



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

DESARROLLO DE LENTICELOSIS EN MANZANAS
CV. ROYAL GALA

MEMORIA DE TITULO

M^a CAROLINA DEL ROSARIO ACEVEDO LARA.

TALCA – CHILE

2004

Agradecimientos:

En primer lugar debo dar todos mis agradecimientos a la Sra. Claudia Moggia, profesora guía y al Sr. Antonio Yuri, profesor informante, por haberme acogido y guiado en este último año y medio de mi vida universitaria, además debo agradecer a la agrícola El Aromo, a las empresas exportadora Dole Chile S.A y Unifrutti, por haber facilitado la fruta necesaria y sus instalaciones para llevar a cabo este ensayo.

No puede dejar de agradecer a todas y cada una las personas que trabajan en el Centro de Pomáceas (Marcia, Valeria, Yasna, Álvaro, Sra. Amalia, Victoria...), ya que sin su ayuda y apoyo moral, difícilmente hubiese terminado tan exitosamente este camino.

Sinceramente Muchas Gracias.

Aprobación:

Profesor Guía

**Ing. Agr. M. S Claudia Moggia Lucchini
Profesora Escuela de Agronomía.
Universidad de Talca.**

Profesor Informante

**Ing. Agr. Dr. José Antonio Yuri Salomón
Profesor Escuela de Agronomía.
Universidad de Talca.**

Fecha de aprobación de Memoria: 27 de septiembre del 2004.

Resumen

Este ensayo se llevó a cabo sobre manzanas cv. Royal Gala durante dos temporadas, con el objetivo de estudiar el desarrollo de lenticelosis. En la primera temporada (2002/03), se realizó un muestreo de la fruta, de un huerto ubicado en la comuna de San Clemente VII Región, diferenciándola en 4 condiciones: Superior-Color, Superior-Verde, Inferior-Color, Inferior-Verde, para confeccionar curvas de evolución tanto para los índices de madurez; así como de las lenticelas de la fruta ante una tinción al vacío con Azul de Toluidina (200ppm). Se midió intensidad de tinción y N° de lenticelas teñidas/cm². Se realizaron dos cosechas, manteniendo en cada una de estas la diferencia de ubicación de la fruta en el árbol (superior e inferior). Después de 4 meses de almacenaje a 0°C, la fruta fue sometida a un proceso de selección y embalaje comercial, para evaluar el efecto de éste sobre la incidencia y severidad de Lenticelosis. Para la segunda temporada (2003/04) se almacenó fruta proveniente de la empresa exportadora Dole Chile S.A , reuniéndose un total de cinco diferentes productores, con dos fechas de cosechas. Habiendo transcurrido 2 meses de almacenaje a 0°C, la fruta fue trasladada a la unidad de almacenaje del Centro de Pomáceas, de la U. de Talca, realizándose una evaluación inicial de madurez y Tinción al vacío. La fruta se mantuvo en promedio 4 meses en FC a partir de su cosecha. Al cabo de este periodo, también se le sometió a un proceso de selección y embalaje comercial para evaluar incidencia y severidad de lenticelosis. Los resultados del primer ensayo indicaron que sólo la fruta con color de cubrimiento, mostró una mayor intensidad de tinción en comparación a la fruta sin color de cubrimiento; el factor ubicación en el árbol, no tuvo efecto sobre los parámetros medidos, sin embargo, no hubo desarrollo de lenticelosis. Por otra parte, hubo un cierto grado de asociación entre la técnica de tinción y los índices de madurez Color de Fondo, Firmeza y Almidón, por lo que en un futuro podrían complementar un método de predicción de lenticelosis. Para el segundo ensayo se observó que en la medida que la fruta es sometida a un proceso de selección y embalaje la manifestación de lenticelosis se hizo evidente, por el uso de detergente y altas T° durante el proceso. Las diferencias en lenticelosis entre ambas temporadas, se explicaría en parte por la presencia de altas T° mínimas (>10°C) durante el periodo de elongación celular de la fruta.

Abstract

This assay was carried out on Royal Gala apples during two seasons, with the objective of studying the development of lenticel breakdown after storage. During the first season (2002/03), fruit was sampled from an orchard located in San Clemente (7th. Region), segregating fruit into 4 positions in the tree: Upper-Colour, Upper-Green, Bottom-Colour, Bottom-Green. Evolution curves were made for maturity indices, as well as for lenticel marking of the fruit under a vacuum infiltration with Toluidine Blue (200ppm). Both intensity of the marking and number of dyed lenticels/cm² were recorded. Fruit of two harvest dates was collected maintaining the difference of location in the tree (upper and lower). After 4 months of regular storage (0°C) the fruit was subjected to a commercial packing process, in order to evaluate its effect on the incidence and severity of lenticel breakdown. For the second season (2003/04) fruit from five different growers was obtained from a commercial exporting company (Dole Chile S.A). For each grower, there were two harvest dates. After 2 months of storage at 0°C, the fruit was transferred to the storing facilities of Centro de Pomáceas, at the University of Talca, where an initial evaluation of maturity and vacuum lenticel marking was done. The fruit stayed on average 4 months in refrigerated storage, and after this period, it was subjected to the same packing commercial process. The results of the first season indicated that only the fruit with red colour, showed a greater intensity of dye uptake in comparison to green; the location of the fruit in the tree, did not have effect on the measured parameters; nevertheless, there was no development of lenticel breakdown. On the other hand, there was a certain degree of association between the dyeing technique and maturity indices such as ground colour, firmness and starch index; these could complement a predicting model. For the second season lenticel breakdown was developed when the fruit was under the packing line process, due to the use of high temperatures and detergent. Differences in lenticel breakdown among the two seasons could be explained by the presence of high minimum temperatures (> 10°C) during the period of cell elongation of the fruit.

Índice

I. Introducción	1
II. Revisión Bibliográfica	
2.1 Generalidades de la Lenticelosis.	3
2.2 La Cutícula de la Fruta.	3
2.3 La estructura de las Lenticelas.	4
2.4 Desórdenes Fisiológicos Asociados a la Lenticela.	4
2.5 Factores Predisponentes.	6
2.6 Estudios Realizados.	6
2.7 ¿Por que el proceso de embalaje aumenta la incidencia de Lenticelosis?	7
III. Materiales y Método	
3.1 Antecedentes Generales.	8
3.2 Temporada 2002/03.	8
3.3 Temporada 2003/04.	12
IV. Resultados y Discusión	
Temporada 2002/03.	
4.1 Precosecha.	14
4.2 Madurez, Calibre y Tinción al Vacío al momento de la cosecha.	21
4.3 Efecto del procesamiento comercial de la fruta sobre la incidencia de Lenticelosis, después de almacenaje.	25
Temporada 2003/04.	
4.4 Evaluación inicial de la fruta.	26
4.5 Efecto del procesamiento comercial de la fruta sobre la incidencia de Lenticelosis, después de almacenaje.	29
4.6 Asociación de Incidencia final de lenticelosis con la técnica de Tinción al vacío.	30
V. Conclusiones	32
Bibliografía	33
Anexos	35

Índice de Cuadros

IV. Resultados y Discusión.

Cuadro 4.1: Evolución del % de Cubrimiento en precosecha, de manzanas cv. Royal Gala, muestreadas desde distintas ubicaciones del árbol (Superior e Inferior), y con distinta condición de % de cubrimiento durante la temporada 2002/03.	17
Cuadro 4.2: Estado inicial de madurez previo a almacenaje en manzanas cv. Royal Gala, temporada 2002/03.	23
Cuadro 4.3: Clasificación de calibre en diámetro y peso, para cajas de 18 Kg.	24
Cuadro 4.4: Peso y Diámetro para las distintas condiciones de fruta cosechadas en manzanas cv. Royal Gala temporada 2002/03.	24
Cuadro 4.5: Tinción al vacío realizada al momento de la cosecha en manzanas cv. Royal Gala, temporada 2002/03.	24
Cuadro 4.6: Peso y Diámetro para los distintos productores y épocas de cosecha en manzanas cv. Royal Gala temporada 2003/04.	28
Cuadro 4.7: Estado de madurez a cosecha de manzanas cv. Royal Gala, Temporada 2003/04.	28
Cuadro 4.8: Tinción al vacío realizada a los 2 meses de almacenaje (FC) en manzanas cv. Royal Gala temporada 2003/04	29

Índice de Figuras

III. Materiales y Método.

- Figura 3.1:** Conteo de lenticelas marcadas en tinción en un anillo de 2 cm. de diámetro. Fuente Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. 9
- Figura 3.2:** Escala de intensidad de Tinción al Vacío. Fuente Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. 9
- Figura 3.3:** Escala de severidad de Lenticelosis. Fuente Centro de Pomáceas Universidad de Talca. 12

IV. Resultados y Discusión.

- Figura 4.1:** Evolución del peso fresco promedio, medido en grs. para manzanas cv. Royal Gala, en precosecha durante la temporada 2002/03. 14
- Figura 4.2:** Evolución de intensidad de tinción en manzanas cv. Royal Gala, muestreadas con distinta condición de % de cubrimiento (Color y Verde) (A) y de distintas ubicaciones del árbol (Superior e Inferior) (B) durante la temporada 2002/03. 18
- Figura 4.3:** Evolución del número de lenticelas marcadas en tinción, de manzanas cv. Royal Gala, muestreadas con distinta condición de % de cubrimiento (Color y Verde) (A) y de distintas ubicaciones del árbol (Superior e Inferior) (B), durante la temporada 2002/03. 19
- Figura 4.4:** Asociación de índices de madurez y Tinción al vacío en precosecha temporada 2002/03. 20
- Figura 4.5:** % de Incidencia y Severidad de Lenticelosis, después de cuatro meses de almacenaje en manzanas cv. Royal Gala temporada 2003/04. 30

I. Introducción

En Chile, la manzana es la segunda especie frutal después de la uva de mesa, tanto en producción como en superficie plantada. En el año 2000 los volúmenes exportados de manzana llegaron a 387.600 toneladas, siendo superado sólo por la uva de mesa con 596.200 toneladas (ODEPA, 2000).

Tomando en cuenta la importancia económica que tiene para el país el cultivo de la manzana y la superficie que alcanzarán las variedades bicolor, es de vital importancia conocer las nuevas causas de rechazo de exportación que han surgido. Una de estas corresponde al desorden fisiológico llamado Lenticelosis, que ha aparecido con mayor frecuencia en las últimas temporadas, expresándose el síntoma después de almacenaje. Esto ha llevado a un aumento de los reclamos en los mercados de destino, ya que al momento del envío, la fruta no presenta daño aparente, desarrollándose este durante el transporte.

A nivel mundial se han desarrollado pocos estudios sobre el tema, por lo que aún no existen resultados concluyentes que establezcan la magnitud del problema y los factores que lo provocan.

Recopilando lo que la literatura señala sobre cuáles serían las condiciones predisponentes, se puede inferir que fruta de cosechas más tardías y de la parte superior del árbol, será más propensa a la manifestación de lenticelosis después de almacenaje. Además, sería posible visualizar cambios en las lenticelas durante la última fase de crecimiento del fruto, a través de un proceso de tinción de estas estructuras, pudiendo servir esto como un método de predicción; por último, el procesamiento de la fruta en las líneas de selección y embalaje aumentaría la incidencia de lenticelosis.

Dado lo anterior , en el presente trabajo se planteó como objetivo general el estudio del desarrollo de lenticelosis en manzanas cv.Royal Gala, siendo los objetivos específicos:

- Determinar el efecto de la ubicación de la fruta en el árbol (superior e inferior), sobre la incidencia de lenticelosis en cv. Royal Gala después de almacenaje.
- Determinar el efecto del procesamiento de la fruta sobre la manifestación de Lenticelosis en cv.Royal Gala después de almacenaje.
- Avanzar en el desarrollo de un posible método de predicción de lenticelosis.

II. Revisión Bibliográfica

2.1 Generalidades de la Lenticelosis.

Durante la temporada frutícola 1994-95, desde Aconcagua al Sur, se diagnosticó por primera vez en Chile este desorden, en diversas variedades de manzanas, entre ellas Gala y Royal Gala (Morales, 1995; Moggia y col., 1997). Esto ha significado a lo largo del tiempo pérdidas de consideración en los centros de embalaje, reduciendo los porcentajes de exportación y aumentando los reclamos en los mercados de destino.

Esta anomalía también se ha presentado en la variedad Gala en el sur de Brasil con mayor intensidad algunos años. El problema ha sido investigado en Estados Unidos y Sudáfrica (Morales, 1995).

2.2 La Cutícula de la Fruta.

Dependiendo del cultivar, fase de desarrollo y condiciones ambientales, la cutícula variará en estructura, composición, grosor y permeabilidad. Esta se forma por ceras de unión enzimática, que gradualmente engrosan con el tiempo. En la medida que las células interiores crecen y se elongan, la presión interna fractura la cutícula, para lo cual, la fruta posee un mecanismo llamado "Rip and Stitch", que tiene su base en la síntesis de plaquetas de cera en la superficie de la fruta, las cuales tienen como objetivo, reparar las fracturas que se producen en la cutícula. Cualquier alteración en la producción de estas ceras tiene el potencial de cambiar la naturaleza de la cutícula. Dentro de los factores que pueden alterar este mecanismo se encuentra la T^o ambiente, la humedad relativa, el estado sanitario del árbol y/o sustancias aplicadas a la fruta y el follaje. El punto principal es que la cutícula es un tejido dinámico durante todo el crecimiento de la fruta (Curry, 2003).

2.3 La estructura de las Lenticelas.

En textos de anatomía de las plantas, una manzana es considerada como una hoja modificada. Esto es importante porque como la hoja, la fruta también tiene estomas, a los cuales se les denomina Lenticelas, que serían funcionales en un principio, pero más tarde perderían funcionalidad, debido a que la fruta comienza a crecer y las células de la epidermis se endurecen, (Moggia y col., 1997; Curry, 2001). Por lo tanto, las Lenticelas corresponden a los estomas que posee la fruta, aunque también pueden provenir de cicatrices de tricomas o de quiebres de la cutícula.

Centrándonos solo en la estructura de las lenticelas, se puede decir que éstas representan una zona definida de la epidermis, teniendo células dispuestas relativamente separadas, las que pueden o no estar suberizadas (Fahn, 1974; Yuri, 1995). Las lenticelas sobresalen de la epidermis circundantes debido al mayor tamaño y separación de las células que contiene, las que además suelen ser más numerosas (Fahn, 1974).

2.4 Desordenes fisiológicos asociados a la lenticela.

Se usa el término lenticelosis para identificar cualquier alteración que afecta esta estructura en la fruta. Sin embargo, es posible encontrar en la literatura dos desordenes asociados a estas estructuras de la fruta, conocidos como *Lenticel Breakdown* y *Lenticel Spot*. Adicionalmente también existen antecedentes sobre un posible daño por Calcio, la descripción de estos síntomas sigue a continuación:

- ***Lenticel Breakdown***: En Chile se conoce más por el nombre de Lenticelosis. Este desorden comienza a expresarse cuando en la piel de la fruta, comienzan a aparecer manchas pequeñas, levemente oscuras en las lenticelas. Usualmente después del proceso de selección y embalaje de la fruta, se desarrolla una depresión alrededor de éstas, que

puede llegar a tener un diámetro de 3 a 5- mm. (Morales, 1995; Moggia y col., 1997). Estos síntomas son más fáciles de observar en el color de fondo del fruto, que en el color rojo de cubrimiento. En un comienzo, es frecuente que los productores confundan los síntomas con Bitter-pit, si solo se observa la parte externa del fruto.

Es de difícil ocurrencia en precosecha, siendo más típico de esta enfermedad su expresión durante la conservación en frío, el transporte y la comercialización (Morales, 1995; Curry, 2001). La literatura menciona a las variedades Jonathan, Yellow Newton, Golden, Rome Beauty, Gravestein, Winter Banana, Horthen Spy, Fuji y Gala como variedades susceptibles (Morales 1995; Moggia y col 1997).

- **Lenticel Spot** : A diferencia del anterior, *Lenticel Spot* ocurre sólo en las lenticelas y el daño se asocia a productos químicos que entran en contacto con el fruto (Amonio, SO₂, sales, etc.). Generalmente aparece al momento de la cosecha, su desarrollo se acelera con altas temperaturas y se inhibe con bajas (Richmond y Dewey, 1969). La susceptibilidad de la fruta es muy variable de año en año y también entre huertos, siendo de mayor magnitud en fruta de árboles jóvenes y enanos (Moggia y col., 1997).
- **Daño por Calcio** : El daño se localiza a nivel de las lenticelas, formándose halos rojizos alrededor de las mismas. Probablemente es causado por plasmolisis de las células en presencia de altas concentraciones de sales (Meheriuk et al.,1982 y Yuri, 1995). El tejido se oscurece por reacciones de oxidación y se produce una depresión por deshidratación (Bramlage, 1995; Bramlage y Weis, 1994). El principal factor que afecta el ingreso de Ca a la fruta, en una aplicación de postcosecha, es la concentración de la solución (Zoffoli, 1997). Se ha reportado que más de un 3% de concentración de CaCl₂ puede causar daño, siendo su magnitud dependiente de la variedad (Moggia y col., 1997).

2.5 Factores Predisponentes.

La causa exacta de los desordenes asociados a las lenticelas es desconocida. Se presenta comúnmente en temporadas secas y calurosas, también tiene alta frecuencia en frutos de mayor calibre que en frutos pequeños. En algunas partidas de manzanas, un retraso en ingresar al frigorífico o temperaturas de mantención deficientes, favorecen la expresión del síntoma (Morales, 1995).

Observaciones han reportado que el mayor porcentaje de manchas ocurre en la fruta más expuesta a la luz. Estos son los frutos que expresan los síntomas en el huerto. Otro factor predisponente pareciera ser la fertilización nitrogenada excesiva (Morales, 1995; Moggia y col., 1997)

2.6 Estudios Realizados.

Curry (2000-2002), trabajó con las variedades Fuji y Gala en ensayos de almacenaje, para medir el porcentaje de fruta comercial después de inducir el desorden fisiológico a nivel de lenticela. El ensayo consistió en trabajar con fruta de 6 huertos distintos. Cada huerto aportó tres bins, uno fue almacenado en Atmósfera Controlada Comercial y los dos restantes fueron almacenados en cámaras de investigación; uno en Atmósfera Controlada y el otro en Frío Convencional.

Para Gala las evaluaciones se realizaron al momento de la cosecha, a 4 y 8 meses de almacenaje. Para Fuji al momento de la cosecha, a los cinco y diez meses de almacenaje. Las evaluaciones consistían en medir firmeza de pulpa, color e incidencia del desorden fisiológico.

Para evaluar la incidencia, la fruta era dejada a temperatura ambiente por siete días, sometiéndola antes a un tratamiento de detergente/cera para inducir el desorden fisiológico. El

número de lenticelas manchadas fueron contadas dentro de un anillo de dos cm de diámetro, en el lado más afectado y en el opuesto, calculándose un promedio relativo por fruta.

En Gala la relación firmeza y porcentaje de fruta embalable alcanzo un r^2 de 0.84. En Fuji la relación entre almidón y porcentaje de mancha inducidas alcanzo un r^2 de 0.86.

Con este estudio Curry propone otros parámetros que podrían ayudar a la predicción del problema: en huertos identificados por antecedentes de haber presentado el desorden, se deberían realizar muestreos con tres semanas de anticipación a la cosecha comercial, para establecer una relación más clara entre madurez y lenticelas manchadas. Además de evaluar la madurez, realizar el tratamiento de detergente/cera y un tratamiento de tinción de lenticelas abiertas, para determinar su uso como test de predicción.

2.7 ¿Por que el proceso de selección y embalaje aumenta la incidencia de lenticelosis?

La fruta que va a proceso de selección y embalaje, se encuentra fría. Esta es depositada en un pozo de recepción, cuya agua posee una temperatura mayor a la de la fruta. La combinación de calor y agua, causa dos efectos en la fruta: el primero es que la fruta se expanda, produciéndose donde la cutícula es delgada, fracturas alrededor de las lenticelas ; y segundo, el aire proveniente del interior de la fruta, lentamente forma globos, por la razón que el oxígeno y el dióxido de carbono son más solubles en agua fría que en agua caliente. Además cuando la fruta es tratada con detergente, este entra por las microfracturas, destruyendo las membranas de las células adyacentes a las lenticelas. (Curry, 2002)

III. Materiales y Método

3.1 Antecedentes Generales.

La investigación se realizó durante las temporadas 2002/03 y 2003/04 en manzanas cv. Royal Gala proveniente del huerto San Carlos, propiedad de Frutícola El Aromo (para la primera temporada), el que se encuentra ubicado en la comuna de San Clemente (35,23° latitud sur; 71,38° longitud oeste aprox.), VII Región. Para la segunda temporada se utilizó fruta proveniente de la empresa exportadora Dole Chile S.A., planta San Fernando, VI Región.

3.2 Temporada 2002/03

3.2.1 Evolución de Crecimiento-Madurez y Cambio en Tinción de la fruta en precosecha.

Este ensayo se llevó a cabo durante la temporada 2002/03, escogiendo un cuartel con antecedentes de incidencia de lenticelosis y dentro de éste, 2 hileras con árboles homogéneos en vigor, carga frutal y condición sanitaria.

A partir del día 104 DPF (después de plena flor, 15 Enero), se procedió a realizar muestreos a intervalos semanales, por un periodo de 45 días. Cada muestreo consistió en recolectar fruta ubicada diferencialmente en la parte superior e inferior del árbol, además de hacer separación entre fruta con color de cubrimiento y fruta totalmente verde. A ésta se le realizó análisis a través de la técnica de tinción al vacío y los índices tradicionales de crecimiento-madurez, con el objetivo de establecer su evolución en el tiempo.

3.2.1.1 Técnica de Tinción al Vacío.

En cada muestreo se recolectaron 20 frutos de cada condición (superior c/color, superior s/color, inferior c/color, inferior s/color), quedando éstos agrupados en 4 repeticiones de 5 frutos cada una. La técnica consiste en someter a la fruta a una infiltración con Azul de Toluidina (solución a 200 ppm), en un desecador de vidrio, a una presión de vacío de 500 mmHg por 2 minutos, cuantificándose posteriormente el número de lenticelas marcadas en un anillo de 2 cm. de diámetro (Figura 3.1), en dos caras opuestas del fruto en la zona ecuatorial, calculándose un promedio entre ambas, para estimar así el número de lenticelas marcadas/cm². Además, se midió la intensidad de las marcas en una escala de 1 (mínima tinción) a 3 (máxima tinción) (Figura 3.2).



Figura 3.1: Conteo de lenticelas marcadas en tinción en un anillo de 2 cm. de diámetro.



Figura 3.2: Escala de intensidad de Tinción al Vacío.

3.2.1.2 Índices de Madurez.

En cada muestreo se tomaron 9 frutos de cada condición, quedando éstas agrupadas en 3 repeticiones de 3 frutos cada una, sometiéndola a medición de crecimiento (peso fresco y diámetro ecuatorial) y a los siguientes índices de madurez.

- **Color de Fondo y Porcentaje de Cubrimiento:** El primero se evaluó en forma visual en 5 categorías: F1 (verde) a F5 (amarillo) (Manual del Exportador, 1997). El segundo, por otra parte, se evaluó también en forma visual, estimando la superficie del fruto cubierta de rojo, expresado en porcentaje.
- **Firmeza de pulpa (lb.):** Se evaluó mediante un presionometro de mesón, utilizando un vástago de 7/16" (11mm). Se realizaron dos mediciones por cada fruto, en lados opuestos de la zona ecuatorial, previa remoción de la piel.
- **Concentración de sólidos solubles (°Brix):** Se realizó con jugo proveniente de aquellos frutos a los que se les midió firmeza, mediante un refractometro portátil, termocompensado marca Atago ATc 1.
- **Índice de Almidón:** Una solución de yodo en forma de yoduro de potasio al 30%, se aplicó a cortes transversales de frutos, comparándose luego con una escala que de 1 (para fruta completamente inmadura) a 6 (para fruta completamente madura) (Manual del Exportador, 1997).
- **Acidez titulable (% ácido málico):** Se obtuvo mediante la titulación de 10 ml de jugo, extraídos de trozos de fruta sin epidermis, con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N hasta un valor de pH 8.2, indicado por un pH-metro marca Schott, Modelo CG 840.

3.2.1.3 Diseño y análisis estadístico.

El diseño correspondió a un DCA con arreglo factorial de 2 x 2, dado por la ubicación (superior-inferior) de la fruta y la coloración de la misma (sin color-con color). Para el análisis de los

datos, se confeccionaron curvas de evolución de crecimiento y tinción, además de determinar los distintos grados de correlación entre las variables de madurez con el cambio en tinción.

3.2.2 Madurez, Calibre y Tinción de la fruta a cosecha y posterior almacenaje.

Se evaluaron dos fechas de cosecha, manteniendo en cada una de éstas la diferencia de ubicación de la fruta en el árbol (superior e inferior). Estas se realizaron a 134 (14/Febrero) y 153(5/Marzo) DDPF, respectivamente. Fruta de las dos cosechas fue almacenada en FC por un máximo de 4 meses, con temperaturas de 0°C y 90-95% de humedad relativa. Esta condición fue establecida en la unidad de almacenaje del Centro de Pomáceas, de la Universidad de Talca.

A cosecha y en forma mensual, se realizaron evaluaciones que consistieron en la medición de los índices convencionales de madurez y Tinción al Vacío, usando 4 repeticiones de 5 frutos cada una. Además, a cosecha se evaluó el calibre y el % de cubrimiento que presentaba la fruta en ese momento, usándose los mismos frutos que se utilizaron para medir el estado de madurez.

3.2.2.1 Diseño y análisis estadístico.

El diseño correspondió a un DCA con arreglo factorial de 2 x 2, dado por la ubicación de la fruta en el árbol (superior-inferior) y las fechas de cosecha (134 y 153 DDPF), con 4 repeticiones de 5 frutos.

El análisis estadístico de los datos consistió en un análisis de varianza y posterior separación de medias, mediante la prueba estadística Duncan ($p \leq 0.05$); además, se realizaron asociaciones entre las variables de madurez de la fruta y el cambio en tinción de las lenticelas, tanto en número como en intensidad,

3.2.3 Efecto del procesamiento comercial de la fruta sobre la incidencia de Lenticelosis, después de almacenaje.

Al cabo del periodo de almacenaje (4 meses), se realizó el proceso de la fruta en la planta procesadora de la exportadora Unifrutti, Linares. Las condiciones de proceso correspondieron a las que se utilizan comercialmente (Anexo 1 A). Posteriormente, se dejó la fruta a T° ambiente por 10 días, para evaluar incidencia (% de frutos afectados) y severidad (Leve-Moderado-Severo) de Lenticelosis (Figura 3.3).



Figura 3.3: Escala de severidad de Lenticelosis.

3.3 Temporada 2003/04.

En esta temporada se almacenó fruta proveniente de una empresa exportadora, reuniéndose un total de cinco diferentes productores, con dos fechas de cosechas distintas, y presentando cada uno de ellos, distintos grados de predisposición al desorden fisiológico.

3.3.1 Evaluación inicial de la fruta.

Al momento en que la fruta fue trasladada desde las exportadoras a la unidad de almacenaje del Centro de Pomáceas, de la Universidad de Talca, se procedió a realizar una

evaluación inicial de índices convencionales de madurez y Tinción al Vacío, usando 4 repeticiones de 5 frutos cada una para madurez y 4 repeticiones de 20 frutos para la Tinción al Vacío, en promedio la fruta ya llevaba 2 meses de almacenaje en FC (0°C y 90-95% HR).

3.3.2 Efecto del procesamiento comercial de la fruta sobre la incidencia de lenticelosis, después de almacenaje.

La fruta se mantuvo en promedio cuatro meses en almacenaje (FC) a partir de su cosecha. Al cabo de este periodo, se sometió a un proceso comercial, el que fue realizado en la planta procesadora de la exportadora Unifrutti ubicada en Linares. Las condiciones de este proceso (Anexo 1 B) correspondieron a las que se utilizan comercialmente. Junto con ello se dejó la misma cantidad de fruta sin procesar (100 frutos/ fecha de cosecha/productor). Posteriormente, toda la fruta se dejó a T^o ambiente por 10 días, para evaluar la incidencia (% de frutos afectados) y severidad (escala subjetiva: Leve-Moderado-Severo) de Lenticelosis (Figura 3.3).

Para el análisis estadístico de los datos, se realizaron distintas asociaciones entre las variables de madurez de la fruta, tinción al vacío (número de lenticelas marcadas en tinción e intensidad de tinción), e incidencia de lenticelosis, junto con someter a los datos a un análisis de varianza y posterior separación de medias, mediante la prueba estadística Duncan ($p \leq 0.05$).

IV. Resultados y Discusión

Temporada 2002/03

4.1 Precosecha

4.1.1 Crecimiento de la Fruta.

Entre los días 112 y 134 DPF se produjo el mayor aumento de peso en la fruta, el cual varió de 150 a 185 g. en promedio, para todas las condiciones muestreadas, como se puede observar en la Figura 4.1.

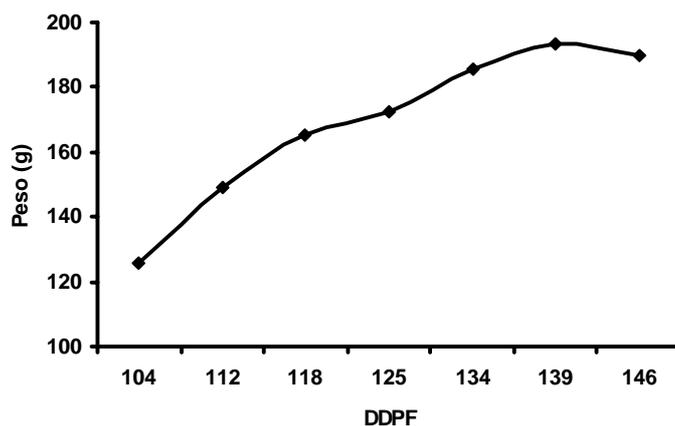


Figura 4.1: Evolución del peso fresco promedio, medido en gramos. para manzanas cv. Royal Gala, en precosecha durante la temporada 2002/03.

Según Kolattukudy (2003), es en este periodo, cuando la fruta experimenta su mayor ganancia de peso, pudiendo verse afectado el desarrollo de la cutícula, por factores medioambientales, los que pueden ser: altas temperatura, mala condición sanitaria del árbol, sustancias aplicadas a la fruta y follaje, etc. La acción de estos factores tendría como consecuencia cambios profundos en la naturaleza de la cutícula.

Curry (comunicación personal), basándose en que el crecimiento de la fruta se produce durante la noche, afirma que si las temperaturas nocturnas son altas, la calidad de las ceras será baja y como consecuencia la fruta no podrá formar una buena cubierta de protección. El mismo investigador, especifica que la condición óptima para el crecimiento del fruto, en especial durante el periodo de elongación celular de éste, es que las temperaturas nocturnas alcancen como máximo unos 10°C.

Dado lo descrito anteriormente, si analizamos las T° alcanzadas en la noche durante el periodo comprendido entre el día 112 y 134 DPF (Anexo 2), se observa que en esta zona geográfica, las temperaturas mínimas alcanzaron un promedio de 11.7°C; lo que da la base para pensar que la fruta cosechada de esta zona y temporada específica, posee una baja susceptibilidad a presentar Lenticelosis después de almacenaje.

La evolución del crecimiento de la fruta, tanto en peso fresco (g), como en diámetro ecuatorial (mm), para las distintas condiciones de fruta muestreada, se pueden observar en los Anexos 3 y 4, respectivamente, evidenciándose que la situación promedio se asemeja a la de fruta coloreada, independiente de su ubicación.

4.1.2 Evolución de madurez y Tinción al Vacío en precosecha.

Basándose en la técnica de tinción al vacío propuesta por Curry (2002), para determinar el número de lenticelas abiertas que posee la fruta y junto con ello su posible potencialidad a desarrollar el síntoma a futuro, se realizó un seguimiento a distintas condiciones de fruta en precosecha, incluyendo adicionalmente, los índices de madurez convencionales.

Moggia (1997), plantea que fruta con un mayor color de cubrimiento es más predisponente a presentar el desorden; que es por consecuencia, la fruta que estuvo más expuesta a la luz solar. Es en esta fruta en que el daño en la cutícula se produce más temprano en la temporada (Curry, comunicación personal).

En efecto, la fruta muestreada con color de cubrimiento, presentó una mayor intensidad de tinción, en gran parte del período de muestreo, en comparación con la fruta sin color (Figura 4.2 A). Por las condiciones de muestreo establecidas para este ensayo, se esperaría que la fruta proveniente de la parte superior del árbol, independiente del color de cubrimiento, mostrara una mayor intensidad de tinción, por ser la que está más expuesta. En cuanto a ubicación de la fruta, se observó en general un mayor % de cubrimiento en la zona superior (Cuadro 4.1), en comparación a la fruta de procedencia inferior, pero no una mayor intensidad de tinción, siendo las curvas de evolución (Figura 4.2 B), prácticamente iguales para fruta proveniente de la parte superior e inferior del árbol. Esto hace pensar que, más que la ubicación de la fruta en el árbol, será la coloración la que tendría un mayor efecto sobre la manifestación de lenticelosis.

Existen antecedentes que fruta ubicada a la sombra, posee una cutícula más delgada, la cual se compone por ceras de inferior calidad, pudiéndose dañar fácilmente las lenticelas al exponer el fruto al sol, en especial durante el periodo previo a la cosecha, que es cuando los frutos ganan peso y las ramas tienden a cambiar de posición (Curry, comunicación personal). Este dato podría explicar el alza que experimentó la fruta muestreada sin color de cubrimiento, en el número de lenticelas marcadas en tinción, el día 134 DPF (Figura 4.3 A), por el hecho de encontrarse próximo el periodo de cosecha.

La evolución de los demás índices de madurez, se pueden observar en los Anexos 5 para Color de fondo, Anexo 6 para firmeza de pulpa, Anexo 7 para Sólidos Solubles, Anexo 8 para Almidón.

Cuadro 4.1: Evolución del % de Cubrimiento en precosecha, de manzanas cv. Royal Gala, muestreadas desde distintas ubicaciones del árbol (Superior e Inferior), y con distinta condición de % de cubrimiento (con color y sin color de cubrimiento) durante la temporada 2002/03.

DDPF	104 ^w (15/Ene.)	112 ^w (22/Ene.)	118 ^w (29/Ene.)	125 ^w (5/Feb.)	134 ^w (14/Feb.)	139 ^w (19/Feb.)	146 ^w (26Feb.)
A. Ubicación							
Inferior	13.4 _b	34.2	30.5 _b	42.0 _b	39.6 _b	70.0 _a	71.7
Superior	33.3 _a	44.7	64.9 _a	50.8 _a	52.8 _a	60.6 _b	67.5
Significancia^z	**	n.s	**	*	**	**	n.s
B.% de Cubri.							
c/color	43.6 _a	67.8 ^a	72.8 _a	76.1 _a	79.3 _a	89.2 _a	93.1 _a
s/color	3.1 _b	11.1 _b	22.8 _b	16.7 _b	13.1 _b	41.4 _b	46.1 _b
Significancia^z	**	**	**	**	**	**	**
A X B							
Significancia^z	**	n.s	n.s	n.s	**	*	n.s
Inferior c/color	26.1 _b				68.7 _b	87.2 _a	
Inferior s/color	1.0 _d				10.6 _c	33.9 _c	
Superior c/color	61.1 _a				90.0 _a	91.1 _a	
Superior s/color	5.6 _c				15.6 _c	48.9 _b	

^w: promedios de una misma columna seguidos por la misma letras no difieren estadísticamente.

^z: n.s = no significativo; ** = p ≤ 0.01; * = p ≤ 0.

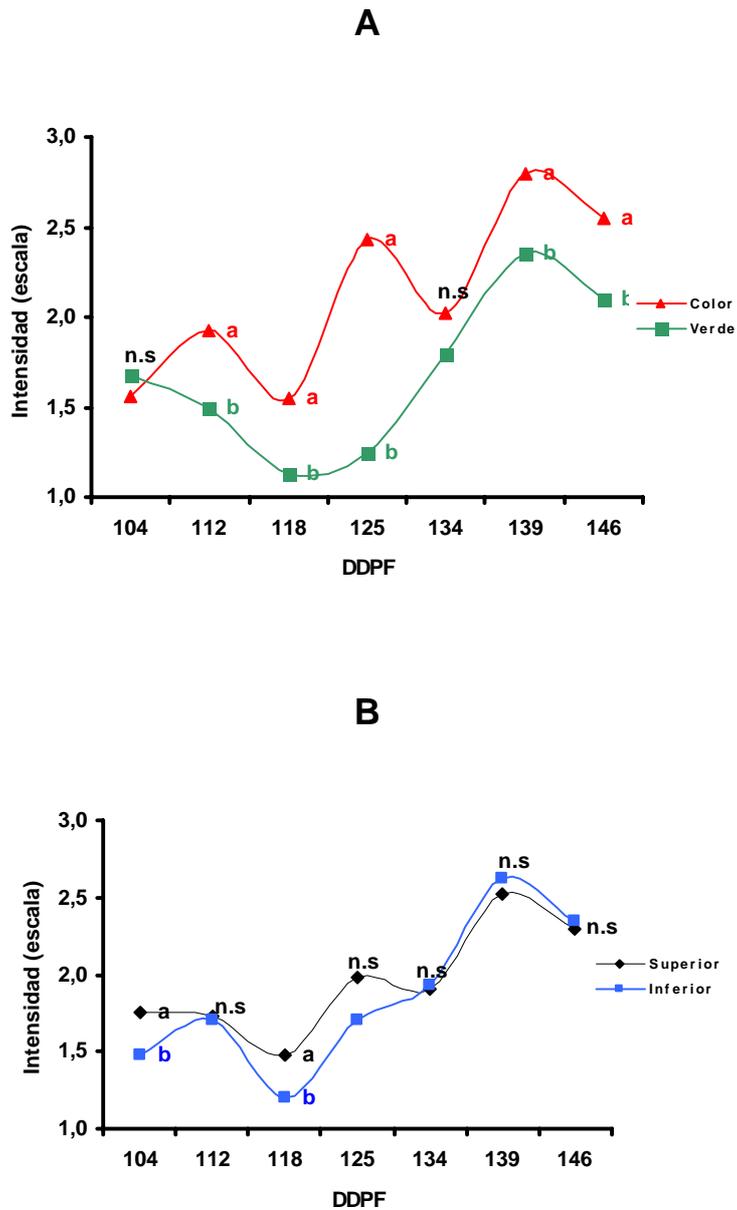


Figura 4.2: Evolución de intensidad de tinción en manzanas cv. Royal Gala, muestreadas con distinta condición de % de cubrimiento (Color y Verde) (A) y de distintas ubicaciones del árbol (Superior e Inferior) (B), durante la temporada 2002/03.

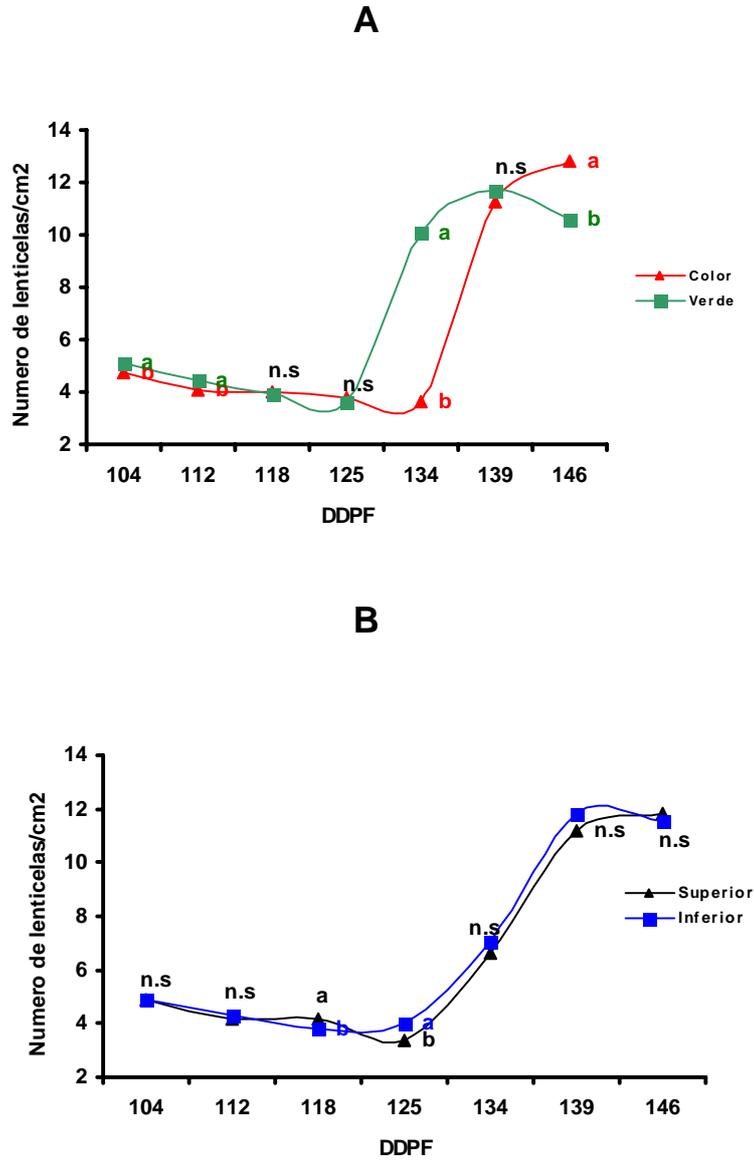


Figura 4.3: Evolución del número de lenticelas marcadas en tinción, de manzanas cv. Royal Gala, muestreadas con distinta condición de % de cubrimiento (Color y Verde) (A) y de distintas ubicaciones del árbol (Superior e Inferior) (B), durante la temporada 2002/03.

4.1.3 Asociación de índices de madurez con la técnica de Tinción al vacío en precosecha.

Al realizar asociaciones entre los distintos índices de madurez y los parámetros medidos con la técnica de tinción en precosecha, se puede observar en la Figura 4.4, que Color de fondo y Almidón, lograron cierto grado de asociación; destacándose la realizada entre color de fondo e intensidad de tinción, la cual fue la que alcanzó el r^2 más alto. Basándonos en que la tinción al vacío predice en alguna medida la lenticelosis final que manifestará la fruta, estos índices serían un complemento para realizar una posible predicción de la potencialidad de la fruta a manifestar lenticelosis.

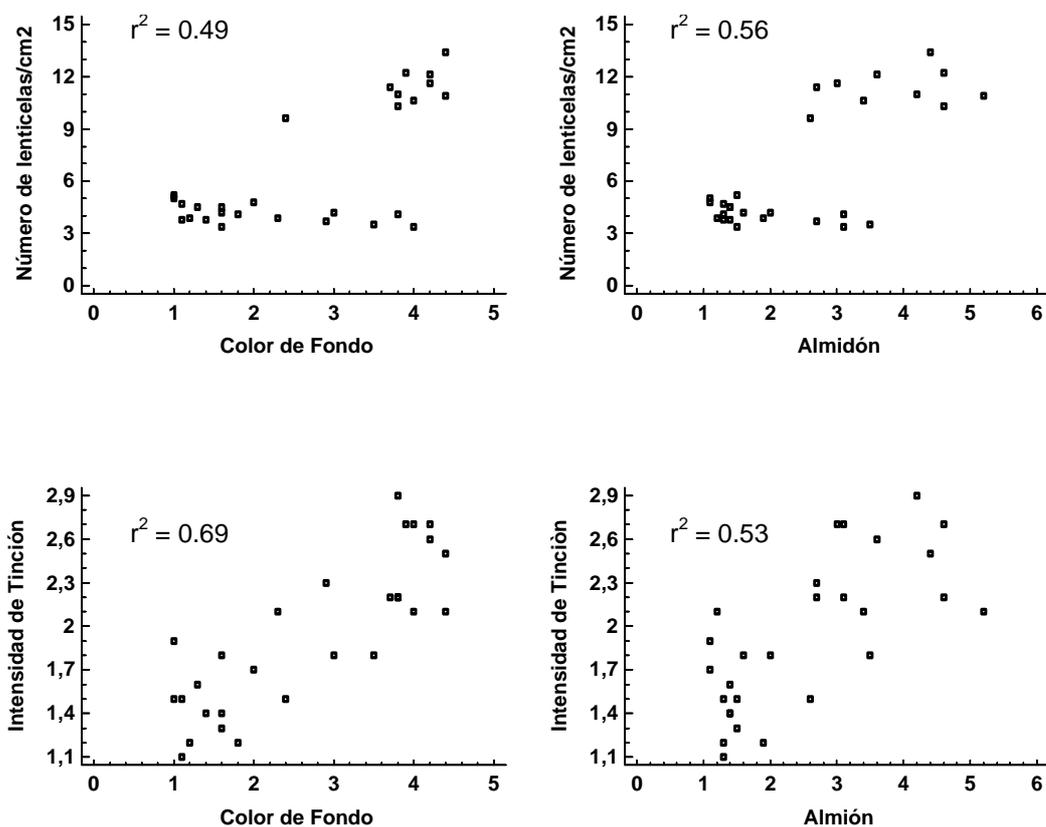


Figura 4.4: Asociación de índices de madurez y Tinción al vacío en precosecha temporada 2002/03.

4.2 Madurez, Calibre y Tinción al Vacío al momento de la cosecha.

Cosechar en óptima madurez reduciría la susceptibilidad de la fruta a expresar el desorden fisiológico llamado lenticelosis (Morales 1995). Con este objetivo Curry (2002), estableció ciertos parámetros para algunos índices de madurez, con los cuales poder establecer una potencialidad de la fruta a desarrollar el desorden fisiológico:

- **Firmeza:** mínima a cosecha 16 lbs., asegurando así un 80% de fruta sin lenticelosis ($r^2=0.84$). Si se comparan los promedios en que fueron cosechadas las distintas épocas, se puede observar en el Cuadro 4.2, que la E1, independiente de la ubicación de la fruta, presentó un valor cercano al valor de firmeza de pulpa propuesto por Curry, a diferencia de la E2, la cual sólo alcanzó un promedio de 15 lbs. También se puede observar en el Cuadro 4.2, que el factor ubicación de la fruta en el árbol y la interacción de éste con la época de cosecha, no tuvieron efectos significativos sobre la variable firmeza de pulpa.
- **Almidón:** el autor propone un máximo a cosecha de 4.0 en la escala de almidón de 1 a 6, para asegurar menos de un 2% de incidencia final de lenticelosis ($r^2= 0.85$); por el contrario, valores de 5.5, llevarían a un 12% de incidencia final del desorden. Al comparar estos parámetros con los valores promedios en los cuales fueron cosechadas las distintas condiciones de fruta, se puede observar en el Cuadro 4.2, que sólo la E1, fue cosechada en un valor menor al propuesto por Curry.
- **Color de Fondo:** para éste indicador determinó un máximo a cosecha de 3.0, con el fin de evitar el aumento de la susceptibilidad de la fruta al daño. Si se observa en el Cuadro 4.2, los promedios alcanzados por las distintas condiciones de fruta cosechadas, sólo la condición E1-S presenta un promedio que no supera ampliamente el valor propuesto por Curry, en comparación con las demás condiciones.

Ahora bien, con respecto a la variable % de cubrimiento, Moggia (1997), planteó que fruta con un mayor color de cubrimiento, es más predisponente a presentar el desorden. Si se comparan los promedios observados en las distintas épocas de cosecha (Cuadro 4.2), éstos varían casi en un 25%, a pesar de no presentar diferencias estadísticas. También es importante de destacar que el factor ubicación de la fruta, no tuvo efecto significativo sobre esta variable.

En forma general y a modo de resumen, se puede decir que la interacción de los factores (época de cosecha y ubicación de la fruta), no tuvo significancia sobre la madurez de la fruta; sólo el factor época de cosecha por sí solo presentó diferencias significativas en 4 de las 6 variables evaluadas. Por lo que se podría afirmar que la época 2 presentaba una madurez más avanzada con respecto a la época 1 al momento de la cosecha.

También es importante concluir que, según los promedios alcanzados por las distintas variables (Firmeza de Pulpa, Almidón, Color de Fondo y % de Cubrimiento), en comparación a los parámetros y criterios establecidos por distintos investigadores, ambas fechas serían susceptibles a desarrollar el desorden fisiológico.

Además, se puede observar en el Cuadro 4.4, que la interacción de los factores (época de cosecha y ubicación de la fruta), no tiene significancia sobre el calibre de la fruta cosechada; sólo el factor época de cosecha mostró diferencias altamente significativas en sus promedios.

Basados en el criterio de embalaje que rige en las Centrales Frutícolas en Chile (Cuadro 4.3), la fruta cosechada correspondió en promedio a los de un calibre de clasificación grande (Cuadro 4.4). Según Morales (1995), el desorden tiene una mayor frecuencia en frutos de mayor tamaño que en frutos pequeños, por el hecho de proceder de zonas más calurosas y de menor HR. Por esta razón la fruta de ambas cosechas eran susceptibles a expresar el daño después del almacenaje, por el hecho de pertenecer a un grupo de calibre grande.

Con respecto al número de lenticelas marcadas con la Tinción al vacío, realizada al momento de la cosecha, se observa que solamente el factor época de cosecha presentó diferencias significativas en sus promedios, no así el factor ubicación o la interacción entre ambos (Cuadro 4.5). De aquí se desprende que fruta de la segunda cosecha tenía en promedio, mayor número de lenticelas abiertas, independiente de la ubicación en el árbol.

Por su parte, para la intensidad de la tinción a cosecha, se pueden observar claramente dos extremos (Cuadro 4.5): la menor intensidad alcanzada por la condición de fruta E1 – I, con un promedio de 1.8, en contraste con la fruta de condición E2 – S, con un promedio de 2.9. Por lo que se podría esperar encontrar diferencias significativas entre estas condiciones, en cuanto a incidencia y severidad de lenticelosis después de almacenaje.

Cuadro 4.2: Estado inicial de madurez previo a almacenaje en manzanas cv. Royal Gala, temporada 2002/03.

	% Cubrim. ^w	Color de Fondo (%verde) ^w	Firmeza (lb.) ^w	SS (°Brix) ^w	Almidón ^{y w}	Acidez ^{uw}
A: Época						
1						
134DDPF-14/02/03	46.2	3.2 _b	15.8	11.9 _b	3.1 _b	0.29
2						
153 DDPF-5/03/03	69.6	4.6 _a	15.0	13.9 _a	5.0 _a	0.32
Sign.^z	n.s	**	*	**	**	n.s
B: Ubicación						
Superior	53.6	3.7	15.2	12.8	3.7 _a	0.30
Inferior	62.2	4.1	15.6	13.0	4.4 _b	0.31
Sign.^z	n.s	n.s	n.s	n.s	**	n.s
AxB						
Sign.^z	n.s	**	n.s	n.s	n.s	n.s
E1 - I		3.5 _b				
E1 -S		2.9 _b				
E2 - I		4.7 _a				
E2 - S		4.6 _a				

^u: % Ac.Malico.

^v: escala de 1 a 3.

^w: promedios de una misma columna seguidos por la misma letras no difieren estadísticamente.

^y: 0.5 degradación nula, 6.0 para degradación total.

^z: n.s = no significativo; ** = p ≤ 0.01; * = p ≤ 0.05

Cuadro 4.3: Clasificación de calibre en diámetro y peso, para cajas de 18 Kg.

Clasificación	Diámetro (mm.)	Peso (g)	Calibre
Grande	≥ 82	≥ 190	≤ 90
Mediano	74 - 79	142 - 190	100 -120
Chico	66 - 70	105 - 142	135-165

Fuente: Centro Pomáceas, Universidad de Talca.

Cuadro 4.4: Peso y Diámetro para las distintas condiciones de fruta cosechadas en manzanas cv. Royal Gala, temporada 2002/03.

	Peso ^w (grs.)	Diámetro (mm) ^w
A: Época		
1		
134DDPF-14/02/03	185.6 _b	74.0 _b
2		
153 DDPF-5/03/03	205.9 _a	76.3 _a
Sign.^z	**	**
B: Ubicación		
Superior	190.8	74.7
Inferior	200.7	75.6
Sign.^z	n.s	n.s
AxB		
Sign.^z	n.s	n.s

^w: promedios de una misma columna seguidos por la misma letras no difieren estadísticamente.

^z: n.s = no significativo; ** = p ≤ 0.01; * = p ≤ 0.05

Cuadro 4.5: Tinción al vacío realizada al momento de la cosecha en manzanas cv. Royal Gala, temporada 2002/03.

	Nº lenticelas/cm ² ^w	Intensidad ^{vw}
A: Época		
1		
134DDPF-14/02/03	3.6 _b	2.0 _b
2		
153 DDPF-5/03/03	4.0 _a	2.7 _a
Sign.^z	*	**
B: Ubicación		
Superior	3.7	2.6 _a
Inferior	3.9	2.1 _b
Sign.^z	n.s	**
AxB		
Sign.^z	n.s	**
E1 - I		1.8 _c
E1 - S		2.3 _{bc}
E2 - I		2.5 _{ab}
E2 - S		2.9 _a

^w: promedios de una misma columna seguidos por la misma letras no difieren estadísticamente.

^z: n.s = no significativo; ** = p ≤ 0.01; * = p ≤ 0.05

4.3 Efecto del procesamiento comercial de la fruta sobre la incidencia de lenticelosis, después de almacenaje.

A pesar de las diferencias señaladas anteriormente en cuanto a número de lenticelas teñidas e intensidad de la tinción, la incidencia de lenticelosis después de haber sometido a la fruta a un proceso de condiciones comerciales, y de haber sido expuesta a T^o ambiente por 10 días, fue de un 0 %, para todas las condiciones. Este hecho tendría su explicación en el período de precosecha (mencionado en el punto 4.1.1), ya que durante el periodo de mayor aumento en peso de la fruta, las temperaturas en esta zona agroclimática y en esta temporada (Anexo 2), fueron muy cercanas a las óptimas sugeridas por Curry (2002), para un desarrollo normal de la cutícula y producción de ceras. A pesar del avanzado estado de madurez en que fueron cosechadas las distintas condiciones de fruta, y la mayor intensidad de tinción que alcanzó la E2 en particular, esto no fue suficiente para aumentar la susceptibilidad de la fruta a la manifestación de lenticelosis, ya que el daño en la cutícula presumiblemente no existía, por las razones antes mencionadas. Por lo tanto, sería interesante incluir en futuras investigaciones la caracterización de cutículas de fruta susceptible y no susceptible al daño, a través de cortes histológicos y observaciones en microscopio electrónico.

El hecho anteriormente descrito no permitió establecer asociaciones entre incidencia de lenticelosis y los parámetros evaluados en tinción, por lo que no se pudo establecer una predicción de la manifestación del daño. Ésto a pesar de que la tinción, en conjunto a algunos índices de madurez, presentaron altos coeficientes de asociación en precosecha. Ello hace pensar que probablemente en una temporada de alta susceptibilidad, estas asociaciones mejoren y la escala de intensidad de tinción se haga más amplia. Además, tampoco se pudo establecer el efecto de la ubicación de la fruta en el árbol y la condición de color de cubrimiento a cosecha sobre la incidencia de lenticelosis.

Otra sugerencia, en base a información reciente (Curry y Kupferman, 2004), sería importante prospectar un número importante de huertos con y sin antecedentes de lenticelosis para ampliar el espectro de un posible modelo predictivo.

Temporada 2003/04

4.4 Evaluación inicial de la fruta.

Con respecto al calibre de la fruta utilizada en la segunda temporada de estudio, y basados en el criterio de embalaje que rige a las centrales de embalaje en Chile (Cuadro 4.3), toda ella, independiente de la época de cosecha y productores, correspondió a un calibre mediano (Cuadro 4.6). Solamente los productores 1 y 2 presentaron diferencias de calibre entre sus dos épocas de cosecha. Es por esta razón que se podría pensar que toda la fruta presentaría una frecuencia de expresión del daño similar, siendo esta incidencia baja o nula, por el hecho de pertenecer a un grupo de calibre mediano y no a uno grande, como lo planteó Morales (1995).

Al observar los % de cubrimiento (Cuadro 4.6), con que fueron cosechadas las distintas épocas, el mínimo de cubrimiento observado fue un 75%, el cual ya es muy alto, no habiendo diferencias entre productores y/o cosechas.

Con respecto al estado de madurez presentado por la fruta a cosecha, para la variable firmeza de pulpa, en todos los productores y fechas de cosecha, a excepción de E2 en el productor 5, se observaron valores superiores al propuesto por Curry (2002) (Cuadro 4.7), quien determinó como mínimo 16 lbs de firmeza a cosecha, asegurando así un 80% de fruta sin lenticelosis ($r^2=0.84$). Es por esta razón que se debería esperar que ningún productor presentara más de un 20% de incidencia de lenticelosis total, a excepción de la E2 del productor 5, la cual podría aproximarse a esta cifra.

Al analizar los promedios de índice de almidón con que fue cosechada la fruta, sólo el productor 1 en ambas cosechas (Cuadro 4.7), presentó promedios menores a los determinados por Curry (2002), el cual estimó un máximo a cosecha de 4.0 en la escala de almidón, para asegurar así menos de un 2% de incidencia final de lenticelosis ($r^2= 0.85$). Es por esta razón que se debería esperar que los demás productores presentaran incidencias de lenticelosis mayores a un 2% y solamente el productor 1, una incidencia menor.

Con respecto a la Tinción al vacío realizada al momento del traslado, se puede decir en relación al número de lenticelas abiertas, que 3 de los 5 productores presentaron diferencias entre sus cosechas, a pesar que en general los promedios varían entre 2.9 a 4.1 lenticelas/cm² (Cuadro 4.8). Se debe recordar que esta tinción se realizó después de 2 meses de almacenaje de la fruta.

Asumiendo que a mayor intensidad de tinción existe un mayor daño a nivel de la cutícula, (más intensidad de tinción implica lenticelas más abiertas), se podría esperar que las condiciones de fruta (productor – fecha de cosecha), que presentaran la mayor intensidad de tinción, también presentaran una incidencia de lenticelosis, mayor en comparación a las demás condiciones. Al observar el Cuadro 4.8, se puede determinar que los productores 3 y 5, ambos en su E1, son los que presentaban las más bajas intensidades de tinción. Por el contrario, los mismos productores, en su E2 (Cuadro 4.8), presentaron las mayores intensidades de tinción, por lo que se esperaría aquí una mayor incidencia y severidad en la manifestación de los síntomas.

Cuadro 4.6: Peso y Diámetro para los distintos productores y épocas de cosecha en manzanas cv. Royal Gala, temporada 2003/04.

Productor	Ubicación Geográfica	Época de Cosecha	Peso ^w (grs.)	Diámetro (mm) ^w	% Cubrimiento ^w
1	San Fernando	1	187.65 _a	73.2 _a	84.3
		2	146.7 _b	67.3 _b	84.3
		Significancia^z	**	**	n.s
2	San Fernando	1	167.0 _a	71.8 _a	82.0
		2	151.9 _b	69.7 _b	86.5
		Significancia^z	**	*	n.s
3	Chimbarongo	1	154.8 _b	69.9	85.5 _b
		2	166.8 _a	71.1	93.8 _a
		Significancia^z	*	n.s	*
4	Chimbarongo	1	172.3	71.7	90.3 _a
		2	171.7	71.0	80.3 _b
		Significancia^z	n.s	n.s	**
5	Morza	1	184.5	74.5	79.8
		2	175.3	72.1	75.0
		Significancia^z	n.s	n.s	n.s

^w: promedios de una misma columna seguidos por la misma letras no difieren estadísticamente.

^z: n.s = no significativo; ** = p ≤ 0.01; * = p ≤ 0.05

Cuadro 4.7: Estado de madurez a cosecha de manzanas cv. Royal Gala, temporada 2003/04.

Productor	Ubicación Geográfica	Época de Cosecha	Firmeza (lb.)	Almidón
1	San Fernando	1	17.2	3.2
		2	17.0	3.5
2	San Fernando	1	16.9	4.0
		2	17.1	5.0
3	Chimbarongo	1	17.9	4.2
		2	17.0	5.0
4	Chimbarongo	1	17.8	4.3
		2	16.8	5.3
5	Morza	1	17.0	4.1
		2	16.1	4.9

Fuente: Dole Chile S.A planta San Fernando.

Cuadro 4.8: Tinción al vacío realizada a los 2 meses de almacenaje (FC) en manzanas cv. Royal Gala temporada 2003/04

Productor	Ubicación Geográfica	Época de Cosecha	Nº lenticelas/cm ² ^w	Intensidad ^{v w}
1	San Fernando	1	3.2 _b	1.8
		2	4.1 _a	2.2
		<i>Significancia^z</i>	**	<i>n.s</i>
2	San Fernando	1	3.3	2.0
		2	3.7	1.9
		<i>Significancia^z</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>
3	Chimbarongo	1	3.3 _b	1.2 _b
		2	3.8 _a	2.5 _a
		<i>Significancia^z</i>	**	**
4	Chimbarongo	1	3.7	2.2
		2	3.7	2.1
		<i>Significancia^z</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>
5	Morza	1	2.9 _b	1.4 _b
		2	3.5 _a	2.4 _a
		<i>Significancia^z</i>	**	*

^v: escala de 1 a 3.

^w: promedios de una misma columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente.

^z: n.s = no significativo; ** = $p \leq 0.01$; * = $p \leq 0.05$

4.5 Efecto del procesamiento comercial de la fruta sobre la incidencia de Lenticelosis, después de almacenaje.

La fruta que no fue procesada y que luego se sometió a T⁰ ambiente por 10 días, no manifestó ningún síntoma ni daño evidente, en todos los productores y en sus distintas fechas de cosecha. Por el contrario, la fruta que se procesó y que también fue sometida a T⁰ ambiente por 10 días, desarrolló distinta incidencia y severidad según el productor y fecha de cosecha (Figura 4.5). Con este hecho se puede evidenciar claramente el gran efecto que según Curry (2002) tiene el proceso de selección y embalaje sobre la manifestación final de lenticelosis. El cual además plantea, que una condición de altas T⁰ de lavado y encerado de la fruta, tendría un efecto extra sobre la manifestación de lenticelosis final.

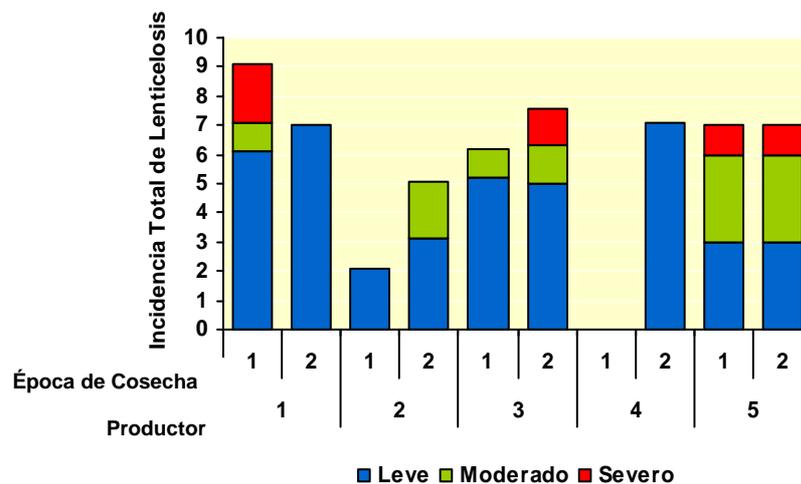


Figura 4.5: % de Incidencia y Severidad de Lenticelosis, después de cuatro meses de almacenaje en manzanas cv. Royal Gala, temporada 2003/04.

4.6 Asociación de Incidencia Final de Lenticelosis con la técnica de Tinción al vacío.

No fue posible asociar la incidencia final de lenticelosis con los resultados de la tinción al vacío, ni con los índices de madurez a cosecha. Sólo se detectó una débil asociación con la firmeza de pulpa, la cual alcanzó un coeficiente de asociación (r) de un -0.44 . Esto se puede deber a que la tinción se realizó habiendo transcurrido dos meses de almacenaje; probablemente hubo algún desarrollo de ceras durante éste periodo, ya que FC es menos restrictivo para el avance en madurez de la fruta que AC (Moggia 2004, comunicación personal), lo que posiblemente contribuyó a que la fruta mostrara una menor tinción al vacío en ese momento, además de existir actualmente variaciones en la técnica de tinción a como se realizó en este ensayo (Anexo 9).

Los productores 3 y 5 ambos en E1, presentaron las más bajas intensidades de tinción, por lo que esperábamos una baja incidencia y leve severidad de los síntomas. En tanto para los mismos productores en su E2, se esperaba la mayor incidencia y severidad del daño.

Estas predicciones no se cumplieron del todo. Al observar la Figura 4.5, se puede visualizar que para la primera situación, con respecto a la incidencia no ocurrió lo esperado, ya que E1, de ambos productores, presentaron unas de las mayores incidencias de lenticelosis. Sin embargo, en cuanto a severidad, el método mostraría una tendencia, ya que estas condiciones de

fruta, presentaron una mayor proporción de fruta con daño leve, 84% y 43% respectivamente de incidencia leve, con respecto a su incidencia total.

Al analizar la situación para E2 (productores 3 y 5), se puede observar en la Figura 4.5, que ambas condiciones de fruta señaladas, si presentan efectivamente la segunda y tercera más altas incidencias, con la salvedad que para la condición de fruta que presentó el mayor daño, la predicción del método indicaba una incidencia baja. Ahora bien, con respecto a la severidad de la incidencia en esta fruta, el método la sobrestimó, ya que el nivel máximo (severo) sólo alcanzó un 17.1% y 14.3 % respectivamente, perteneciendo los mayores porcentajes de fruta dañada a la categoría leve.

Los resultados del presente estudio no permiten validar la técnica de tinción como un método de predicción certero; sin embargo, hay que recordar que en la primera temporada no hubo desarrollo de lenticelosis y en la segunda se trabajó con fruta ya almacenada.

No se puede olvidar que uno de los factores más importante para que el daño se produzca, son las T^o alcanzadas en la noche durante el periodo de elongación celular del fruto, lo que hace pensar que existen zonas agroclimáticas que son más susceptibles a presentar el daño por su ubicación; este factor se debería incorporar en futuras investigaciones, basándose en registros históricos de T^o y HR; sin olvidar que estas condiciones están sujetas a cambios por los distintos fenómenos climáticos que se presentan cíclicamente en el país (Fenómeno del Niño y la Niña).

Para esta temporada (2003/04), sólo fue posible contar con los promedios mensuales de las T^o registradas en San Fernando (Anexo 10). Pudiéndose observar que en los meses de enero y febrero, periodo en el cual se produjo probablemente la elongación celular de la fruta proveniente de esta zona (productor 1 y 2), las temperaturas mínimas, que son las que se producen en la noche, fueron mucho más altas a la propuesta por Curry (comunicación personal). El cual especifica que las temperaturas nocturnas no deben sobre pasar los 10°C, para que la fruta forme ceras de calidad y una buena cubierta de protección (cutícula).

V. Conclusiones

- Fruta con color de cubrimiento, mostró a lo largo de todo el periodo de muestreo (temporada 2002/03), una mayor intensidad de tinción, en comparación a la fruta sin color de cubrimiento; sin embargo, ambas condiciones mostraron curvas de evolución similares, en cuanto al número de lenticelas marcadas.
- A lo largo de todo el periodo de muestreo (temporada 2002/03), el factor ubicación de la fruta en el árbol no tuvo efecto sobre los parámetros medidos en tinción, ni tampoco sobre la madurez de la fruta.
- Los índices de madurez Color de Fondo, Firmeza y Almidón en un futuro podrían complementar la técnica de tinción al vacío como un método de predicción de lenticelosis.
- En fruta susceptible (temporada 2003/04), el uso de altas T° y encerado, durante el proceso de selección y embalaje, influyeron en que la manifestación de lenticelosis después de almacenaje, se hiciera evidente.
- Las temperaturas registradas durante la noche (sobre 10°C), en el periodo de elongación celular de la fruta, parecen ser de gran importancia en la susceptibilidad de la fruta, a la manifestación del daño.
- Para ambas temporadas, el método de tinción, por si solo no permitió predecir con certeza el desarrollo de lenticelosis. Por lo tanto, debiera ser complementado con índices de madurez (color de fondo y almidón) y el registro de las T° mínimas durante el periodo de elongación celular.

Bibliografía

- ASOCIACION DE EXPORTADORES DE CHILE 1997. Fruta Fresca chilena de exportación. Manual de Productos y Embalaje. Atenea Impresiones Santiago, Chile.
- BRAMLAGE, W. J. 1995. Calcio y Desórdenes Fisiológicos. Calcio en Fruticultura. Simposium Internacional Universidad de Talca. 13-15.
- BRAMLAGE, W. J. y WEIS, S. A., 1994. Postharvest Use of Calcium. Tree Fruti Nutrition. First edicion. Good Fruit Growers. P 125-134.
- CURRY, E. 2001. Lenticel and Cuticle Disorders.
<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/proc/PC2001U.pdf>
- CURRY, E. Pitting and Lenticel Disorders in Apples. Apple Post Hasvest Research Review. 2002.
- CURRY, E. 2002. Factors Contributing to Lenticel Breakdown.
<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/proc/PC2002U.pdf>
- CURRY, E. 2003. Factores Associated With Apple Lenticel Breakdown.
<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/proc/PC2003U.pdf>
- CURRY, E y KUPFERMAN, E 2004. Predicting Susceptibility of "Gala" Apples to Lenticel Breakdown Disorder: Guidelines for Using the Dry Uptake Test.
- FAHN, A. 1974. Anatomía Vegetal. Editorial H. Blume, Madrid. Pág. 243-249.
- GATTI, R., KONIG, A y VACAREZZA, E. 1986. Diagnóstico de la calidad de manzanas. Rev. Frutícola. Vol 7. N°3. Pág. 103-107.
- KOLATTUKUDY, P. E. 2003 Natural Waxes on Fruits,
<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/REP2003A.pdf>
- MEHERIUK, M., PRANGE, R. K., LIDSTER, P. D. y PORRITT S. W. 1982. Guide for Identifying Fruit Disorders. Postharvest Disorders of Apples and Pears. Agriculture Canada Publication 173/E. P 7-32.

- MINCHEL, M. La fruticultura representa en la actualidad, un 8,6% de las exportaciones chilenas.http://www.agronegocios.cl/Noticias_exportaciones_de_fruta_fresca.htm.Fecha consulta 30/05/03.
- MOGGIA, C., YURI, J., LOZANO, P. 1997. Problemas Lenticelares en Manzanas. Rev. Frutícola. Vol. 18. N° 2. Pág. 67-72.
- MORALES, A. 1995. Manchas Lenticelares en Manzanas Gala y Royal Gala. Aconex. N°47. Pág. 15-17.
- RICHMOND, A. E., DILLEY, d. R., DEWEY, D. H 1964. Cation Organic Acid, and ph Relationships in Peel tissue of Apple Fruits Affected with Jonathan Spot. Plant Physiology. P 1056-1060.
- YURI, A. 1995. Aspectos Fundamentales de la Bioquímica y Fisiología del Calcio. Calcio en Fruticultura. Simposium Internacional Universidad de Talca. Pág. 25-45.
- ZOFFOLI, J. P. 1997. "Modificación Tecnológica del Manejo de Cosecha y Postcosecha var. Royal Gala, Fuji y Braeburn, Proyecto Fundación para el Desarrollo Agrícola (F.D.F.), p 73-80.

ANEXOS

Anexo 1: Condiciones de Procesamiento, planta Unifrutti Linares 2003 (A). Condiciones de Procesamiento, planta Unifrutti Linares 2004 (B).

A

Variable	Parámetro
Tº agua Pozo recepción	21.3°C
Cloro del Agua	150ppm
Tº Lavado y Enjuague	27.1°C
Concentración de Cera	200-400 cc/bins
Tº Túnel de secado	39.0°C - 38.5°C

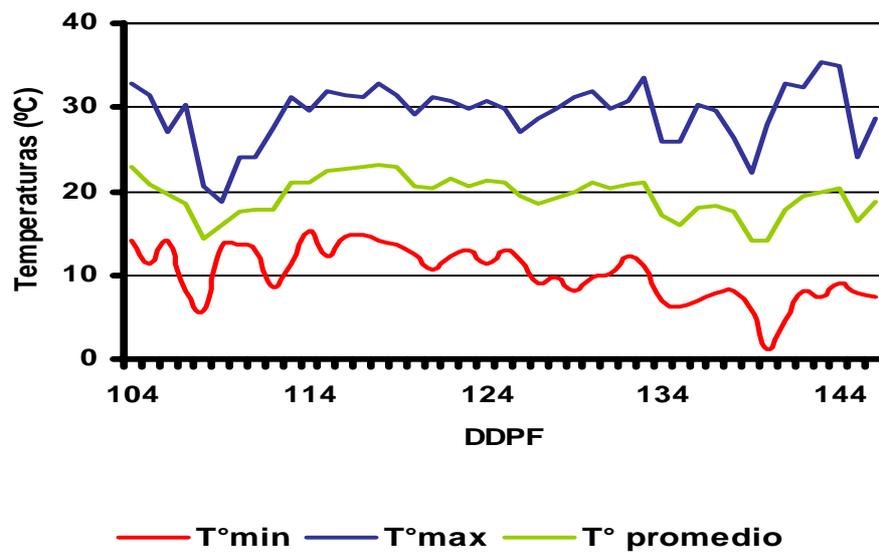
Fuente: Observaciones Personales, Planta Procesadora Unifrutti Linares.

B

Variable	Parámetro
Tº agua Pozo recepción	33.6 °C
Cloro del Agua	150 ppm
Tº Lavado y Enjuague	31°C
Concentración de Cera	200-400 cc/bins
Túnel de secado	41.1°C - 49°C

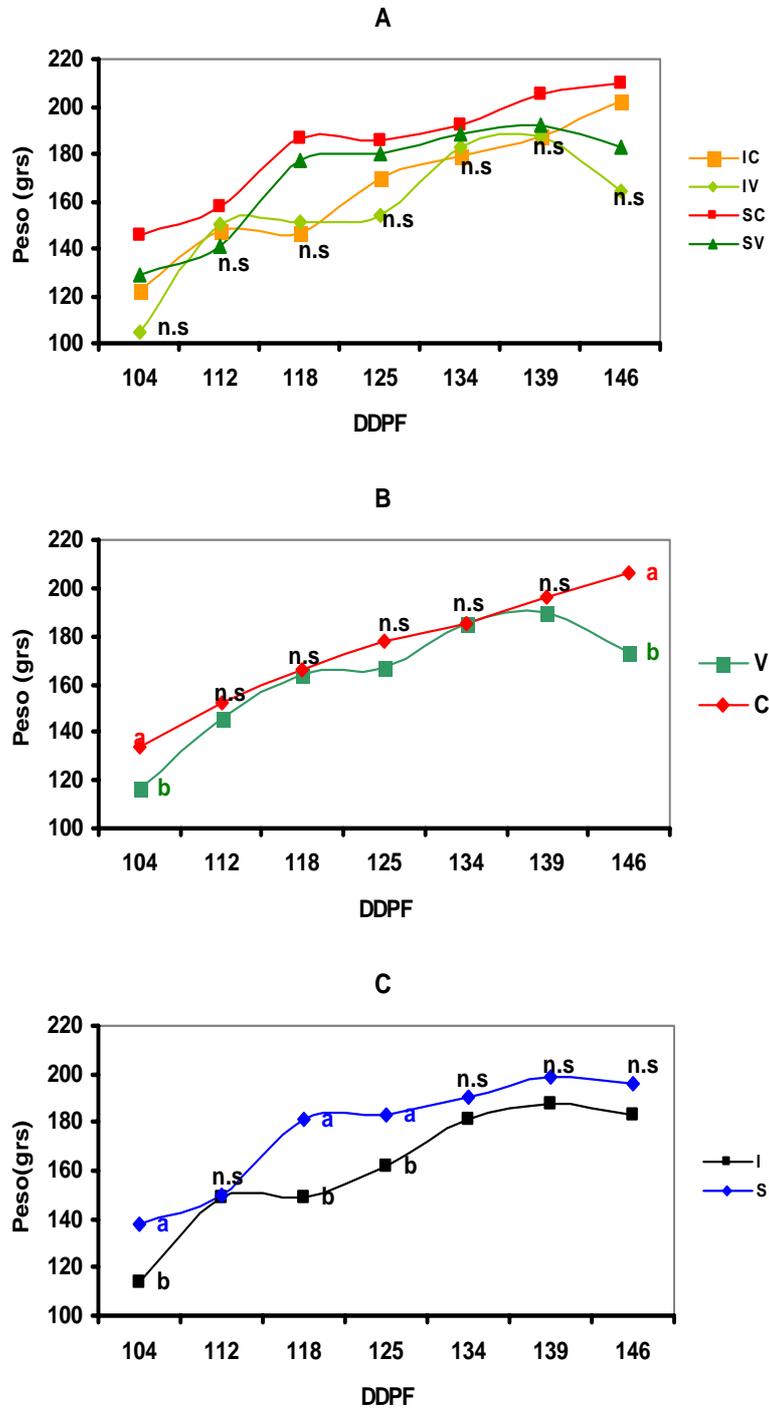
Fuente: Registro Planta Procesadora Unifrutti Linares 2004.

Anexo 2: Temperaturas máximas y mínimas, registradas en la localidad de San Clemente durante la temporada 2002/2003.

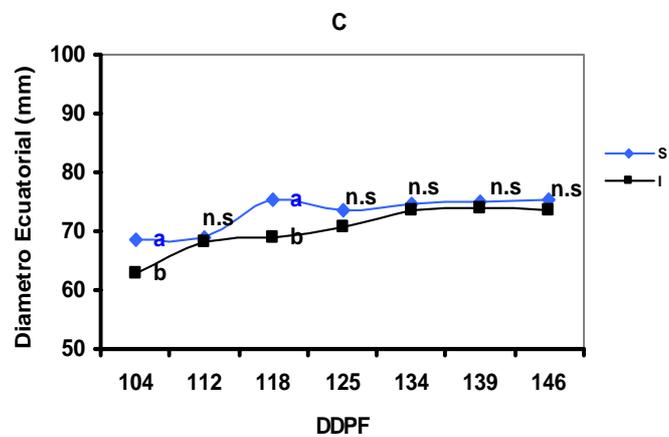
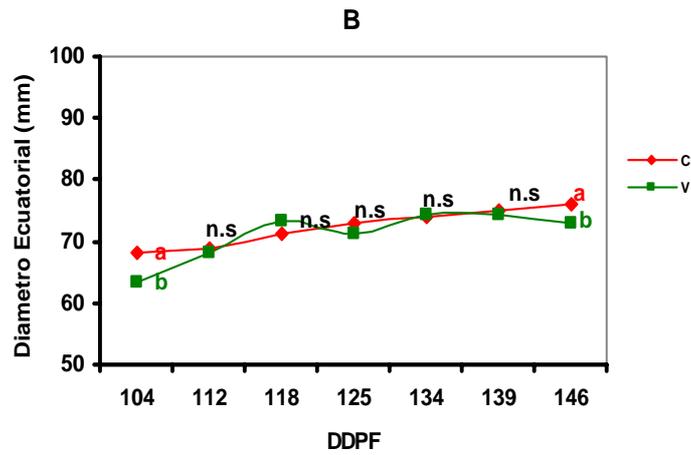
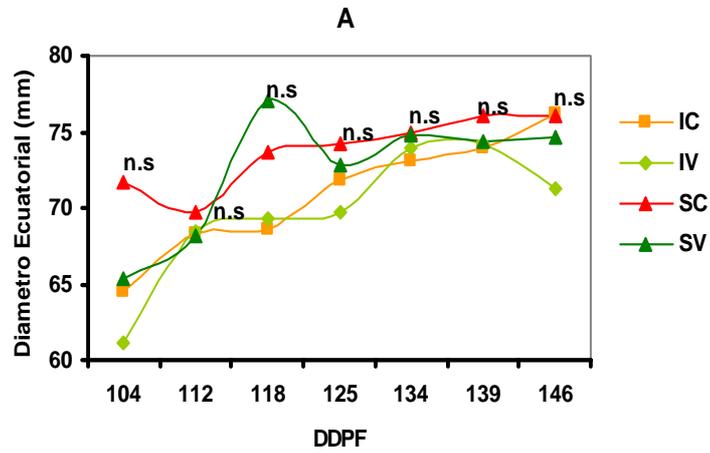


Fuente: Centro de Pomáceas Universidad de Talca.

Anexo 3: Evolución del peso fresco para todas las condiciones de fruta muestreadas, en precosecha (A). Evolución del peso fresco en precosecha, para el factor % de cubrimiento (B) y Ubicación de la fruta en el árbol (C).



Anexo 4: Evolución del diámetro ecuatorial para todas las condiciones de fruta muestreadas, en precosecha (A). Evolución del peso fresco en precosecha, para el factor % de cubrimiento (B) y Ubicación de la fruta en el árbol (C).



Anexo 5: Evolución del índice madurez Color de Fondo^y en precosecha, de manzanas cv. Royal Gala, muestreadas de distintas ubicaciones del árbol (Superior e Inferior), y con distinta condición de % de cubrimiento (con color y sin color de cubrimiento).

DDPF	104 ^w (15/Ene.)	112 ^w (22/Ene.)	118 ^w (29/Ene.)	125 ^w (5/Feb.)	134 ^w (14/Feb.)	139 ^w (19/Feb.)	146 ^w (26Feb.)
A. Ubicación							
Inferior	1.1 _b	1.5 _b	1.3 _b	2.5	3.8 _a	4.3 _a	4.1
Superior	1.5 _a	1.9 _a	2.5 _a	2.7	2.7 _b	3.7 _b	4.1
Significancia^z	**	*	**	n.s	**	*	n.s
B.% de Cubri.							
c/color	1.6 _a	2.0 _a	2.3 _a	3.9 _a	3.4	4.1	4.1
s/color	1.0 _b	1.4 _b	1.5 _b	1.4 _b	3.2	3.9	4.2
Significancia^z	**	**	**	**	n.s	n.s	n.s
AXB							
Inferior c/color	1.2 _{ab}	1.6 _{ab}	1.4 _b	3.8 _a	3.6 _{ab}	4.3	3.9
Inferior s/color	1.0 _b	1.3 _b	1.1 _b	1.2 _b	4.0 _a	4.2	4.4
Superior c/color	2.0 _a	2.3 _a	3.1 _a	3.9 _a	3.1 _{ab}	3.8	4.3
Superior s/color	1.0 _b	1.5 _{ab}	1.8 _{ab}	1.5 _b	2.3 _b	3.5	3.9
Significancia^z	**	**	**	**	**	n.s	n.s

^y: escala de 1 a 5.

^w: promedios de una misma columna seguidos por la misma letras no difieren estadísticamente.

^z: n.s = no significativo; ** = $p \leq 0.01$; * = $p \leq 0.05$

Anexo 6: Evolución del índice madurez firmeza de pulpa en precosecha, de manzanas cv. Royal Gala, muestreadas de distintas ubicaciones del árbol (Superior e Inferior), y con distinta condición de % de cubrimiento (con color y sin color de cubrimiento).

DDPF	104 (15/Ene.)	112 (22/Ene.)	118 (29/Ene.)	125 (5/Feb.)	134 (14/Feb.)	139 (19/Feb.)	146 (26Feb.)
FIRMEZA							
A. Ubicación							
Inferior	22.4	20.1	22.2 _a	17.7	15.8 _b	15.9	14.9
Superior	21.8	20.2	21.1 _b	16.7	16.5 _a	16.8	14.4
Significancia^z	n.s	n.s	*	n.s	*	n.s	n.s
B.% de Cubri.							
c/color	22.8 _a	20.3	21.2	18.0	15.9	16.4	15.4 _a
s/color	21.4 _b	20.0	22.2	16.4	16.4	16.3	13.9 _b
Significancia^z	**	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	**
AXB							
Inferior c/color	23.6 _a	20.5	21.9	19.1	15.6	16.1	14.9
Inferior s/color	21.2 _b	19.6	22.5	16.2	16.0	15.7	13.9
Superior c/color	22.0 _b	20.1	20.4	16.9	16.2	16.7	15.9
Superior s/color	21.6 _b	20.3	21.8	16.5	16.8	16.9	13.8
Significancia^z	*	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

^v: escala de 1 a 5.

^w: promedios de una misma columna seguidos por la misma letras no difieren estadísticamente.

^z: n.s = no significativo; ** = $p \leq 0.01$; * = $p \leq 0.05$

Anexo 7: Evolución del índice madurez Sólidos Solubles (S.S.) en precosecha, de manzanas cv. Royal Gala, muestreadas de distintas ubicaciones del árbol (Superior e Inferior), y con distinta condición de % de cubrimiento (con color y sin color de cubrimiento).

DDPF	104 (15/Ene.)	112 (22/Ene.)	118 (29/Ene.)	125 (5/Feb.)	134 (14/Feb.)	139 (19/Feb.)	146 (26Feb.)
S.S.							
A. Ubicación							
Inferior	9.6	10.2	10.4 _b	11.0	11.2	12.4	13.3 _a
Superior	10.0	10.2	11.7 _a	11.5	11.6	12.8	12.0 _b
Significancia^z	n.s	n.s	**	n.s	n.s	n.s	**
B.% de Cubri.							
c/color	10.2 _a	10.5	11.6 _a	18.0	11.9 _a	13.1 _a	13.4 _a
s/color	9.4 _b	9.9	10.5 _a	16.4	10.9 _b	12.1 _b	12.0 _b
Significancia^z	**	n.s	**	n.s	**	**	**
AXB							
Inferior c/color	10.1	10.6	10.8 _b	19.1	11.8	13.2	12.9
Inferior s/color	9.2	9.8	10.1 _c	16.2	10.5	11.6	11.1
Superior c/color	10.4	10.4	12.5 _a	16.9	12.0	13.0	13.9
Superior s/color	9.7	9.9	10.9 _b	16.5	11.2	12.6	12.8
Significancia^z	n.s	n.s	*	n.s	n.s	n.s	n.s

^v: escala de 1 a 5.

^w: promedios de una misma columna seguidos por la misma letras no difieren estadísticamente.

^z: n.s = no significativo; ** = $p \leq 0.01$; * = $p \leq 0.05$

Anexo 8: Evolución del índice madurez tasa de degradación del almidón en precosecha, de manzanas cv. Royal Gala, muestreadas de distintas ubicaciones del árbol (Superior e Inferior), y con distinta condición de % de cubrimiento (con color y sin color de cubrimiento).

DDPF	104 (15/Ene.)	112 (22/Ene.)	118 (29/Ene.)	125 (5/Feb.)	134 (14/Feb.)	139 (19/Feb.)	146 (26Feb.)
ALMIDÓN							
A. Ubicación							
Inferior	1.4 _a	1.5	1.4 _b	2.5	3.5 _a	3.3	4.5
Superior	1.1 _b	1.3	1.7 _a	2.3	2.6 _b	3.5	4.9
Significancia^z	*	n.s	**	n.s	**	n.s	n.s
B.% de Cubri.							
c/color	1.2	1.4	1.7 _a	3.1 _a	3.1	3.6	4.5
s/color	1.3	1.4	1.3 _b	1.7 _b	3.0	3.2	4.9
Significancia^z	n.s	n.s	**	**	n.s	n.s	n.s
AXB							
Inferior c/color	1.3	1.6	1.4 _b	3.1	3.5	3.0 _{bc}	4.6
Inferior s/color	1.5	1.4	1.3 _b	1.9	3.4	3.6 _{ab}	5.2
Superior c/color	1.1	1.2	2.0 _a	3.1	2.7	4.2 _a	4.4
Superior s/color	1.1	1.4	1.3 _b	1.5	2.6	2.7 _c	4.6
Significancia^z	n.s	n.s	**	n.s	n.s	**	n.s

^v: escala de 1 a 5.

^w: promedios de una misma columna seguidos por la misma letras no difieren estadísticamente.

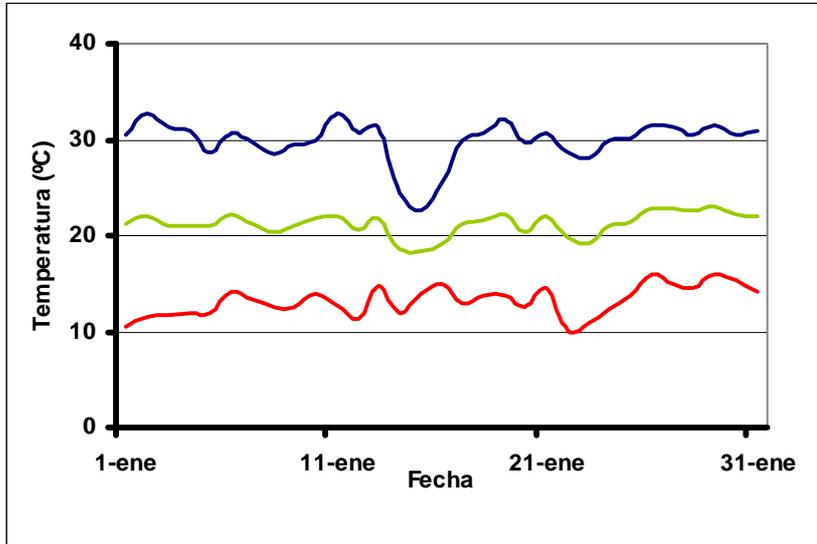
^z: n.s = no significativo; ** = $p \leq 0.01$; * = $p \leq 0.05$

Anexo 9: Técnica de Tinción al Vacío, Curry 2004.

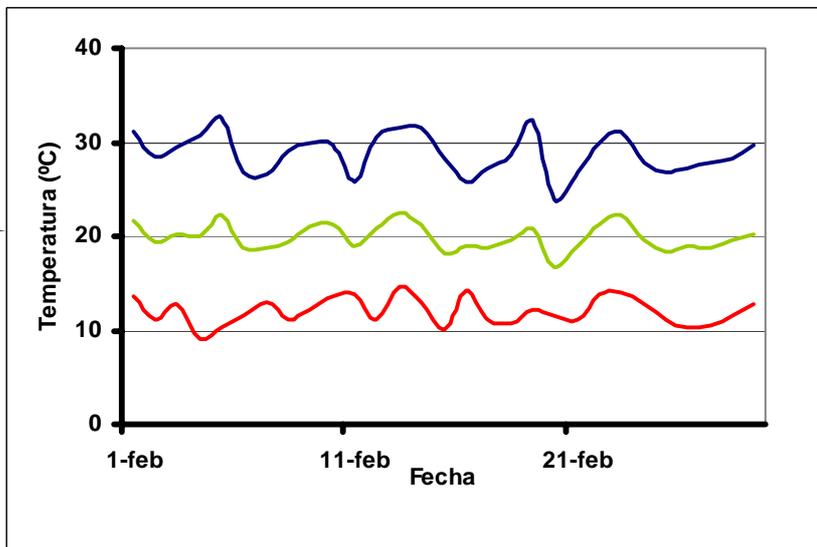
- Haga una solución de anilina al 2%. Ejemplo: 2 g. en 1 L de agua.
- Llene $\frac{3}{4}$ del desecador con la solución.
- Enjuague la fruta con agua limpia por 1 minuto.
- Coloque las manzanas en el desecador con la solución, cerciorándose de que todas ellas están sumergidas completamente (se necesita poner un peso encima de la fruta).
- Coloque la tapa del desecador.
- Conecte el tubo de vacío al desecador.
- Encienda la bomba, aplique una presión de vacío de 240 mmHg por 2 minutos.
- Mantenga la fruta sumergida por 1 minuto antes de sacarla.
- Quite las manzanas de la solución y enjuáguelas brevemente con agua corriendo.
- Seque la fruta en bandejas por 30 minutos; evalúe inmediatamente.

Anexo 10: Temperaturas máximas y mínimas, registradas en la localidad de San Fernando durante la temporada 2003/2004.

Enero



Febrero



— T°min — T°max — T° promedio

Fuente: Dole Chile S.A planta San Fernando.