

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE DESÓRDENES FISIOLÓGICOS EN CHIRIMOYAS (*Annona cherimola* Mill.) cv. CONCHA LISA EN REFRIGERACIÓN

P. Undurraga-Martínez; J.A. Olaeta-Coscorroza; H. Mac-Lean-Bernales

Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4-D. Quillota, Chile.

RESUMEN

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) es una fruta que por su naturaleza de tipo subtropical, presenta gran susceptibilidad a la aparición de desórdenes fisiológicos durante la refrigeración. Con el objeto de determinar el origen de algunas de estas manifestaciones anómalas, frutos de chirimoyas cv. Concha Lisa fueron cosechados en la zona de Quillota, Chile, con cambio de color de la epidermis como índice de madurez y posteriormente almacenados, por 48 días, en cámaras de refrigeración con temperatura de 5°C y 90% de humedad relativa, para acelerar la manifestación de los desórdenes. Durante el almacenaje, cada siete días, se evaluaron los parámetros físico-químicos: sólidos solubles, acidez titulable, color de la epidermis y pérdida de humedad. Una vez aparecidos los desórdenes fisiológicos, se realizó un análisis histológico y descriptivo de ellos. Se determinó que las alteraciones denominadas "pitting", moteado y pardeamiento epidermal son secuenciales en el almacenaje y provocan cada una un daño particular en el fruto. Sin embargo, el daño provocado por el pardeamiento epidermal correspondería a un estado más avanzado de la manifestación del moteado, no así del "pitting".

PALABRAS CLAVE: Almacenamiento, postcosecha, daños por frío, annona, conservación.

IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF PHYSIOLOGICAL DISORDERS IN CHERIMOYA (*Annona cherimolla* Mill.) cv CONCHA LISA IN COLD STORAGE

SUMMARY

The cherimoya (*Annona cherimolla* Mill.) is a subtropical fruit that is very susceptible to physiological disorders during refrigeration. To determine the origin of some of these abnormal manifestations, fruits of cherimoya cv. Concha Lisa were harvested in the location of Quillota, Chile. The harvest index was the epidermal change of color. The fruits were stored for 42 days in cold storage at 5 °C with 90% relative humidity to accelerate any possible manifestation of the disorders. During storage, the fruit was evaluated every seven days. Physical and chemical parameters were evaluated such as soluble solids, acidity, epidermal color and loss of humidity. Once the disorders appeared, a histological and descriptive analysis of them was done. It was relevant that the disorders denominated pitting, spot and epidermal browning resulted from storage and each one caused a particular damage to the fruit. Epidermal browning is an advanced stage of the spots, but not of pitting.

KEY WORDS: Storage, conservation, postharvest, chilling injury, annona.

INTRODUCCIÓN

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), fruto de clima subtropical, es la mejor en su género por sabor, aroma y fina textura, características que le otorgan grandes posibilidades de exportación (Gardizabal y Rosenberg, 1986). En Chile, el cultivo se realiza entre los paralelos 29 al 34, siendo relevantes la zona de La Serna (paralelo 31) y el Valle de Quillota (paralelo 33), en donde se concentra aproximadamente un 65% de las plantaciones del país.

El almacenaje prolongado de la chirimoya está limitado por su alta susceptibilidad al daño por frío y a trastor-

nos fisiológicos, sin que ello se encuentre asociado a un agente patógeno (Alique *et al.*, 1994).

Entre estos trastornos o desórdenes fisiológicos, normalmente asociados a bajas temperaturas, se han mencionado algunas como: **puntuaciones necróticas**, (Undurraga, 1996); **moteado**; **pardeamiento epidermal** (Loyola, 1988), entre otros.

Según Loyola (1988); todos estos trastornos serían la expresión consecutiva de un mismo desorden pero con distintas intensidades y generarían en la fruta, fracturas de las membranas celulares de los tejidos afectados, lo

cual derivaría en una fuga de solutos hacia el espacio intercelular provocando pardeamiento. De igual modo estos frutos, aparentemente por la misma causa, forman braquiesclereidas con ruptura de la pared celular, que significa altos niveles de rigidez y taninos en espacios intercelulares (Palma *et al.*, 1993b).

Según Undurraga y Olaeta (1987), el intervalo de temperatura de almacenaje, sin producir estas alteraciones para chirimoya cv. Concha Lisa, sería de 7 a 8°C, con almacenaje refrigerado hasta por 35 días, mientras que para 'Bronceada' sería de 9-11°C con una duración en refrigeración de no más de 24 días.

Según Lyons (1973) y Lizana y Reginato (1980) citados por Loyola (1988), la diferencia entre genotipos en susceptibilidad a bajas temperaturas de almacenaje, puede deberse a la composición en ácidos grasos presentes en la membrana, característica específica de cada cultivar.

Con el objeto de describir, caracterizar y determinar más claramente los desórdenes fisiológicos que aparecen en chirimoya cv. Concha Lisa y algunas de sus estructuras durante el almacenaje refrigerado, se desarrolló la presente investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Chirimoyas del cv. Concha Lisa, de 350 g, con índice de madurez de cambio de color de la epidermis, fueron cosechados en la temporada 1996 en la Estación Experimental "La Palma" de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, provincia de Quillota V Región, Chile. Un total de 100 frutos se lavaron con fungicida (Iprodione) por 10 min, a concentración de 100 g·litro⁻¹ de agua y posteriormente secos se almacenaron en cámara con temperatura de 6 ± 1 °C y 90% de humedad relativa.

La fruta se evaluó cada siete días, por un período de 48 días de almacenaje refrigerado, respecto de la aparición de desórdenes fisiológicos, sólidos solubles, resistencia de la pulpa a la presión, color y pérdida de humedad. Los desórdenes fisiológicos se evaluaron por cortes histológicos de acuerdo a la siguiente secuencia: Macrocortes longitudinales y tangenciales en la fruta, individualizando la zona dañada según sector; fijaciones en FAA; deshidratación en alcohol y butano; inclusión en Histo-sec; microcortes con micrótopo y tinciones diferenciales con reactivos químicos para la determinación de almidón y tanino, entre otros.

Las tinciones y tiempo de aplicación son específicas para determinados tejidos:

| TINCIÓN | ESTRUCTURAS |
|---------------------------|--------------------------------|
| Safranina (30 minutos) | Paredes celulares suberizadas |
| | Paredes celulares lignificadas |
| | Paredes celulares cutinizadas |
| Verde luz (10 minutos) | Paredes celulares celulósicas |
| | Estructuras acromáticas |
| | Citoplasma |

Para la detección de almidón se utilizó lugol (0.3 g de yodo; 1.5 g de yoduro de potasio y 10 cc de agua destilada) y en la determinación de los taninos se usó sulfato férrico al 1%, en ácido clorhídrico 0.1 N (Según Loyola, 1988, modificado).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los desórdenes fisiológicos determinados en la presente investigación fueron: "**Pitting**". Se manifestó en forma incipiente a los 42 días de almacenaje refrigerado, siendo los frutos de mayor calibre los más susceptibles, iniciándose el daño en la zona proximal o basal de éstos.

El daño se empezó a caracterizar por aparición de puntuaciones de color negro de aproximadamente 2 mm de diámetro en la epidermis, imperceptibles al tacto, pero que cubrían cerca de un 20% de su superficie, sin presentar un patrón de distribución definido (Figura 1). Después de cuatro días, el daño cubrió aproximadamente un 50% de la superficie del fruto, provocando puntuaciones que alcanzaron alrededor de 5 mm de diámetro y otorgaron al fruto una textura áspera.

Frutos con 48 días de almacenaje refrigerado, manifestaron un daño muy severo, afectándolos no sólo externa, sino internamente. Las puntuaciones necróticas alcanzaron, en esta etapa, un diámetro aproximado de 8 mm cubriendo alrededor de un 70% de la superficie total del fruto.

En el análisis histológico, se puede apreciar un engrosamiento de las paredes celulares, distinguiéndose zonas oscuras (negras) que corresponden a cúmulos de celulosa en las paredes celulares primarias, a nivel de la capa uniseriada epidermal (Figura 1).

En el sector de compactación hay una clara situación de desorden celular, existiendo rompimiento de células, mientras que en la hipodermis, capa más interna, no se presenta aparentemente daño, ubicándose debajo de la zona ennegrecida.

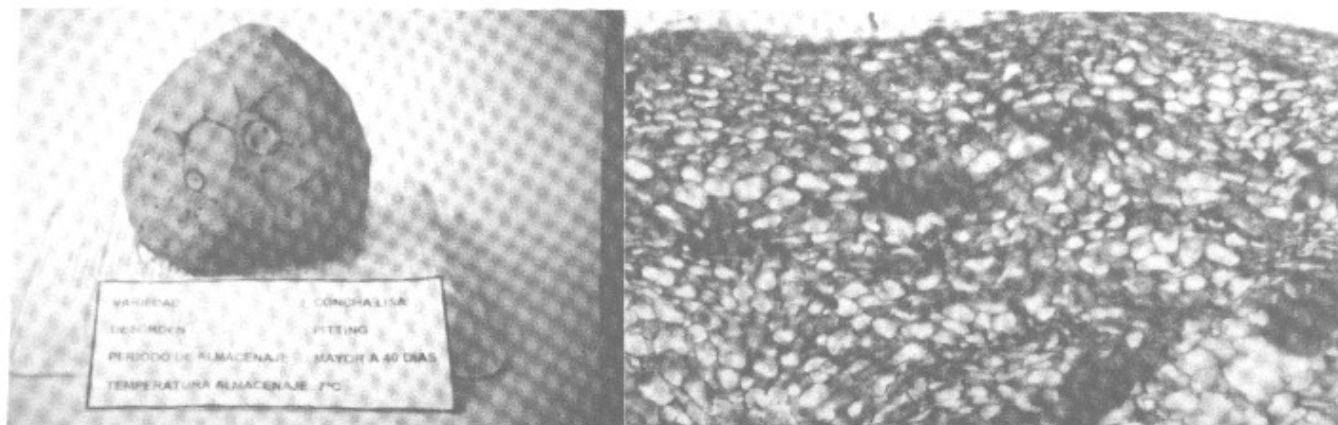


Fig. 1. Daño por "pitting" en chirimoya cv. Concha Lisa almacenada a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ por más de 40 días. Apariencia externa y corte histológico.

A los 45 días de almacenaje se aprecia un mayor avance del daño, siendo característico el aumento en el número de braquiesclereidas, las cuales comienzan poco a poco a invadir el tejido hipodermal, que inicia un rompimiento de sus paredes celulares, siendo posible distinguir una pérdida del contenido celular por parte de las células contiguas a las braquiesclereidas.



Fig. 2. Corte histológico con aumento de 25x mostrando la acumulación de gránulos de almidón al interior de las células, en zona apical, de chirimoya cv. Concha Lisa almacenada a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ por más de 40 días.

La Figura 2 permite a su vez, detectar un aumento en el contenido de almidón, observándose grandes cúmulos de este compuesto al interior de las células, y densas zonas de color negro que corresponde a la presencia de taninos conforme avanza el daño, lo cual sería la causa de la astringencia que adquieren los frutos afectados por el desorden.

A los 48 días de almacenaje, las braquiesclereidas, no sólo aumentan en número al avanzar el nivel de daño, sino que además van adquiriendo un cierto grado de lignificación a nivel de la zona parenquimática (Figura 3), donde se verifica el fuerte aplanamiento que sufren las células contiguas por efecto de la presión que ejerce la braquiesclereida.

Además, el tejido hipodermal presenta un alto grado de desorden, donde las células engrosadas pasan a conformar estratos de color oscuro por efecto de la tinción con safranina, que corresponde a un elevado nivel de celulosa en las paredes de este tejido.

Moteado: Este desorden apareció en forma incipiente al cumplirse 44 días de almacenaje, caracterizado por la aparición de manchas circulares de color café en la epidermis del fruto. Estas manchas fueron inicialmente de un diámetro de aproximadamente 9 mm y lograron cubrir alrededor de un 10% de la superficie total del fruto. A diferencia del "pitting", el moteado alcanzó en pocos días una mayor extensión en la zona donde se localizó, es así como la mancha circular presentó un diámetro de 3 cm al llegar a los 48 días de almacenaje, para posteriormente, tanto por el número de manchas como por la extensión alcanzada, cubrió alrededor de un 60% de la superficie total del fruto.

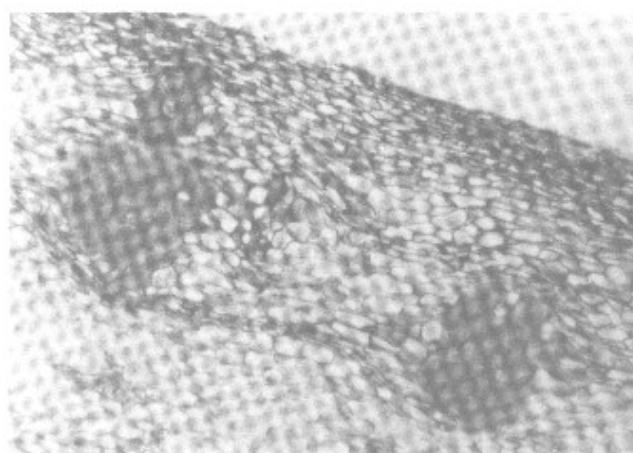


Fig. 3. Corte histológico (aumento de 40x) del daño por "pitting" en zona basal, con compactación del tejido hipodermal, en fruto de chirimoya cv. Concha Lisa almacenada a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ por más de 40 días.

Cuando el moteado se tornó severo, el daño sobre la epidermis del fruto se extendió aproximadamente en un 80% de su superficie total, alcanzando las manchas un

diámetro cercano a los 6 cm, (Figura 4), con lo cual se aprecia como una extensa zona de color café en la epidermis del fruto a consecuencia del traslape que ocurre entre éstas, al aumentar progresivamente su diámetro. Este traslape no se produce entre las puntuaciones necróticas presentes en la epidermis del fruto como causa del daño por "pitting".

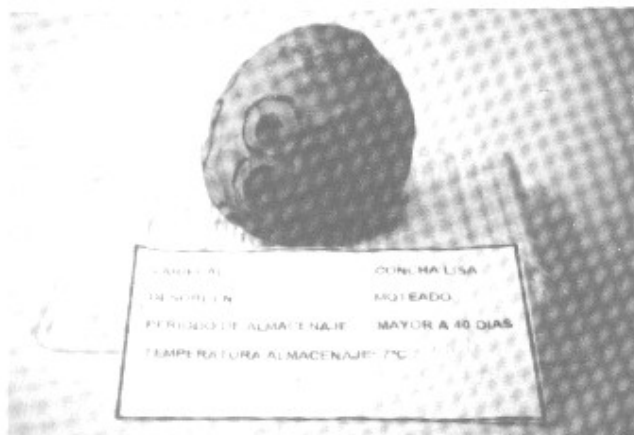


Fig. 4. Daño por moteado en fruto de chirimoya cv. Concha Lisa almacenada a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ por más de 45 días.

Los frutos adquieren una textura áspera, así como una fuerte pérdida de la turgencia (mayor grado de deshidratación). Al corte, se apreció tanto en la capa epidermal como subepidermal del fruto, una fuerte compactación de los tejidos que otorga a esta zona una consistencia corchosa. Además se detectó un daño incipiente en la pulpa, la cual adquirió un color café. El moteado, igual que el "pitting", también se inició en la zona peduncular de los frutos de mayor calibre y se extendió al resto de la epidermis de éstos durante el almacenaje refrigerado. A nivel histológico, a los 44 días, este desorden muestra un alto número de braquiesclereidas a nivel del parénquima celular, con una acentuada estratificación a consecuencia de la fuerte presión que ejercen éstas.

Es muy clara la pérdida de las capas epidermal e hipodermal, pudiendo apreciar dos zonas bastante definidas (Figura 5).

A los 48 días de almacenaje, se observa una clara estratificación que van provocando las braquiesclereidas, las que se concentran fuertemente a nivel del tejido hipodermal, el cual se presenta prácticamente perdido y a nivel del parénquima del fruto. Hay en este nivel una gran concentración de celulosa en las paredes celulares, tal como se aprecia con la tinción safranina verde luz, tiñéndose dichas paredes de color verde oscuro. A causa de esta ruptura que sufren las paredes celulares de los tejidos dañados, se desencadena un proceso plasmolítico progresivo a nivel del contenido celular, el cual conlleva a un rompimiento vacuolar, salida de sustancias ergásticas (taninos) y de gránulos de almidón, desde el citoplasma al espacio intercelular (Figura 6).

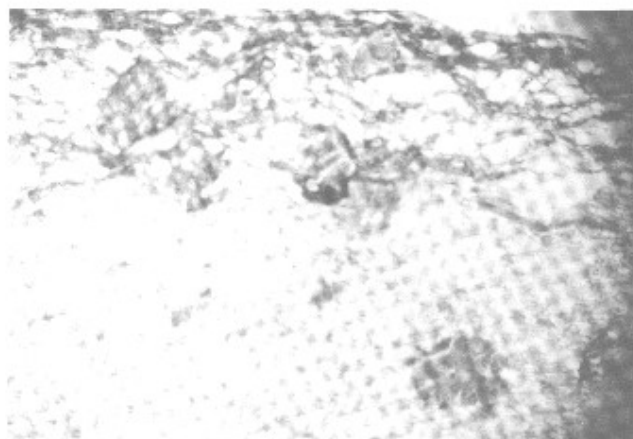


Fig. 5. Daño por moteado, alto número de braquiesclereidas y fuerte estratificación de los tejidos epidermal e hipodermal de fruto de chirimoya. Aumento de 10x almacenada a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ por más de 45 días.

Pardeamiento epidermal: Este tipo de desorden se detectó en la fruta al llegar a los 46 días de almacenaje refrigerado (Figura 7).

El daño se inició alrededor de la unión de los alvéolos en la zona peduncular (basal) de los frutos, caracterizándose por una mancha de forma irregular y color pardo-oscuro. El daño incipiente sobre la epidermis del fruto cubrió alrededor de un 25% de la superficie de éste.

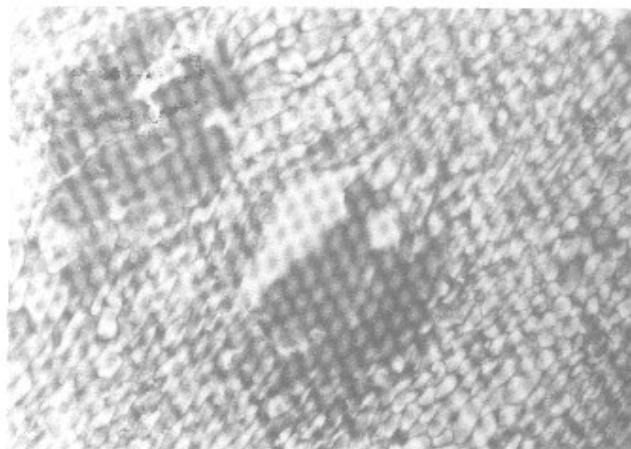


Fig. 6. Moteado con estratificación y pérdida completa del tejido hipodermal. Aumento de 10x, sector basal de fruto de Chirimoya cv. Concha Lisa almacenada a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ por más de 45 días.

El pardeamiento epidermal, en comparación al "pitting" y el moteado, fue el desorden más severo en cuanto al daño que provocó en los frutos. Es así como a los tres días de su detección (día 48 de almacenaje refrigerado), ya había cubierto cerca de un 70%, de la superficie total del fruto. Además, a nivel interno la pulpa presentó un color café que se distribuyó en forma radial desde la zona de inserción peduncular. Posteriormente, el pardeamiento epidermal se tornó muy severo, cubriendo aproximadamente un 95% de la superficie total, encubriendo por completo al moteado.

Este desorden se manifestó a nivel de la epidermis del fruto, en forma distinta al moteado, sin embargo, al hacer el análisis histológico de las zonas dañadas, se detectó que también involucró al tejido hipodermal y parénquima, lo cual corrobora lo señalado por Loyola en 1988, de que el pardeamiento epidermal no es un desorden fisiológico particular, sino un grado más avanzado del moteado.

A los 48 días de almacenaje, se aprecia un mayor grado de compactación de las capas celulares, epidermis e hipodermis (Figura 8), donde queda de manifiesto la presencia de una densa capa o estructura de color negro, con un nivel de lignificación muy alto. Aquí el número de branquiescleroides es mucho mayor que el detectado en los frutos con presencia de moteado. El color oscuro, nos revela la gran concentración de celulosa en la zona afectada existiendo entre las estratos de celulosa y las braquiescleroides una fuerte compactación. A pesar de la plasmólisis que sufrieron las células de estos estratos, la lámina media aún mantenía unidas las células entre sí.

Evolución de parámetros físico-químicos

Pérdida de humedad: Se observó que en los primeros 21 días de almacenaje, la pérdida de humedad (Figura 9) fue mínima, para posteriormente subir a 6.3% a los 42 días de almacenaje, lo que afectó la calidad organoléptica. Según Zuñiga (1977), la pérdida de peso por transpiración con niveles mayores al 4%, provoca una disminución en la calidad; en el caso de la chirimoya esta pérdida debe ser superior a 9% para mostrar sintomatología visual (Undurraga y Olaeta, 1987).

Resistencia de la pulpa a la presión: Hasta 28 días de almacenaje, hay un descenso gradual de la resistencia de la pulpa a la presión, variando de 12 a 8.3 kg, para posteriormente descender más, como respuesta a una mayor actividad metabólica en el fruto (Figura 10).

El valor de 4.8 kg, obtenido al día 42 de almacenaje no correspondió a los valores de madurez de consumo (1.5 kg), debido a que el desarrollo de los desórdenes fisiológicos provocó un proceso de lignificación de los tejidos epidermal y subepidermal, dando así una resistencia mayor.

Sólidos solubles: El cambio más marcado en la composición química de las frutas anonas durante la madurez, es la disminución en el contenido de almidón y el aumento del azúcar en forma progresiva (Wills *et al.*, 1984). En la presente investigación, los niveles de sólidos solubles se incrementaron progresivamente (Figura 11). Los frutos iniciaron su evolución con un nivel de 9.2° Brix, observándose posteriormente un sostenido aumento para llegar a un valor final de 18° Brix. Este incremento en el fruto, otorgó un mayor dulzor, dado por la fructosa, glucosa y sacarosa, producto de la hidrólisis del contenido de almidón.

Color: Se presentó un cambio progresivo en el color, evolucionando desde un verde oscuro a una tonalidad amarilla y al término del almacenaje se fue tornando de un color amarillo-café, tal como se aprecia en la Figura 12, con base en la relación de b/a cuyos datos fueron obtenidos durante el almacenaje.

Desde los 14 días de almacenaje hay una progresiva evolución del color, que puede deberse a la evolución de madurez, pero además a la aparición de alteraciones de la epidermis producto de los desórdenes fisiológicos que se detectaron.

Incidencia de hongos durante el almacenaje refrigerado

Durante el desarrollo de la investigación, la aparición de hongos ocurrió hacia el final del período de almacenaje, con un nivel de daño en aumento.



Fig. 7. Pardeamiento epidermal en chirimoyas (daño en la zona basal) cv. Concha Lisa almacenada a $6\pm1^{\circ}\text{C}$ por más de 40 días. Daño superficial y severo.

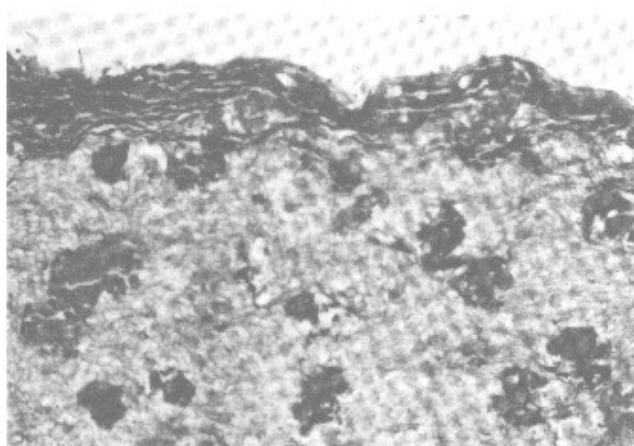


Fig. 8. Pardeamiento epidermal con alta proliferación de braquiescleritas y compactación de epl e hipodermis en chirimoyas cv. Concha Lisa almacenada a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ por más de 45 días.

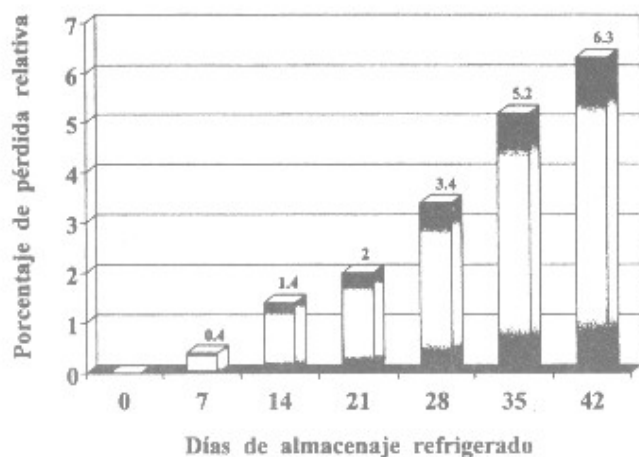


Fig. 9. Evolución de la pérdida de humedad (%) de chirimoyas cv. Concha Lisa, almacenada a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ por más de 40 días.

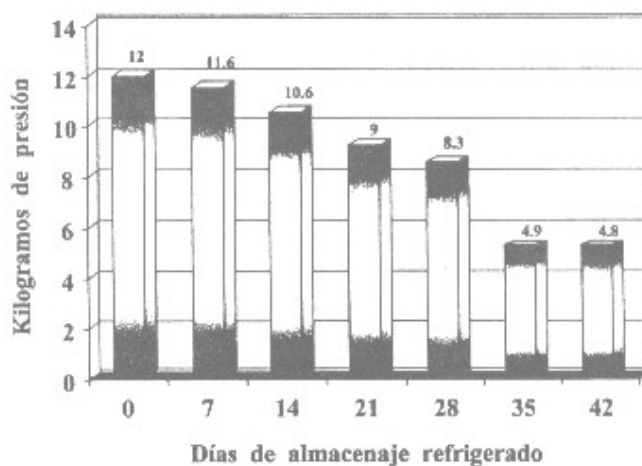


Fig. 10. Evolución de la resistencia de la pulpa a la presión (kg) de chirimoya cv. Concha Lisa, almacenada a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ por más de 40 días.

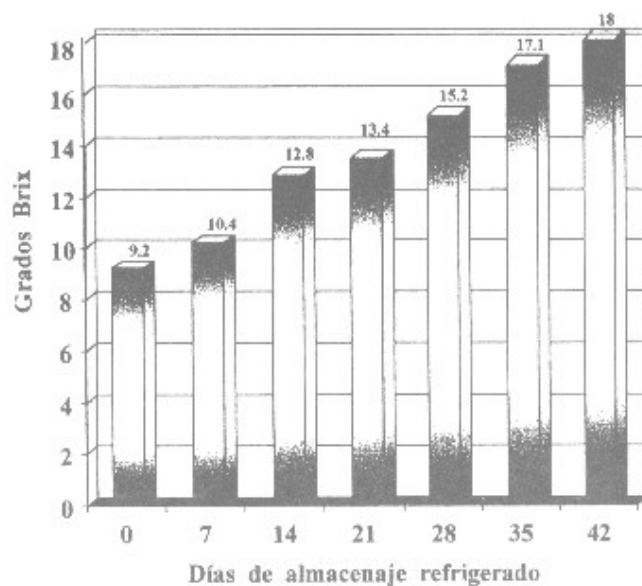


Fig. 11. Evolución de los sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$) chirimoya cv. Concha Lisa, almacenada a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ por más de 40 días.

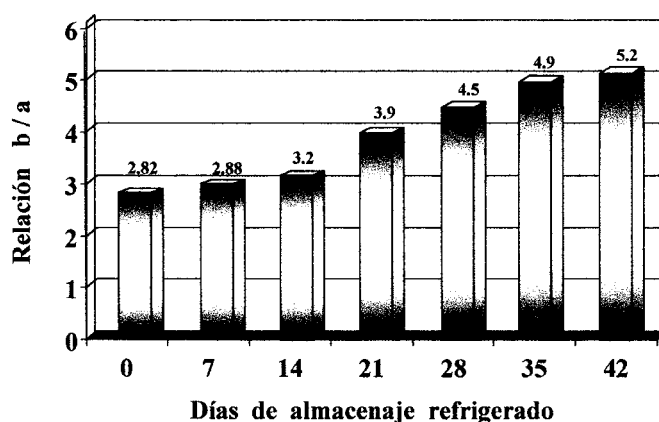


Fig. 12. Evolución del color relación b/a de Hunter Lab chirimoya cv. Concha Lisa, almacenada a $6\pm 1^\circ\text{C}$ por más de 40 días.

La susceptibilidad a hongos se vio incrementada con la aparición de los desórdenes fisiológicos, evento que marcó el inicio de los ataques, los cuales se detectaron en diferentes niveles. Así por ejemplo, la presencia de *Botrytis cinerea* se asoció a un daño a nivel de la cavidad peduncular, extendiéndose interiormente el daño en la pulpa de los frutos.

La presencia de *Rhizopus stolonifer*, se asoció, por lo general, a la zona de daño externo causado por moteado, extendiéndose posteriormente al interior del fruto y cubriendo una extensa zona en la epidermis.

Daños menores fueron causados por *Penicillium expansum*, y otros hongos de menor importancia a los 28 días de almacenaje, tornándose en forma severa principalmente por *Botrytis cinerea*, desde los 42 días de almacenaje, conjuntamente con un mayor nivel de daño por desórdenes fisiológicos.

Panel de evaluación sensorial

La apariencia externa del fruto fue calificada como muy buena hasta el día 21, disminuyendo en cierto grado después del día 28 y adquiriendo una regular calificación después de los 35 días de almacenaje, como consecuencia de la aparición de tonalidades oscuras y un mayor daño por hongos (Cuadro 1).

El color varió desde un verde oscuro hasta un color café, consecuencia del daño por moteado y pardeamiento epidermal principalmente.

La textura evolucionó durante la madurez, siendo bastante aceptable, excepto al término del almacenaje, en que comenzó a detectarse un endurecimiento de los tejidos, por la aparición de diversos desórdenes y una gran deshidratación.

CUADRO 1. Evolución de características organolépticas y visuales en chirimoya cv. Concha Lisa, almacenada a $6\pm 1^\circ\text{C}$ por más de 40 días.

| CARACTERÍSTICA | TENDENCIAS GENERALES | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|----------------|----------------------|---|----|----|----|----|----|
| APARIENCIA | Muy buena | + | + | + | | | |
| | Buena | | | | + | + | |
| | Regular | | | | | | + |
| | Mala | | | | | | |
| COLOR | Verde oscuro | + | | | | | |
| | Verde claro | | + | + | | | |
| | Amarillo | | | | + | + | |
| | Café | | | | | | + |
| TEXTURA | Muy suave | | | + | + | | |
| | Suave | + | + | | | | |
| | Muy gruesa | | | | | | + |
| | Gruesa | | | | | + | |
| DULZOR | Muy agradable | | | + | + | + | |
| | Agradable | + | + | | | | |
| | Desagradable | | | | | | + |
| | Muy desagradable | | | | | | |
| SABOR | Muy bueno | | | + | + | | |
| | Bueno | + | + | | | + | |
| | Regular | | | | | | + |
| | Malo | | | | | | |
| AROMA | Muy agradable | | | | + | | |
| | Agradable | + | + | + | | + | + |
| | Desagradable | | | | | | |

El sabor y el dulzor se encuentran muy relacionados en las evaluaciones, ya que al aumentar el contenido de azúcar en la fruta, aumentó el dulzor y por ende, hay un

mejor sabor. Sólo al cabo de 42 días de almacenaje hubo una menor aceptación por los jueces, quizá como consecuencia directa en el aumento del contenido de taninos y almidón, lo que le otorga una acentuada astringencia.

El aroma es agradable en principio siendo mucho más, a los 28 días del almacenaje, debido a una mayor síntesis de compuestos volátiles y hacia el final el aroma disminuye y se hace agradable, sin incidir en ello la aparición de desórdenes en la fruta.

CONCLUSIONES

- Chirimoyas cv. Concha Lisa cosechadas con índice de cambio de color de la epidermis y almacenadas a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ y 90% de H. R. desarrollan desórdenes fisiológicos: "pitting", moteado y pardeamiento epidermal, después de un almacenaje de más de 35 días.
- "Pitting", moteado y pardeamiento epidermal presentaron su sintomatología externa inicial, en la zona basal del fruto, siendo el pardeamiento epidermal un estado más avanzado al del moteado, cubriéndolo, no así del "pitting" que tiene diferencias particulares, ya que sus puntuaciones no se traslapan.
- La característica histológica del "pitting", aun cuando presenta proliferación de braquiesclereidas, corresponde a un engrosamiento de las paredes celulares primarias de la epidermis con la presencia de altos cúmulos de celulosa.
- La característica histología del pardeamiento epidermal y moteado corresponde a una alta proliferación de células pétreas o braquiesclereidas en el tejido hipodermal, que al incrementar su tamaño, provocan ruptura de las células contiguas liberando almidón y taninos que dan astringencia y pardeamiento a la pulpa. Esta misma situación genera una fuerte lignificación, con aumento del contenido de celulosa, que da origen a una clara estratificación afectando la textura de los frutos.
- La desorganización de la estructura celular y la fuga de sustratos aumentó la susceptibilidad al ataque por hongos de postcosecha como: *Botritis* y *Rhizopus*, cuya incidencia es cada vez mayor, posterior a los 35 días de almacenaje.
- La evolución de las características físico-químicas, resistencia de la pulpa a la presión, sólidos solubles y color, ratifican la pérdida de calidad que sufre la fruta por la aparición de los desórdenes fisiológicos en almacenaje prolongado, situación que además afecta la condición sensorial.

LITERATURA CITADA

- ALIQUE, R.; ZAMORANO, P.; CALVO, M. 1994. Tolerance of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) to cold storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(3): 524-528.
- GARDIAZABAL, F.; ROSENBERG, G. 1986. Cultivo del Chirimoyo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Valparaíso, Chile. 110 p.
- LYONS, J. 1973. Chilling injury of plants. Annual Review of Plant Physiology 24: 445-462.
- LOYOLA, E. 1988. Identificación y caracterización morfológica de los desórdenes fisiológicos: Pitting, moteado y cristalización de la pulpa en chirimoya cv. Concha Lisa. Tesis Ing. Agr., Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile.
- MORRIS, L. 1982. Chilling injury of horticultural crops: an overview. Hort Science 17(2): 161-162.
- PALMA, T.; STANLEY, D.; AGUILERA, J. 1993a. Respiratory behavior of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) under controlled atmosphere. HortScience 28(6): 647-649.
- PALMA, T.; STANLEY, D.; AGUILERA, J. 1993b. A review of postharvest events in cherimoya. Postharvest Biology and Technology 2: 187-208.
- PAULL, R. 1982. Postharvest variation in composition of sourp (*A. muricata* L.) fruit in relation to respiration and ethylene production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(4): 582-585.
- WILLS, R.; WIMALASIRI, P.; SCOTT, K. 1984. Postharvest changes in fruit composition of *Annona atemoya* during ripening and effects of storage temperatures on ripening HortScience 19 (1): 96-97.
- UNDURRAGA, P.L. 1996. Cosecha y postcosecha de chirimoyas (*Annona cherimola* Mill.). Primer Seminario Internacional de Producción, Manejo, Postcosecha y Comercialización de Frutos. Lima, Perú.
- UNDURRAGA, P.; OLAETA, J.A. 1987. Calidad de chirimoyas para su comercialización como producto fresco e industrializado. Proyecto FIA-UCV. Valparaíso, Chile.
- ZUÑIGA, G. 1977. Segundo Simposio sobre Manejo, Calidad y Fisiología de Postcosecha de Frutas. Publicaciones Misceláneas Agrícolas No. 12. Universidad de Chile. San Felipe, Chile.