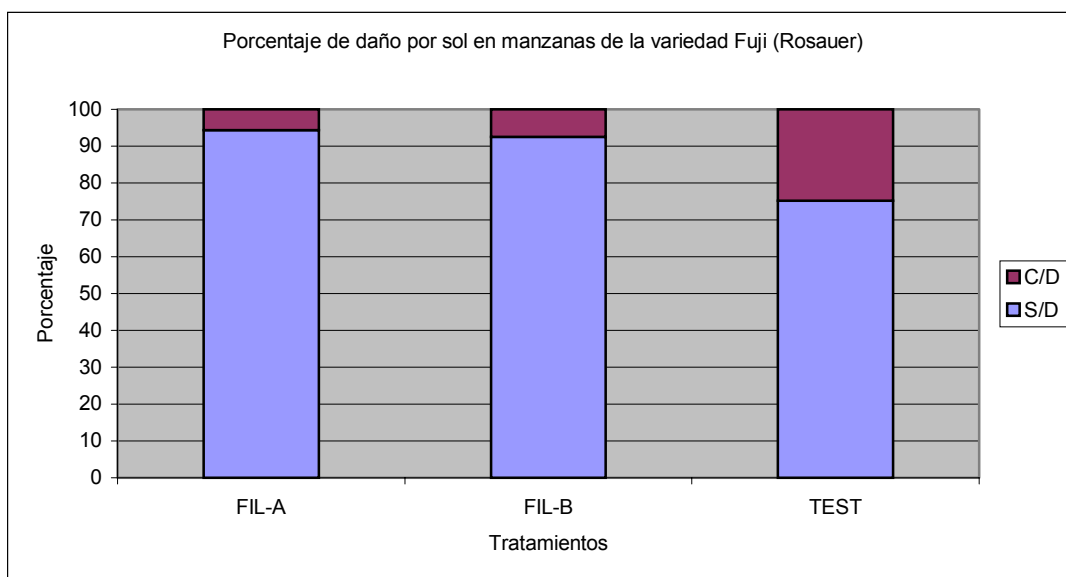


Figura 1: Porcentaje de daño por sol en manzanas de la var. Fuji. Referencias en cuadro 1.

En la Figura 2 se observan los niveles de daño, donde los valores absolutos para los tratamientos de FIL-TUE muestran menor severidad en el daño.

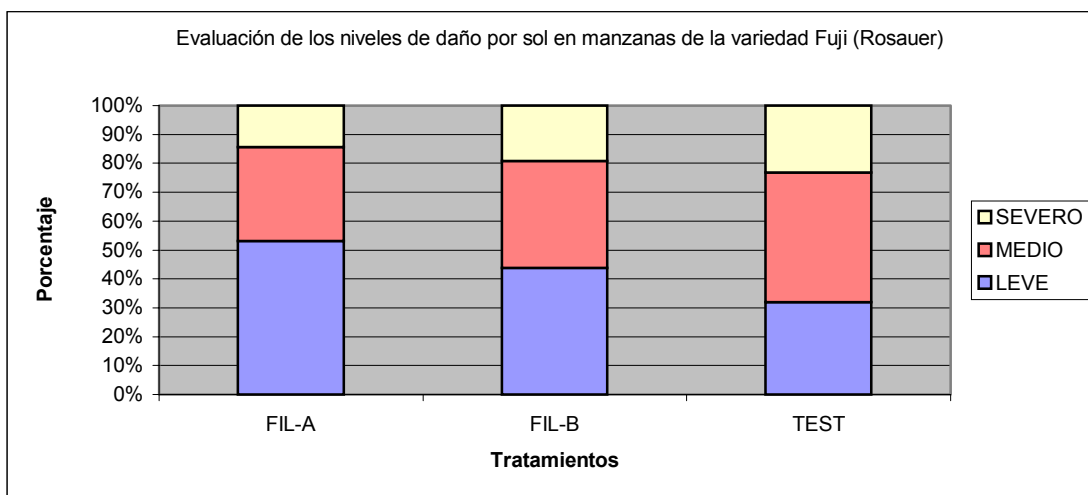


Figura 2: Distribución de los distintos niveles de daño en manzanas de la var. Fuji (Rosauer). Referencias cuadro 1

Red Delicious

De acuerdo a lo que expresa el cuadro 4, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos. Estos datos se grafican en la figura 3.

Tratamiento	Porcentaje
FIL-TUE 6%	8.70 a
CLEAN-TUE 3%	15.90 ab
CLEAN-TUE 5%	16.38 ab
Testigo	25.71 b
CV	14.50%

P= 0.05

Cuadro 4 – Porcentaje de daño por sol en manzanas de la var. Red Delicious – Boschi Hnos.

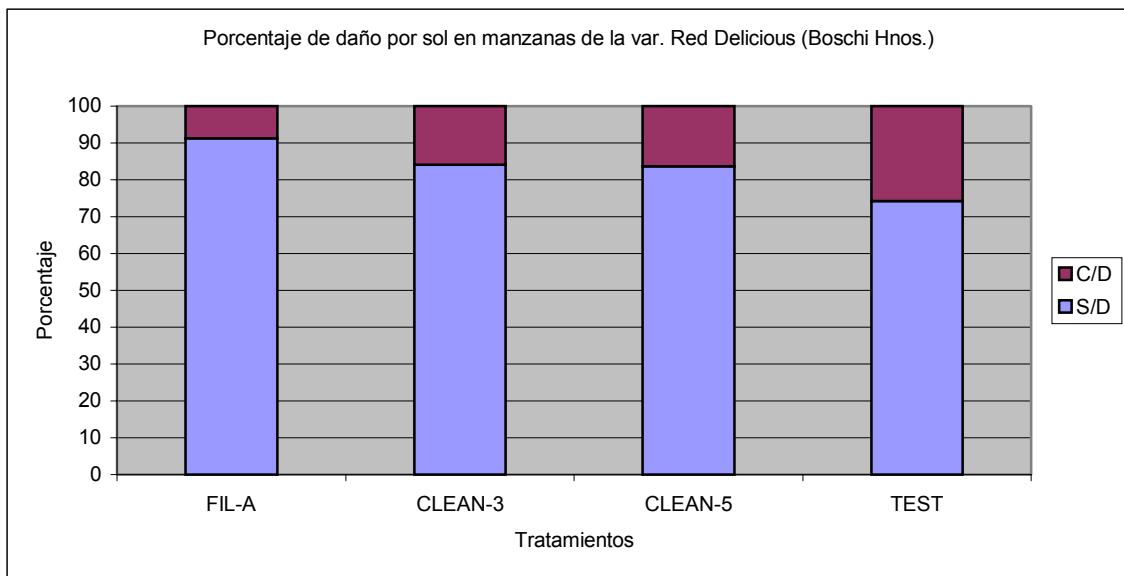


Figura 3: Porcentaje de daño por sol en manzanas de la var. Red Delicious. Referencia en Cuadro 2

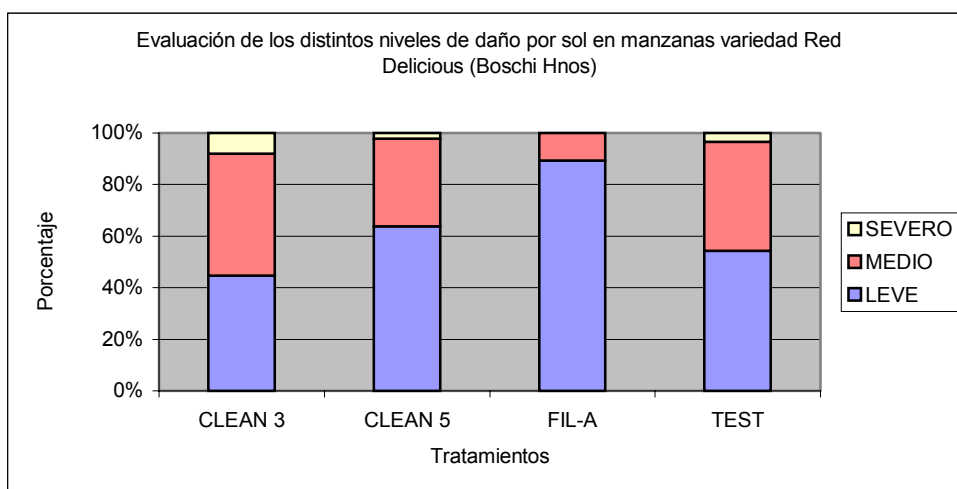


Figura 4: Distribución de los distintos niveles de daño en manzanas de la var. Red Delicious – Boschi Hnos. Referencias Cuadro 2

En la Figura 4 se puede apreciar que los menores valores de severidad se dieron en el tratamiento FIL-A. Los tratamientos con CLEAN y el testigo fueron similares.

Evaluación del estado de madurez de los frutos en el momento de la cosecha

En las evaluaciones realizadas en E.E.A. Alto Valle de Río Negro se midió: color de superficie, tamaño individual de los frutos, firmeza de la pulpa, contenido de sólidos solubles o índice refractométrico (IR), acidez total titulable o índice de acidez (IA), evaluación cualitativa de la degradación del almidón, número de semillas viables por fruto y presencia de desordenes como corazón mohoso y corazón acuoso. Para todos las variedades y tratamientos realizados no se encontraron diferencias significativas en los parámetros estudiados.

Análisis sensorial con panel entrenado

En los cuadros siguientes se detallan los promedios evaluados para cada atributo por variedad.

Los flavors considerados como “atípicos” para el producto en estudio (manzanas sometidas a distintos tratamientos) no tuvieron una gran intensidad, por lo que se considera que no influyeron en forma acentuada en el flavor característico de la manzana.

Del análisis estadístico realizado sobre los datos se puede concluir que no existen diferencias en el flavor entre tratamientos para cada variedad de manzanas estudiadas. Los productos utilizados en cada tratamiento no muestran influencia directa en el flavor de las manzanas, tanto con como sin cáscara (Cuadros 5 a 8).

Los descriptores descartados por el análisis de su media geométrica para la variedad Fuji sin cáscara son: amargo, metálico y humedad; y con cáscara: picante, metálico y humedad.

Tratam.	Aroma	Dulce	Acido	Amargo	Astring	Flavor	Remed	Verde	Jugos.
FIL-A	6.27	5.71	0.71	0.86	0.59	6.27	0.23	0.26	6.40
FIL-B	4.08	5.46	1.53	0.99	1.86	6.03	1.17	1.43	7.00
TEST	3.98	4.79	1.64	0.56	1.30	5.19	0.54	0.89	6.53

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Referencias cuadro 1
Cuadro 5 - Fuji con cáscara (Rosauer)

Tratam.	Aroma	Dulce	Acido	Picante	Astring	Flavor	Remed	Verde	Jugos.
FIL-A	4.69	5.00	1.50	0.69	2.59	5.71	0.96	1.23	6.24
FIL-B	4.44	5.26	0.99	0.10	1.33	5.34	0.10	0.40	5.73
TEST	5.09	5.28	1.83	0.29	1.50	5.89	0.51	0.74	6.31

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Referencias cuadro 1
Cuadro 6 - Fuji sin cáscara (Rosauer)

Tratam.	Aroma	Dulce	Acido	Amargo	Astring	Flavor	Humed	Remed.	Pican.	Metal.	Verde	Jugos.
FIL-A	4.06	3.96	1.96	1.41	2.28	4.21	0.41	0.58	0.51	0.65	2.34	5.25
CLEAN 3	5.19	5.43	1.55	1.00	2.01	5.85	0.14	0.40	0.38	0.45	1.70	5.73
CLEAN 5	2.90	4.73	1.91	1.13	0.99	4.90	0.68	0.75	0.98	0.66	1.05	5.78
TEST	5.54	4.49	1.85	1.43	1.56	4.36	0.78	0.98	0.73	0.26	0.46	3.54

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Referencias cuadro 2
Cuadro 7 - Red Delicious con cáscara (Boschi)

Tratam.	Aroma	Dulce	Acido	Amargo	Astring	Flavor	Humed	Remed.	Pican.	Metal.	Verde	Jugos.
FIL-A	3.20	3.78	2.00	1.31	1.52	4.34	0.66	0.44	0.34	0.84	1.94	5.66
CLEAN 3	4.55	6.09	2.24	0.51	2.50	5.44	0.36	0.56	0.76	1.23	0.73	5.88
CLEAN 5	4.51	4.08	1.20	0.50	2.11	4.26	0.78	1.76	0.43	0.54	0.18	4.59
TEST	4.41	4.83	1.86	0.66	1.94	4.60	1.00	4.13	0.60	0.58	0.66	3.95

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Referencias cuadro 2
Cuadro 8 - Red Delicious sin cáscara (Boschi)

Evaluaciones a escala comercial realizadas en la temporada 2001-2002

Red delicious

El producto logró reducir el asoleado al 4% mientras que en el control el porcentaje de daño fue del 15%, llegando al 25% en áreas desprotegidas. Se mejoraba a su vez la calidad de la fruta obtenida, lográndose mayores porcentajes de fruta elegida.

Se considera la posibilidad de realizar aplicaciones en forma más tempranas, aunque el efecto se diluya por la rápida expansión de la fruta.

En la figura 5 se puede observar la salida obtenida de la clasificación de la línea de empaque, en este grafico se observa como las aplicaciones de Fil-Tue aumentaron el porcentaje de fruta en la categoría “elegido1”, la cual comercialmente es la más importante.

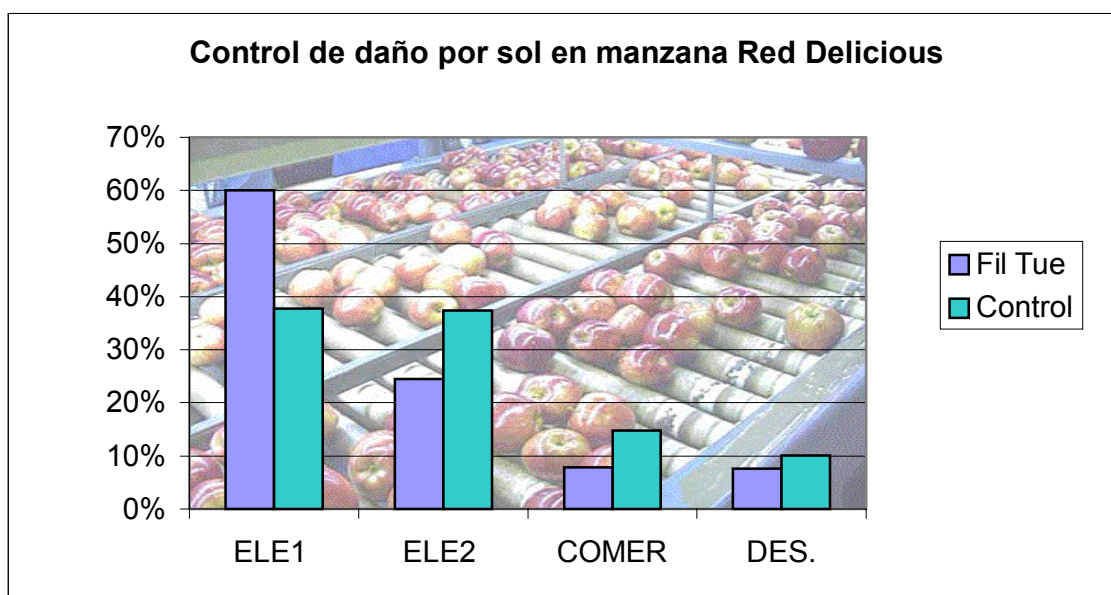


Figura 5: Distribución de las distintas categorías de manzanas Red delicious tratadas con Fil-Tue. Datos suministrados por Fruticultores Unidos Centenario

Pera Anjou

La fruta fue cosechada al barrer. Se realizó en el packing la evaluación de las aplicaciones de Fil-Tue en pera Anjou. El control mostró que de 100 frutos descartados, 25 fueron descartados por asoleado. Para Fil-Tue el porcentaje fue menor que el 1%.

El amarillamiento que ocurre por Bitter Pit también es menor.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las zonas productoras de manzana presentan en general un alto nivel de insolación. Los niveles de radiación ultravioleta en el Alto Valle de río Negro no son mayores a los de otras zonas productoras .

De los productos aplicados, CLEAN-TUE fue fitotóxico a las concentraciones utilizadas. En la variedad Red Delicious no presentó este problema, si bien estadísticamente no permitió realizar un adecuado control del daño por sol se puede apreciar una tendencia.

La estrategia de reflejar la radiación incidente fue entonces la más eficaz. Esto se debe a la disminución de temperatura que provoca. FIL-TUE fue el más efectivo en el control del daño por sol. A su vez, los frutos no sufrieron alteraciones en su coloración normal.

Quizás uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta es la forma de eliminación del producto en la postcosecha. El grado de desarrollo tecnológico de las líneas de empaque de manzana en el Alto Valle del río Negro es buena, permitiendo un muy buen cepillado de los frutos. Esto asegura entonces la eliminación del producto y de sus posibles residuos visibles.

La calidad de la fruta no fue alterada por la aplicación de los productos. A su vez, las pruebas de flavor y de las características organolépticas no presentaron diferencias demostrando que los productos no provocaron alteraciones a ese nivel.

El hecho de analizar si existía algún tipo de alteraciones en el flavor o las características organolépticas propias de las variedades estudiadas fue un aspecto importante evaluado por el panel entrenado.

En los ensayos realizados en la temporada 2001-2002 se puede apreciar como las aplicaciones de Fil-Tue redujeron sensiblemente la cantidad de daño por sol, como así también se logró un aumento en la cantidad de fruta obtenida en las categorías de más alto valor económico.

Bibliografía

- Andrews, P. y Johnson, J. 1996 Physiology of sunburn development in apples. *Good Fruit Grower*. 47 (july):33-36
- Arakawa, O. Hori, Y. Ogata, R. 1985 Relative effectiveness and interaction of ultraviolet-B, red and blue light in anthocyanin synthesis of apple fruit. *Physiol. Plant* 64 323-327
- Basnizki, J. y Evenari, M. (1975) The Influence of a Reflectant on Leaf Temperature and Development of the Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.) *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100(2):109-112
- Benitez, C. Duprat, F., Grotte, M. e Insúa, E. (1993) Evaluation of apple quality versus the fruits position on the tree. Intern. Symposium Cultivar Improv. of Hort. Crops and Peach. Beijing, China Septiembre 1993 16 p.
- Benitez, C. Duprat, F., Grotte, M. e Insúa, E. (1996) Evaluación de la calidad de la producción de manzanas y perales en función de la posición de los frutos en el árbol. 2da. Parte. XIX Congr. Arg. De Hort., ASAO: 154. San Juan. Arg. Set 1996 24p.
- Benitez, C. Duprat, F., Grotte, M. e Insúa, E. (1997) Fruit placement on the tree and its influence on maturity and quality for pears. *7th International Symposium Pear Growing*. Talca, Chile Enero 1997. 8 p.
- Caldwell, M.M. 1971 Solar UV radiation and the growth and development of higher plants. In: *Photophysiology*, Vol. VI, p. 131-177, A.C. Giese (Ed.). Academic Press, New York. EE.UU.
- Caldwell, M.M. 1971 The effects of solar UV radiation(280-315 nm) on higher plants: implications of stratospheric ozone reduction. In: *Research in Photophysiology*, p. 597-607 A. Castellani (Ed.). Plenum Publ. Corp., New York. EE.UU.
- Curry, E.A. 1997 Temperatures for optimum anthocyanin accumulation in apple tissue. *Journal of Horticultural Science*. 72 (5) 723-729
- Evans, R. G. 1993a Designing and operating overtree evaporative cooling systems for apples. *Good Fruit Grower*.44 (June). 23-27
- Evans, R. G. 1993b Assessing the mechanics of evaporative orchard cooling. *Good Fruit Grower*.44 (June). 29-32
- Glenn, D.M., Puterka, G.J., Vanderzwet, T, Byers, R.E., Feldhake, C. 1999 Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal of economic entomology*. Aug. v. 92 (4) p. 759-771
- Glenn, D.M., Prado, E., Erez, A., McFerson, J., Puterka, G.J., 2002 A reflective, processed-kaolin particle films affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127 (2):.188-193

Johnson, J.R. Fahy, D. Gish, N. Andrews, P. 1999 Influence of ascorbic acid sprays on apple sunburn. *Good Fruit Grower*. 50 32-37

Meilgaard, M. Civille, G. V. and Carr, B.T. 1988 Sensory evaluation techniques CRC Press, Inc. Boca Raton , Florida USA

Moreshet, S., Cohen, Y., Fuchs, M. 1979 Effect of Increasing Foliage Reflectance on Yield, Growth, and Physiological Behavior of a Dryland Cotton Crop. *Crop Science*. 19:863-868

Norma IRAM 20001:1995 Análisis sensorial – Vocabulario

Norma IRAM 20005 - 1:1996 Análisis sensorial – Guía general para la selección, entrenamiento y monitoreo de evaluadores – Evaluadores seleccionados.

Norma IRAM 20015 Análisis sensorial – Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional.

Schrader, L.E., Zhang, J., Duplaga, W.K. 2001 Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface temperature Online Plant Health Progress

Wünsche, J.N. Greer, D.H. Lang, S. McGhie, T. Palmer, J.W. 1999 Identifying the cause and Prevention of sunburn on Apples. *NZ Agricultural and Horticultural Science Convention*.