

EFEECTO DEL AGUA EN LA CALIDAD DEL FRUTO

Introducción

La calidad es una combinación de los atributos, propiedades o características que concede cada valor del fruto en términos de su uso, por ejemplo crudo o procesado (Kader, 1998). Los frutos, en su contexto botánico, son productos de órganos que contienen semillas (excepción: frutos partenocárpicos) y son derivados del ovario cuya pared (pericarpio) se convierte en la pared del fruto.

Con 75 a 95% en promedio el agua es el constituyente principal del fruto (tabla 1) y es indispensable para el transporte y metabolismo de las sustancias (ej. azúcares, ácidos), la estructura (estabilidad, elasticidad) y turgencia (forma, tamaño) del fruto, teniendo en cuenta que sus ingredientes nutritivos se sintetizan de los nutrientes y del agua, provenientes de las raíces y de los fotoasimilados, elaborados en las hojas y otras partes verdes de la planta. El contenido de agua en el fruto, aparte de la especie, depende de las condiciones climáticas - humedad relativa, temperatura, viento, radiación -, de la humedad del suelo y del manejo de la plantación - poda, raleo frutos, fertilización (tabla 2), control fitosanitario -.

Las células del fruto son almacenes dinámicos de agua; en el caso de tasas de radiación solar

altas pueden presentarse cambios en las condiciones de la corriente de la savia, que provocan una disminución o estancamiento del crecimiento del fruto. En el fruto, el grado de cohesión celular está directamente relacionado con la capacidad de retención de líquidos dentro de la pulpa y por ende, con las fuerzas de presión en el interior del mismo (Opara *et al.*, 1997).

El agua en el crecimiento del fruto

El crecimiento del fruto es función del estatus hídrico del árbol y de la distribución de los carbohidratos, y también de la temperatura. El fruto se encoge y dilata durante el día al cambiar las relaciones hídricas del árbol, siendo el tamaño definitivo del fruto lo que aumenta mediante el riego y/o las lluvias. También, el fruto sirve como órgano de almacenamiento de agua. Una gran parte del agua traslocada se almacena en la piel en el caso de los cítricos.

En la naranja el agua representa una importante porción de la masa del fruto (85 a 90% en peso), contribuyendo los carbohidratos al 75-80% de los sólidos solubles (Davies y Albrigo, 1994). En consecuencia, la regulación de los carbohidratos que se incorporan al fruto tiene una gran importancia en la calidad interna de este.



Gerhard Fischer

Ingeniero Hortícola, Ph.D. Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
e-mail: gfischer@unal.edu.co

Tabla 1. Ejemplos para el contenido promedio de agua de la masa fresca de algunos frutos maduros.

Especie	% de agua	Especie	% de agua	Especie	% de agua
Aguacate	45,9	Fresa	84,3	Melón	95,5
Anón	72,5	Granadilla	86,0	Mora	84,7
Arándano	82,0	Guanábana	83,0	Naranja	87,5
Bananito	69,1	Guayaba	62,0	Papaya	90,0
Borojó	62,0	Gulupa	88,9	Pera	78,5
Cereza	74,4	Limón	91,8	Piña	85,1
Cirueta	80,6	Lulo	92,5	Pitaya	85,4
Curuba	92,0	Mandarina	87,0	Sandía	93,0
Durazno	80,5	Mango	81,9	Tomate de árbol	88,5
Feijoa	85,0	Manzana	79,0	Uchuva	85,9
Frambuesa	84,5	Maracuyá	82,0	Uva	76,0

Fuente: Frutas y Hortalizas, 2008; Osterloh *et al.* (1996).

Tabla 2. Efectos de la nutrición mineral y el riego sobre la calidad de la naranja.

Componente	N	P	K	Mg	Riego
Calidad del jugo					
Contenido jugo	+	0	-	0	+
Sólidos solubles (Sól. sol.)	+	0	-	+	-
Acidez	+	-	+	0	-
Sól. sol. / acidez	-	+	-	+	+
Sól. sol. / caja	+	0	-	+	-
Sól. sol. / ha	+	+	+	+	-
Color jugo	+	0	-	?	0
Calidad externa del fruto					
Tamaño	-	0	+	+	+
Peso	-	0	+	+	+
Fruto verde	+	+	+	0	+
Grosor corteza	-	-	+	-	-

Fuente: Tucker *et al.* (1995); (+) aumento, (-) reducción, (0) sin cambio, (?) no hay información.

A medida que crece el fruto desarrolla un sistema vascular, el cual se mantiene en contacto con el resto de la planta. El agua llega al fruto a través del xilema y, también, por el floema que transporta los azúcares (a menudo como sacarosa) y otros compuestos orgánicos en solución y, por tanto, así mismo aporta agua y varios minerales disueltos al fruto (Grange, 1993). Así, dependiendo de la especie, la mayoría del agua puede llegar a través del floema, como observaron Ho *et al.* (1987) en tomates, o toda el agua, como en el caso de los cítricos en la época cuando el fruto se acerca al período de maduración (Huang *et al.*, 1992).

Por lo general, los frutos muestran tasas de transpiración bajas, presentando un número reducido de estomas, una cutícula relativamente impermeable y una baja relación superficie/volumen. Por esta alta relación en frutos pequeños, ellos pierden proporcionalmente más agua que los grandes. Los frutos pueden perder agua durante el calor del mediodía cuando las hojas, por su mayor poder transpiratorio, extraen agua de los frutos. Cuando el potencial hídrico se recupera, durante la tarde y la noche, el crecimiento de los frutos reinicia recuperando o aumentando su volumen.

Factores ecofisiológicos afectando el agua en el fruto

Los factores agroecológicos como precipitación, humedad relativa (HR) del aire y la humedad del suelo afectan profundamente el desarrollo y la calidad del fruto cosechado. El estado de mayor demanda de agua es durante el alargamiento y llenado del fruto; en la maduración del fruto se requiere una menor cantidad.

Un suministro equilibrado de agua asegura un contenido alto en carbohidratos y ácidos en el fruto en el momento de la madurez y menor velocidad de degradación durante la poscosecha. Jackson y Looney (1999) mencionan que bajo condiciones naturales (sin riego), en los cuales el agua no es abundante, los árboles a menudo producen frutos pequeños de una calidad de almacenamiento excelente. Sin embargo, estos frutos pequeños, significan un bajo rendimiento de la plantación y disminuyen los índices económicos del fruticultor. En contraste, años con lluvias muy abundantes pueden resultar en frutos grandes con poca coloración y un potencial pobre de almacenamiento.

En el caso de una baja carga de frutos se debe reducir el regadío, en caso contrario, se fomentará demasiado su tamaño reduciendo la aptitud de

almacenamiento de estos (Osterloh *et al.*, 1996). En periodos secos prolongados el riego adicional es indispensable para un crecimiento normal de los frutos, además favorece el transporte de calcio a los frutos y aumenta su tamaño (figura 1).

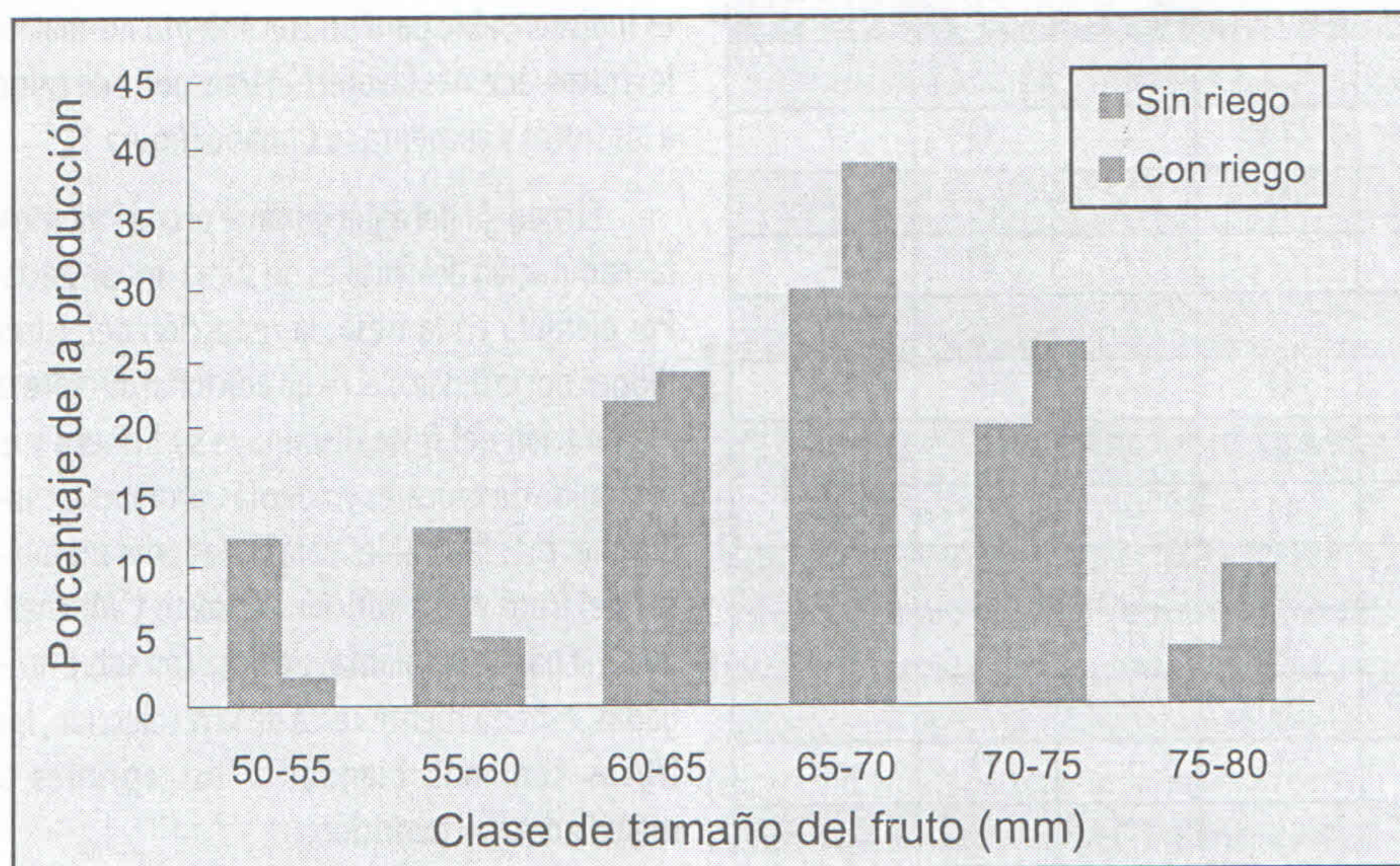
El manejo del agua durante el crecimiento y la maduración del fruto es de suma importancia. Por ejemplo en la fresa, la reducción del estrés hídrico por la lluvia o el riego adicional durante la maduración del fruto disminuye su firmeza y el contenido de azúcares y, además, promueve condiciones más favorables para las lesiones mecánicas del fruto y su pudrición (Crisosto y Mitchell, 2002). Cuando las plantas de fresa son sobre-irrigadas, especialmente cerca de la recolección, los frutos son más blandos y susceptibles a magulladuras y pudrición.

Las lluvias extensivas, combinadas con bajas temperaturas, deprimen los niveles del ácido ascórbico en las fresas (42 a 50 mg por 100 g peso fresco del fruto comparado con 66 a 100 mg en un tiempo soleado y caliente), además se reduce la concentración de la materia seca y de los azúcares mientras los ácidos son favorecidos por estas condiciones (Schuphan (1961). Probablemente, el efecto de la lluvia sobre la reducción de la luminosidad, también, juega un papel importante en el descenso del ácido ascórbico en estos frutos.

Las disponibilidades de agua influyen notablemente en la calidad de los frutos; en el caso del riego adicional se aumenta la proporción de frutos de una mayor categoría de mercado (figura 1). Al respecto menciona Duran (1982) tres maneras en que puede influir en ella: (a) obviamente el calibre se ve favorecido por una abundante disponibilidad de agua, aunque ésta, al favorecer la vegetación, puede retrasar la coloración y maduración; (b) la disponibilidad y la asimilación del calcio se ve mejorada con el aporte y disponibilidad de agua, con lo que la calidad se ve mejorada; (3) siendo una ventaja la mejor absorción de P, N, B y Cu, la absorción de N y, sobre todo, cuando ocurre en forma irregular (por causa de irregulares disponibilidades de agua), hace que se resienta la calidad.

Frutos desarrollados en veranos húmedos y frescos presentan una mayor porosidad epidér-

Figura 1. Efecto del riego sobre el tamaño del fruto en manzana, según Natali y Xiloyannis (1982, cit. por Faust, 1989).



mica, con la correspondiente mayor pérdida de agua en la poscosecha (Duran, 1982); en general, frutos que se han desarrollado en ambientes muy húmedos, presentan elevada transpiración después de recolectarlos.

Muy importante son los periodos precedentes a la recolección que transcurren con humedad alta (lluviosos) que son muy desfavorables para una buena conservación, ya que favorecen las infecciones de hongos (pudrición por *Gloeosporium*, entre las más importantes), así como a algunos empardecimientos internos. Bajo condiciones de suelos húmedos durante la cosecha, se reduce la condición de almacenamiento y transporte del fruto. En épocas próximas o durante la recolección, con un tiempo frío y húmedo, los frutos propenden a la descomposición interna del fruto. Lo ideal sería una pluviometría bien repartida en primavera y verano, no excesiva, y que las 3 a 4 semanas precedentes a la recolección, transcurran con ambiente seco (Duran, 1982).

En las naranjas 'Valencia', a pesar de que una humedad edáfica adecuada, por lluvias o riego, mejora significativamente el tamaño del fruto durante la fase III (agrandamiento de las células, produciéndose un aumento rápido en el tamaño del fruto y en el porcentaje de sólidos solubles totales, SST), pero con el riesgo de diluir los SST, si el aumento del volumen es muy alto (Davies y Albrigo, 1994). Pero, si las naranjas están muy turgentes en el momento de cosecha entonces las

glándulas de aceite que se encuentran en la cáscara pueden romperse para que así suelten los compuestos fenólicos que causan oleocelosis.

Para Friedrich y Fischer (2000) los factores climáticos temperatura y lluvia influyen tanto en la movilización de los nutrientes como en las variaciones en el rendimiento asimilatorio de las hojas afectando la calidad y longevidad de los frutos en la fase posrecolección. Un suministro desuniforme del agua disminuye no solamente la masa del fruto sino también afecta el metabolismo de la planta por un suministro desequilibrado de las células con asimilados y nutrientes. Por esto, las paredes celulares se vuelven inestables y cogen una estructura porosa. En casos extremos, los periodos de sequía pueden causar frutos deformados por las dificultades en la toma del boro.

Un riego frecuente y un alto contenido de nitrógeno tienden a promover un crecimiento vegetativo excesivo que resulta en una menor exposición del fruto al sol y una reducción de su calentamiento y, por tanto, retarda su maduración. Esto, en ciertas circunstancias puede ser deseado, pero, el precio son frutos con poca coloración y una vida en almacenamiento más corta.

Un déficit hídrico demasiado severo, antes de la cosecha, puede causar una madurez precoz y una disminución de la longevidad del fruto. En general, durante condiciones de sequía los frutos que no tienen suministros adecuados de agua,

forman órganos mal desarrollados y con poco sabor.

Un concepto muy diferente es la producción de frutas deshidratadas (pasas) en las cuales condiciones secas antes de la cosecha son muy favorables en bajar los costos de energía en la deshidratación poscosecha.

La radiación solar tiene un efecto indirecto, a través de la apertura de los estomas, sobre la transpiración del fruto, además, cambia el microclima de la planta, lo que puede tener profundas consecuencias sobre la expansión del fruto debido a su íntima unión con el estado hídrico de la planta (Grange, 1993).

Desórdenes fisiológicos del fruto relacionados con el agua

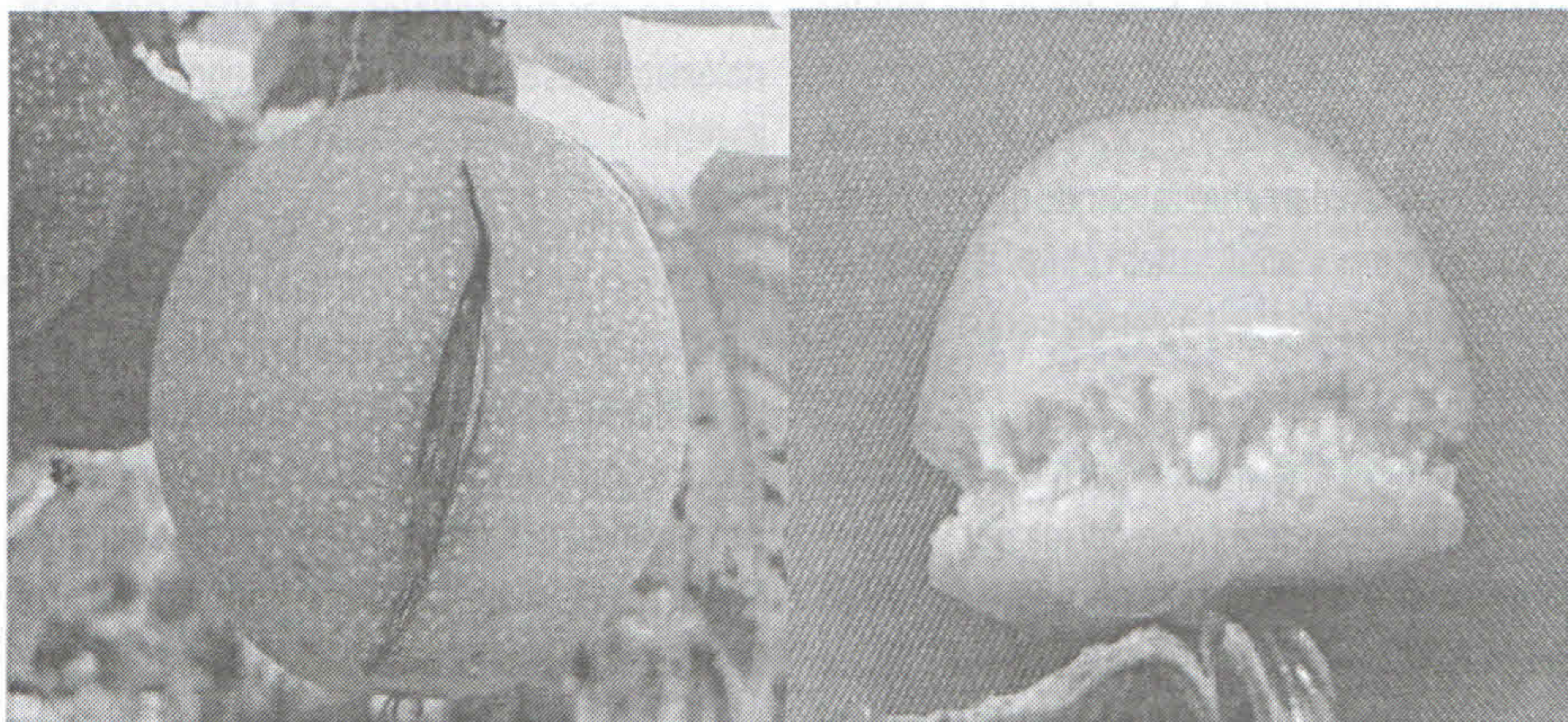
A continuación se refiere especialmente a enfermedades no parasitarias que son fisiopatías o desórdenes fisiológicos causados o alterados por el agua y dentro de los cuales el rajado del fruto es el síntoma más importante y delimitante en la producción frutícola. No obstante, el efecto del agua o de la humedad en general en la planta, o durante la poscosecha, es de suma importancia para controlar con el fin de disminuir la incidencia de enfermedades fungosas.

Sin embargo la salinidad del agua del riego o del suelo pueden cambiar la fisiología de la planta y afectar el crecimiento y desarrollo del vegetal profundamente, los frutos en plantas, estresadas por las sales, pueden incrementar su nivel de ácidos titulables y azúcares, como reportaron Cuartero y Fernández-Muñoz (1999) para el tomate.

Rajado del fruto

El rajado es un fenómeno de estrés y es el desorden más relacionado con el suministro de agua al fruto y puede afectar la calidad del mismo en mayor proporción. Es un problema fisiológico muy severo en varias especies, incluyendo tomate, manzano, peral, cítricos, granada, uva, cereza (Opara *et al.*, 1997) presentándose con mayor frecuencia en drupas (por ejemplo durazno, ciruela, cereza), hesperidios (naranja) y especialmente en las bayas (frutos con piel delgada y a menudo con

Figura 2. Rajado superficial (*cracking*) en granadilla (izquierda) y profundo (*splitting*) en uchuva (derecha). Fotos: C. Carranza, O. Gordillo.



un gran número de semillas: uchuva, tomate). En general, frutos redondos (ej. tomate) son más susceptibles a este desorden.

El rajado produce pérdidas importantes en la producción y comercialización y es la causa principal de la fruta descartada por el exportador alcanzando cantidades de un 20% en promedio del total rechazado en el caso de la uchuva (figura 2), porcentaje que aumenta hasta el 50% en periodos de lluvia prolongados.

Tipos de rajado: Wolf (1971) define dos orígenes del cuarteamiento del fruto: (a) el causado por el crecimiento rápido del fruto y el otro (b) por causa de senescencia (sobremadurez). Obviamente ocurre un desequilibrio entre el volumen del fruto y la capacidad de extensión de la epidermis, es decir, el aumento en el contenido de agua de los frutos, no corresponde con el crecimiento de la epidermis de los mismos.

Hay una serie de diferentes tipos de rajado, diferenciándose en forma e intensidad, dependiendo de la causa de su origen y el genotipo de la planta que se puede clasificar, según Torres *et al.* (2004), en (1) rajado circular en la parte proximal al pedúnculo; (2) rajado leve transversal o longitudinal y (3) rajado severo. Este último fue de mayor ocurrencia bajo invernadero en uchuva y en la mayoría de estos casos, la ruptura inició en la parte apical del fruto bajándose por la parte lateral del mismo, en un ensayo bajo invernadero trabajando con diferentes niveles de agua y nutrición.

Gordillo *et al.* (2004) clasificaron el rajado de la uchuva según su posición del fruto y la

intensidad, ocurriendo solamente en la epidermis (*cracking*) o cuartiendo la pulpa (*splitting*) (figura 2).

Factores de la planta y del fruto: *Carga de frutos:* Una mayor incidencia del rajado se ha observado con una baja carga de frutos, como ocurre en el inicio de la producción (primera cosecha) o después de una poda. La alta relación área foliar/número de frutos puede aumentar el riesgo del rajado (Peet, 1992) porque la concentración de los sólidos solubles incrementa en el fruto.

Contrario al estado de madurez, el cuarteamiento se disminuye con el transcurso del periodo de producción; Gordillo *et al.* (2004) cosecharon uchuvas en Sylvania (Cundinamarca) con 15,1% de los frutos rajados en el primer mes, porcentaje que se disminuye a un 1,2% en el quinto mes de la recolección. Los frutos son más grandes al inicio de la cosecha debido a que la presión por los asimilados es mayor y el agua y los nutrientes del suelo se distribuyen sobre pocos frutos ubicados muy cerca del suelo. En contraste, en un ensayo bajo cubierta, el tamaño del fruto incidió poco en la ocurrencia de rajado (Torres *et al.*, 2004).

El aumento del porcentaje de rajado con el estado de madurez confirman estudios con uchuva y lulo. Gordillo *et al.* (2004) encontraron que los frutos de uchuva, a partir del estado 4 (según NTC 4580 de Icontec) tienen una mayor probabilidad de presentar agrietamiento, que los frutos que se encuentran en menor estado de maduración. Esto, probablemente, sucede por los cam-

bios internos de degradación y lisis que se generan en las células de parénquima a medida que el fruto senece.

Alteraciones en la tasa de crecimiento: Las plantas tienen periodos en los cuales pueden tener un crecimiento rápido seguido de uno lento y después crecen otra vez más acelerado. También, algunas variedades muestran periodos con crecimientos del fruto muy rápidos cuando existen temperaturas elevadas y niveles de humedad en el suelo altos. Estos cambios pueden causar que frutos cerca de su estado de madurez se rajen. Cuando sus células epidermales se han endurecido durante el último crecimiento lento, después, en el siguiente crecimiento rápido ellos no podrían ser capaces de expandirse suficientemente y la epidermis se raja.

Aumento en la presión radical: Otra posible causa puede ser que un aumento en la presión radical por absorción activa del agua, que al no ser eliminada durante la noche por transpiración (solo por gutación), incrementara la presión hidrostática del fruto atribuyendo al cuarteamiento.

Rajado posrecolección: Curiosamente, no solamente en la planta durante la maduración, sino también en la posrecolección frutos en el estado de sobremadurez, pueden rajarse por el cambio de forma de las células, esto sucede cuando se degrada la pectina (que mantiene las células unidas en los frutos maduros), y las células parenquimáticas cambian de forma cúbica a una redonda, aumentando el espacio intercelular y la presión sobre la pared interior de la célula. Dependiendo de la distribución de las células redondas en el tejido, resulta un aumento diferente en el volumen intercelular y del fruto y es fácil de entender que el incremento del volumen del fruto es tanto más grande cuanto más cúbicas fueron las células antes de redondearse (Osterloh *et al.*, 1996).

El reventado del fruto en almacenamiento o en cualquier otra fase de la poscosecha puede ocurrir en aquellos sobremaduros y en aquellos que estuvieron durante mucho tiempo expuestos a una HR alta en huerto o durante la poscosecha y almacenamiento, generando una presión alta desde el interior del fruto sobre la epidermis que

se raja debido a su senescencia. Los frutos con síntomas del rajado que son manipulados en la poscosecha presentan alta susceptibilidad a la *Botrytis*.

Efecto de las condiciones agroclimáticas sobre el rajado: Opara *et al.* (1997) señalan que dentro de los factores ambientales que provocan este desorden se incluyen, principalmente, la humedad del suelo, lluvia, humedad relativa (HR), temperatura y exposición a la radiación solar.

En frutos susceptibles, un suministro desuniforme de agua, especialmente por una lluvia fuerte sobre un suelo altamente desecado, juega un papel importante dentro de las causas del agrietamiento. El cuarteamiento del fruto ocurre principalmente por alta disponibilidad del agua en el suelo, combinado con una HR alta del aire y es más frecuente, cuando las temperaturas son bajas (disminuye la transpiración). En la mayoría de los casos se ha observado el rajado cuando sucedió un incremento marcado de la humedad del suelo a final del desarrollo del fruto, especialmente cuando el crecimiento antes fue caracterizado por una falta de agua (Opara *et al.*, 1997),

Agustí *et al.* (2004) describe el rajado en frutos cítricos que se presenta especialmente cuando ocurren déficits hídricos estacionales seguidos de períodos húmedos, debido al mecanismo distinto entre el crecimiento de la corteza y el de la pulpa.

Una lluvia por un periodo de varios días, aumenta la incidencia del rajado en muchas especies frutales, especialmente lluvias prolongadas y alta humedad relativa durante la maduración del fruto pueden provocar el cuarteamiento. En Colombia, estas condiciones suceden frecuentemente en las estaciones de lluvia en el primer y segundo semestre del año en las regiones en las cuales se presenta el régimen bimodal de lluvias y especialmente en años posterior al "Fenómeno del Niño".

En tomate, Peet y Willits (1995) encontraron una clara tendencia para las plantas que recibieron menos agua a tener menos rajado, sin embargo, los rendimientos en frutos fueron similares comparados con tratamientos que recibieron mayor cantidad de agua.

Cuando en la cereza una gotita de agua permanece sobre la epidermis durante un periodo extendido, ella penetra a través de las células epidermales hasta el mesocarpio debido a la osmosis. Las células del mesocarpio incrementan su volumen rápidamente causando que la epidermis se alargue y cuando estas células alcanzan su límite de elasticidad, la epidermis se raja (Ogawa, 1995).

En campo, una alta tensión hídrica del suelo (sequía) es abruptamente reducida por la irrigación o lluvia es la causa más frecuente del rajado del fruto. El agrietamiento ocurre cuando existe un influjo neto rápido de agua y solutos al fruto, al mismo tiempo cuando la maduración u otros factores reduzcan la firmeza o la elasticidad de la epidermis, como reporta Peet (1992) para el tomate; una baja humedad del suelo reduce la fuerza tensil de la piel del fruto e incrementa la presión de las raíces.

Durante épocas secas se endurece la epidermis prematuramente y cuando ocurren fases de rápido crecimiento del fruto, ocasionado por una lluvia o irrigación, pueden romperse las partes débiles, comúnmente las lenticelas de la piel. Una HR baja, durante las condiciones de estrés hídrico, puede acentuar el efecto de la sequía y por tanto tiende a promover el cuarteamiento asociado a los tejidos exteriores del fruto.

Otro efecto de la sequía es la reducida tasa de transpiración que disminuye el suministro de calcio y boro al fruto que es un elemento muy importante en la resistencia de la epidermis al cuarteamiento.

Las plantas de uchuva que sufren estrés hídrico durante las primeras semanas de su desarrollo son más afectadas por el rajado por tener frutos más pequeños (encontrándose en la fase de división celular) y por una posible elasticidad reducida de la epidermis que aquellas sometidas a una sequía en la segunda fase de desarrollo del fruto (Torres *et al.*, 2004).

En la granadilla, Rivera *et al.* (2002) atribuyen los cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche a la causa del cuarteamiento de los frutos ya desarrollados. En general, la reducción marcada de las temperaturas nocturnas, después

de un periodo de calor, es más propensa para provocar el rajado en frutos; además, los frutos se vuelven más susceptibles a esta alteración cuando existen desequilibrios en los riegos y la fertilización.

La elevada radiación solar puede jugar un papel en el aumento del cuarteamiento, aparte de su asociación con las temperaturas altas y la desecación. Bajo las condiciones de alta luminosidad las concentraciones de sólidos solubles y las tasas de crecimiento del fruto son elevadas, lo que se han asociado con el rajado del fruto. En tomates, los frutos desprotegidos de las hojas se calientan mucho durante el día y, enfriándose relativamente rápido por la noche, causa más frecuente el rajado.

Efectos nutricionales: Los suelos pobres y una humedad del suelo inadecuada afectan el suministro de nutrientes a la planta, propiciando una mayor susceptibilidad del fruto al rajado. Deficiencias en calcio y boro pueden provocar el desarrollo del rajado y altas concentraciones de nitrógeno podrían agravar este desorden. Gordillo *et al.* (2004) reportaron de la región de Sylvania (Cundinamarca) porcentajes de frutos rajados hasta el 30% en campo y poscosecha en relación con el número de frutos cosechados, debido a altas concentraciones de N en el suelo, ocasionados en algunos casos por sobrefertilización química u orgánica, o cuando los contenidos de materia orgánica superan el 20%.

En un estudio en Sylvania (Cundinamarca) con uchuva, Gordillo *et al.* (2004) encontraron que la baja dosis de potasio, así como la carencia de boro en la fertilización favoreció la incidencia de rajado, mientras que la no aplicación de fertilización contribuyó a la disminución del porcentaje de rajado en frutos de uchuva. Sin embargo, el rendimiento de frutos de las plantas sin fertilización alcanzó solamente el 39,2% de las uchuvas que recibieron una fertilización técnica.

Bajo invernadero, Cooman *et al.* (2005) encontraron en la uchuva que el rajado de frutos fue función de la presencia de calcio y boro en la fertilización, con un incremento de 5,5 a 13,0% de frutos rajados cuando cualquiera de los dos era eliminado de la solución nutritiva. Los rendimientos en cosecha se redujeron con la ausencia de

calcio y cobre y la ausencia del calcio produjo frutos de menor peso.

Aparte de deficiencias de Ca, B y K, Garzón-Acosta y Villareal-Garzón (2008) observaron el mayor porcentaje de frutos rajados en aquellas plantas que no recibieron fertilización magnésica seguidas por las no tratadas con calcio.

Control del rajado: Por la complejidad de las causas, para el control del rajado, no se ha desarrollado una estrategia clara. La cosecha de frutos antes de mostrar los síntomas del rajado y la selección de variedades que son resistentes a este desorden ofrecen todavía la mejor protección. En fincas donde no existe un riego adicional, para suministrar uniformemente el agua, es importante sembrar los frutales en zonas donde no se presentan épocas secas severas y prolongadas. Una fertilización equilibrada, evitar excesos de nitrógeno y garantizar cantidades óptimas de calcio, boro, magnesio y potasio es importante en el control de este desorden.

Peet (1992) constata que todas las prácticas culturales que producen uniformidad y crecimiento relativamente lento ofrecen alguna protección contra el rajado del fruto. Esto significa que se deben evitar prácticas culturales que aumentan el crecimiento del fruto en exceso, sea un riego o una fertilización demasiado abundante o una aplicación de hormonas de crecimiento no adecuada.

En cítricos, Agustí *et al.* (2004) reportan que aplicaciones de fitorreguladores, una mezcla de ácido giberélico y ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4 D), a concentraciones de 20 mg/L para ambos, efectuados a finales de junio y repetidas a finales de julio, en condiciones de España, reducen significativamente la incidencia del rajado en la mandarina 'Nova'.

Se debe evitar cualquier cambio brusco de temperatura de su hábitat normal a otro medio lo que aumenta el porcentaje de ruptura del fruto, es decir los frutos con calor de campo no deben ser pasados a ambientes fríos inmediatamente.

No se recomienda realizar la cosecha de los frutos durante la lluvia, asimismo no emplear humedades relativas extremadamente altas

La calidad es una combinación de los atributos, propiedades o características que concede cada valor del fruto en términos de su uso

(>95%) en el almacenamiento que impiden el intercambio de la humedad del fruto con la atmósfera y podrían provocar su rajado.

Otras alteraciones fisiológicas por efecto del agua

Las manchas amargas ("bitter pit") en la manzana que se presentan frecuentemente en árboles con poca carga de frutos y son inducidas cuando el fruto no es capaz de competir con el follaje por agua y Ca; o las manchas secas son un desorden de la manzana relacionado con la deficiencia de B (Jackson y Looney, 1999) y ocurren, a menudo, cuando la irrigación es subóptima.

Por otra parte, lluvias excesivas y por un tiempo largo tienen sus desventajas como reporta Pantástico (1984) para el caso de las naranjas 'Washington Navel' que desarrollan "mancha de agua". El tejido suyacente, de ordinario cerca del ombligo, se hincha cuando absorbe agua; si después hay tiempo seco, las áreas remojadas por el agua se vuelven secas, ligeramente hundidas y de color pardusco.

El retraso en la recolección de las mandarinas Clementinas conlleva a la aparición de un conjunto de desórdenes fisiológicos ligado a la senescencia de la corteza (*pixat*) que a final evolucionan en manchas pardo-marrones (Agustí *et al.*, 2004). Las altas temperaturas y HR durante la fase del cambio de color del fruto aceleran el envejecimiento de los tejidos de la corteza y promueven la aparición de estas manchas.

Bibliografía

- Agustí, M., V. Almela y M. Juan. 2004. Alteraciones fisiológicas de los frutos cítricos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. 126 p.
- Cooman, A., C. Torres y G. Fischer. 2005. Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta: II. Efecto de la oferta de calcio, boro y cobre. *Agronomía Colombiana* 23(1), 74-82.
- Crisosto, C.H. y J.P. Mitchell. 2002. Preharvest factors affecting fruit and vegetable quality. pp. 49-54. En: Kader, A.A. (ed.). *Postharvest technology of horticultural crops* University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland. Publication 3311. 535 p.
- Cuartero, J. y R. Fernández-Muñoz. 1999. Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae* 78, 83-125.
- Davies, F.S. y L.G. Albrigo. 1994. Cítricos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 283 p.
- Duran, S. 1982. Frigoconservación de la fruta. Ed. Aedos, Barcelona. pp. 78-85.
- Faust, M. 1989. *Physiology of temperate fruit trees*. John Wiley, Nueva York. 338 p.
- Fischer, G. 2005. El problema del rajado del fruto de uchuva y su posible control. pp. 55-82. En: Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahita y J. Romero (eds.). *Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.) en Colombia*. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 221 p.
- Friedrich, G. y M. Fischer. 2000. *Physiologische Grundlagen des Obstbaues*. Verlag Ulmer, Stuttgart. 512 p.
- Frutas y Hortalizas. 2008. Frutas. En: <http://frutasyhortalizas.com.co/portal/include/product; consulta: 17 de noviembre de 2008>.
- Garzón-Acosta, C.P. y D.M. Villareal-Garzón. 2008. Efecto de algunas deficiencias nutricionales en la calidad poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- Gordillo, O., G. Fischer y R. Guerrero. 2004. Efecto del riego y de la fertilización sobre la incidencia del rajado en frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la zona de Silvania (Cundinamarca). *Agronomía Colombiana* 22(1), 53-62.
- Grange, R.I. 1993. Crecimiento del fruto. En: *Fisiología y bioquímica vegetal* (Azcón-Bieto, J. y M. Talón; eds.). McGraw-Hill-Interamericana de España. Madrid. p. 449-462.
- Ho, L.S., R.I. Grange y A.J. Picken. 1987. An analysis of the accumulation of water and dry matter in tomato fruit. *Plant, Cell and Environment* 10, 157-162.
- Huang, T.B., R.L. Darnell y K.E. Koch. 1992. Water and carbon budgets of developing citrus fruits. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 117, 287-293.
- Jackson, D.I. y N.E. Looney (eds.). 1999. *Temperate and subtropical fruit production*. CABI Publishing, Wallingford. 332 p.
- Kader, A.A. 1998. Quality and safety factors: Definition and evaluation for fresh horticultural crops. pp. 279-285. En: Kader, A.A. (ed.). *Postharvest technology of horticultural crops* University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland. Publication 3311. 535 p.
- Ogawa, J.M. (ed.). 1995. *Compendium of stone fruit diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota. pp. 85-91.
- Opara, L.U., C.J. Studam y N.H. Banks. 1997. Fruit skin splitting and cracking. *Horticultural Reviews* 19, 217-262.
- Osterloh, A., G. Ebert, W.-H. Held, H. Schulz y E. Urban. 1996. *Lagerung von Obst und Südfrüchten*. Verlag Ulmer, Stuttgart. 253 p.
- Peet, M.M. 1992. Fruit cracking in tomato. *HortTechnology* 2(2), 216-223.
- Peet, M.M. y D.H. Willits. 1995. Role of excess water in tomato fruit cracking. *HortScience* 30(1), 65-68.
- Pantástico, E.R.B. 1984. *Fisiología de la posrecolección manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales*. Ed. Continental, México, D.F.
- Rivera, B., D. Miranda, L.A. Avila y A.M. Nieto. 2008. *Manejo integral del cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis Juss)*. Editorial Litoas, Manizales. 130 p.
- Schuphan, W. 1961. *Zur Qualität der Nahrungspflanzen*. BLV Verlagsgesellschaft. Munich, Viena.
- Torres, C., A. Cooman y G. Fischer. 2004. Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta: I. Efecto de la variación en el balance hídrico. *Agronomía Colombiana* 22(2), 140-146.
- Tucker, D.P.H., A.K. Alva, L.K. Jackson y T.A. Wheaton. 1995. *Nutrition of Florida citrus trees*. Univ. Florida Coop. Serv. Publ. SP 169.
- Wolf, J. 1971. Zur Frage des Berstens von fleischigen Früchten nach der Ernte. *Gartenbauwissenschaft* 36, 127-133.

UNAD

Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

30 AÑOS

Cortesía de Revista Ventana al Campo 2011, 15 años

RECTOR: JAIME ALBERTO LEAL AFANADOR

DEPENDENCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

WWW.UNAD.EDU.CO

FACULTADES

ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA.

ESCUELA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, ECONÓMICAS, CONTABLES Y DE NEGOCIOS.

ESCUELA DE CIENCIAS SOCIALES, ARTES Y HUMANIDADES.

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN.

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE.