

# Determinación del punto óptimo de cosecha en el lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. *quitoense* y *septentrionale*)

Determining the proper time for picking lulo fruit (*Solanum quitoense* Lam. var. *quitoense* and *septentrionale*)

Fanor Casierra-Posada<sup>1</sup>, Edgardo José García<sup>2</sup> y Peter Lüdders<sup>3</sup>

**Resumen:** Este trabajo se orientó a evaluar las características fisicoquímicas de los frutos de dos variedades botánicas de lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. *quitoense* y *septentrionale*) cultivadas en Garzón, Huila. La evaluación de los frutos se realizó mediante el promedio del peso fresco y seco, la pérdida de peso, la firmeza de la fruta, la acidez titulable, los sólidos solubles totales (SST), la relación SST / acidez titulable y los días de cosecha a maduración. Los frutos se cosecharon en cuatro estados de maduración y se expusieron a temperatura ambiente ( $30 \pm 2^\circ \text{C}$  y  $50 \pm 5\%$  HR) y a temperatura de refrigeración ( $13 \pm 1^\circ \text{C}$  y  $85 \pm 2\%$  HR). Los frutos testigo se cosecharon con madurez de consumo. Los parámetros de calidad evaluados se midieron cuando los frutos llegaron a la madurez de consumo, y estos parámetros se compararon con los medidos en los frutos testigo. La época de cosecha a maduración y el pH fueron afectados por el estado de maduración. Los frutos cosechados en un estado temprano de maduración demoraron más tiempo en madurar. Los factores 'estado de maduración' y 'condiciones de almacenamiento' influyeron sobre la firmeza de los frutos y sobre la relación SST/acidez titulable. Los SST fueron afectados por el estado de madurez y las condiciones de almacenamiento. La acidez titulable de los frutos dependió de la variedad botánica. La pérdida de peso durante el almacenamiento fue determinada por los tres factores evaluados. Los frutos cosechados entre 50 y 75% de maduración mostraron los mejores valores en cuanto a los parámetros de calidad, en relación con frutos cosechados en estados de maduración más tempranos.

**Palabras clave:** Maduración, poscosecha, sólidos solubles totales, acidez titulable, firmeza, pH.

**Abstract:** This research was aimed at evaluating the physical and chemical characteristics of fruit from two botanical varieties of lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. *quitoense* and *septentrionale*) growing in Garzón, Huila. Fruit evaluation was based on mean fresh and dry fruit weight, weight loss, fruit firmness, acidity, pH, total soluble solids (TSS), TSS / acidity ratio and days taken from harvesting to ripening. Fruit were harvested at four stages of maturity and exposed to room temperature ( $30 \pm 2^\circ \text{C}$  and  $50 \pm 5\%$  humidity) and low temperature ( $13 \pm 1^\circ \text{C}$  and  $85 \pm 2\%$  humidity). Control fruit were harvested at maturity (ripe for consumption). Quality parameters were evaluated when fruit were ripe; these parameters were then compared to control fruit parameters. Time taken from harvesting to ripening and pH were affected by maturity stage. Fruit in early stages of maturity ripened slowly. Maturity stage and storage conditions affected fruit firmness and TSS/acidity ratio. SST was affected by maturity stage and storage conditions. Variety affected fruit acidity. Weight loss was affected by the three evaluated factors. Fruit harvested at between 50% and 75% maturity showed the best quality characteristics regarding fruit harvested at an earlier stage of maturity.

**Key words:** Ripening, postharvest, total soluble solids, titrable acidity, firmness, pH.

Fecha de recepción: 28 de enero de 2004.  
Aceptado para publicación: 27 de mayo de 2004.

1 Investigador, CORPOICA, C.I. Nataima. e-mail: fanor@gmx.net

2 Investigador, CORPOICA, C.I. Nataima.

3 Profesor Titular, Fachgebiet Obstbau des Institutes für Gartenbauwissenschaft, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin.

## Introducción

EN COLOMBIA, EL CULTIVO DEL LULO en el año 2000 ocupaba un área de 4.804 ha con una producción promedio de 37.477 t·a<sup>-1</sup> y un rendimiento promedio de 7.801 t·ha<sup>-1</sup> (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2001). Del área sembrada, el 74% se estableció bajo la tipología de economía campesina tradicional y el 26% restante se cultivó bajo economía empresarial (Franco *et al.*, 2002). Las dos variedades botánicas de lulo más importantes en el país son la septentrionale y la quitoense: la primera se caracteriza por la presencia de espinas en el tallo y en las hojas, mientras la segunda variedad no presenta espinas; además, el fruto es generalmente menos ácido que en la variedad septentrionale (Estrada, 1992).

El índice de maduración con el que se recolecta la fruta tiene gran influencia sobre el comportamiento durante la poscosecha y la comercialización del lulo. Por tanto, el estado de maduración en el que se cosechan los frutos es un factor dependiente de la distancia entre el punto de recolección y el centro de acopio; así, a mayor distancia, los frutos se deben cosechar en un estado de maduración más temprano y viceversa. En las plantaciones pequeñas de economía campesina, el índice de madurez de los frutos de lulo se determina visualmente por el color de la epidermis, que cambia de verde oscuro a verde claro; posteriormente los frutos adquieren tonalidades amarillas en los costados hasta llegar al color amarillo característico de los frutos maduros de la variedad (Caicedo, 1999).

La madurez hortícola se define como “la fase en la cual un producto ha alcanzado un estado suficiente de desarrollo como para que después de la cosecha y del manejo poscosecha (incluyendo la madurez comercial, si se requiere), su calidad sea, por lo menos, la mínima aceptable” (Kader, 1992a). Teniendo en cuenta que el lulo es un fruto climatérico, se han realizado ensayos para establecer los cambios producidos durante el proceso de la maduración y poscosecha en frutos de lulo expuestos a temperaturas entre 6 y 18° C con una humedad relativa (HR) entre 75 y 80%, encontrándose que los frutos almacenados a 6° C y 75% de humedad relativa no desarrollan completamente las características de maduración. Por su parte, los frutos almacenados a 6° C alcanzan la máxima intensidad respiratoria el día 24, el día 22 a 10° C y el día 19 a 18° C (Galvis y Herrera, 1999).

Así mismo, se han realizado algunos ensayos para mantener la calidad de los frutos de lulo durante la poscosecha. Para el efecto se utilizaron aspersiones con ésteres de sacarosa y diferentes tipos de películas para conservación de alimentos. El mejor resultado se obtuvo cubriendo los frutos con una película biodegradable de polisacáridos, con la cual se redujo la pérdida de peso fresco, la transpiración y el ablandamiento de los frutos (Huyskens-Keil *et al.*, 2001). La aplicación de KMnO<sub>4</sub> (1 g·kg<sup>-1</sup> de fruta) permite prolongar en diez días la vida del lulo almacenado en cajas de cartón a 18° C y 75% de humedad relativa. Además, la inmersión de los frutos en solución de CaCl<sub>2</sub> al 10% ayuda a reducir la pérdida de firmeza, a retardar su maduración y, por tanto, a prolongar la vida útil de los frutos expuestos a la temperatura y humedad relativa mencionados (Ramírez *et al.*, 1992; citados por Galvis y Herrera, 1999).

Los esfuerzos de los agricultores orientados hacia la producción del lulo se ven disminuidos por las pérdidas causadas por múltiples factores que afectan los frutos durante la precosecha, la cosecha y la poscosecha, razón por la cual se realizó este trabajo a fin de encontrar el punto óptimo de cosecha del fruto, de tal manera que se afecten en mínimo grado los parámetros que determinan la calidad del fruto cuando éste alcanza la madurez de consumo. Ello permitiría cosechar los frutos en un grado de madurez tal que soporten la manipulación y el maltrato causado a lo largo de las actividades realizadas durante la cosecha y la poscosecha sin alterar la calidad de la fruta.

## Materiales y métodos

Para la realización del presente ensayo se utilizaron las variedades botánicas septentrionale y quitoense que corresponden a las plantas de lulo con y sin espinas, respectivamente. Los frutos se tomaron de un cultivo comercial ubicado en la vereda El Vergel del Municipio de Garzón (Huila), ubicado a 2.650 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 21° C. El ensayo se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación Nataima de CORPOICA, vía Espinal - Ibagué.

Los factores evaluados fueron: variedad botánica (quitoense y septentrionale), condiciones de almacenamiento (30 ± 2° C con 50 ± 5% HR y 13 ± 1° C con 85 ± 2% HR) y grado de madurez (uno a cuatro). Como testigo se tomó el grado de maduración cinco (Tabla 1).

**Tabla 1.** Grados de maduración de frutos evaluados en *Solanum quitoense* Lam. var. quitoense y septentrionale.

Grado de madurez	Color (%)	
	Verde	Amarillo
1	100	0
2	75	25
3	50	50
4	25	75
5	0	100

Como parámetro de referencia para el factor ‘grados de maduración’ se tomó la tabla de color para lulo de Castilla reportada por Franco *et al.* (2002), quienes presentan cinco grados de madurez diferentes (Tabla 1).

Cabe anotar que los frutos tomados en el primer grado de madurez correspondían a frutos ‘hechos’, es decir, que ya habían terminado su proceso de crecimiento pero aún no tenían la apariencia de haber empezado a madurar.

Una vez cosechados, los frutos se agruparon por variedad botánica y grado de madurez, y posteriormente se expusieron a dos temperaturas y a dos valores de humedad relativa: temperatura ambiente ( $30 \pm 2^\circ \text{C}$ ) y temperatura de refrigeración ( $13 \pm 1^\circ \text{C}$ ), con humedad relativa de  $50 \pm 5\%$  y  $85 \pm 2\%$ , respectivamente. En el caso de los frutos refrigerados se utilizó una nevera industrial en la cual se ajustó la temperatura requerida para el ensayo.

Se hizo un seguimiento de la apariencia de los frutos cosechados en los grados de madurez uno a cuatro y cuando éstos alcanzaron el estado cinco de maduración se realizaron las pruebas de calidad de esos frutos. En aquellos cosechados en el grado cinco de madurez se determinaron las pruebas de calidad de manera inmediata. De este modo fue posible hacer una comparación de los parámetros que determinan la calidad de los frutos cosechados en los estados uno a cuatro, cuando alcanzaban el estado cinco de maduración, con los frutos cosechados directamente en el estado cinco de madurez. Ello hizo posible determinar si el grado de maduración en el momento de la cosecha afecta la calidad del mismo cuando llega a la maduración (estado cinco) durante la poscosecha.

Los parámetros de calidad medidos en los frutos fueron: duración en días hasta alcanzar el estado cinco,

firmeza (kg), sólidos solubles totales ( $^\circ\text{Brix}$ ), pH del jugo, acidez titulable (expresada como porcentaje de ácido cítrico), índice de madurez (sólidos solubles totales / acidez titulable) y pérdida de peso (g). Como información complementaria se registró el peso fresco del fruto, así como su diámetro longitudinal y ecuatorial al momento de la cosecha. Estas variables se midieron cuando cada uno de los frutos cosechados en los diferentes estados de maduración alcanzó el estado cinco de madurez.

El ensayo se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con diez replicaciones. La unidad experimental estaba conformada por un fruto. La información obtenida se analizó mediante un análisis de varianza y se hizo la prueba Tukey para la comparación de promedios ( $\alpha = 0,05$ ). Los análisis estadísticos se hicieron mediante la aplicación SPSS (8.0)®.

En las barras de las figuras se presenta la respectiva desviación estándar y los resultados de la prueba Tukey, en donde los tratamientos que tienen letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas al 95% de probabilidad.

## Resultados y discusión

En todas las figuras reportadas, el valor numérico de los tratamientos corresponde al grado de madurez al momento de la cosecha, de acuerdo con la Tabla 1. La letra que acompaña a cada valor numérico corresponde a las condiciones de almacenamiento (A:  $30^\circ \text{C}$  con 50% HR; R:  $13^\circ \text{C}$  con 85 % HR, que corresponden a A: ambiente y R: refrigerado. La letra C corresponde al grado de madurez de consumo medido en condiciones de campo en el momento de la cosecha).

En términos generales se encontró que los frutos cosechados en los grados de maduración tres y cuatro presentaron las mejores condiciones en cuanto a la evaluación de los parámetros que determinan la calidad, comparados frente a la evaluación hecha en los frutos cosechados directamente con maduración de consumo.

### **Duración de cosecha a maduración de consumo**

Con respecto a esta variable (duración en días hasta alcanzar el estado cinco) se encontró diferencia significativa en cuanto al punto de madurez. Este resultado resulta lógico, dado que los frutos cosechados en esta-

dos más inmaduros demoran más tiempo en alcanzar la madurez de consumo (grado de madurez cinco) que aquellos que se habían cosechado en estados más cercanos a la madurez de consumo (Figura 1).

Por otro lado, la temperatura tuvo un efecto retardante en el tiempo que demoraron los frutos en llegar al grado de madurez de consumo, lo cual se observó básicamente en los frutos cosechados en los estados uno y dos en ambas variedades. Este efecto corrobora

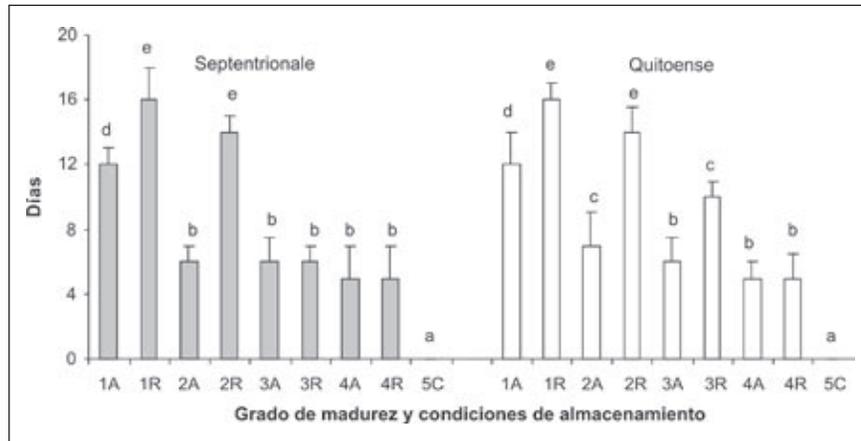
la afirmación de Kader (1992b), quien manifiesta que la reducción en la temperatura disminuye el efecto del etileno sobre la maduración de los frutos. Por otro lado, la reducción en la temperatura de almacenamiento de las frutas reduce la respiración mediante su influencia sobre la actividad enzimática en las mitocondrias, lo que retarda el proceso de maduración de los frutos (Osterloh, 1996). Los frutos cosechados en los grados de maduración tres y cuatro mostraron poco efecto de las condiciones de almacenamiento sobre el tiempo que

demoraron los frutos en alcanzar la maduración de consumo, dado que estuvieron menos tiempo expuestos a las condiciones de almacenamiento; además, en estos frutos los procesos necesarios para llegar a la maduración de consumo ya estaban más adelantados que en los grados de madurez más tempranos.

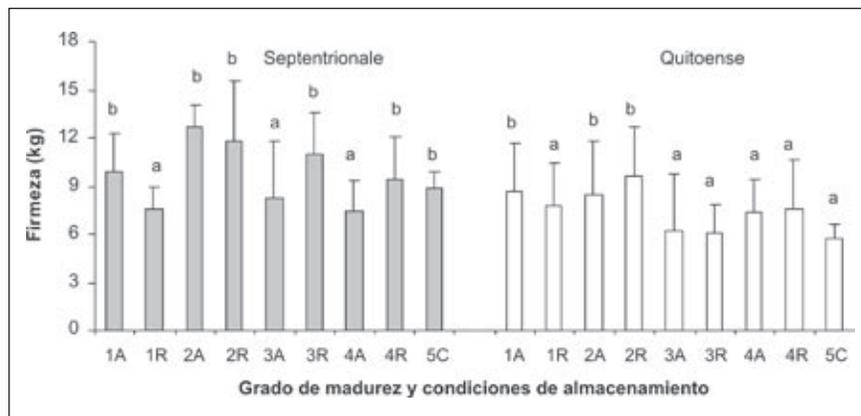
### Firmeza de los frutos

La firmeza de los frutos fue afectada por los factores 'grado de madurez' y 'condiciones de almacenamiento'. En ambos factores se encontraron diferencias altamente significativas (Figura 2).

Se observó que en la variedad septentrionale, los frutos cosechados en los estados uno y dos y refrigerados fueron menos firmes que los frutos que maduraron a temperatura ambiente. Esta tendencia se presentó únicamente en el grado de madurez uno de la variedad quitoense. En los grados de maduración restantes de ambas variedades, la tendencia fue que los frutos refrigerados fueron más firmes que aquellos cosechados en el mismo grado de madurez mantenidos a temperatura ambiente. Lo cual es la manifestación de que los cambios bioquímicos que reducen la firmeza de los frutos son procesos en los cuales intervienen las enzimas, como la poligalacturonasa y la celulasa, cuya acción depende de la



**Figura 1.** Tiempo en días necesario para que los frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. septentrionale y quitoense) cosechados en los grados de madurez uno a cuatro, alcancen el grado de madurez de consumo (grado cinco de madurez). Las letras A, R y C que acompañan el grado de madurez corresponden respectivamente a las condiciones de almacenamiento siguientes: A, 30° C y 50% HR; R, 13° C y 85% HR; C, testigo con madurez de consumo medido en el momento de la cosecha.



**Figura 2.** Firmeza en frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. septentrionale y quitoense) cosechados en los grados de madurez uno a cuatro, medida por penetrometría cuando los frutos alcanzaron el grado de madurez de consumo (grado cinco de madurez). Las letras A, R y C que acompañan el grado de madurez corresponden respectivamente a las condiciones de almacenamiento: A, 30° C y 50% HR; R, 13° C y 85% HR; C, testigo con madurez de consumo medido en el momento de la cosecha.

temperatura (Brady, 1987); además, la hidrólisis de las paredes celulares en frutos, dirigida por las enzimas, es el punto de partida para la maduración de los frutos climatéricos (Tigchelaar *et al.*, 1978), la cual induce el ablandamiento de los frutos.

La Figura 2 muestra que en ambas variedades, algunos frutos cosechados en los estados de maduración de uno a cuatro fueron más firmes que el control (5C), en el cual se midió la firmeza al momento de la cosecha. Al respecto, se reporta que el incremento en la solubilidad de la pectina en sí no es una evidencia suficiente para correlacionar la pérdida en la firmeza de los frutos con la actividad de algunas enzimas, como la endopoligalacturonasa, pues se sabe que la degradación de la pectina también es el resultado de los cambios en la concentración de ácidos orgánicos, o en el pH de las paredes celulares de los frutos (Brady, 1987). Por tanto, las diferencias encontradas en este trabajo en cuanto a la firmeza de los frutos, de acuerdo con las condiciones de almacenamiento y la variedad botánica, se debieron al efecto de la temperatura y la humedad relativa, así como a los cambios bioquímicos internos que conllevan a la maduración de los frutos dependiendo del grado de maduración en que fueron cosechados; estos factores, actuando de manera simultánea, afectaron positiva o negativamente la firmeza de los frutos.

A pesar que los análisis estadísticos no arrojaron diferencias significativas de la firmeza con respecto a las variedades estudiadas, la Figura 2 muestra una mayor sensibilidad de la variedad septentrionale a las condiciones de almacenamiento, lo cual se manifiesta en una diferencia mayor de la firmeza de los frutos de esta variedad mantenidos a ambas temperaturas, comparados con los valores encontrados para la firmeza de los frutos en la variedad quitoense.

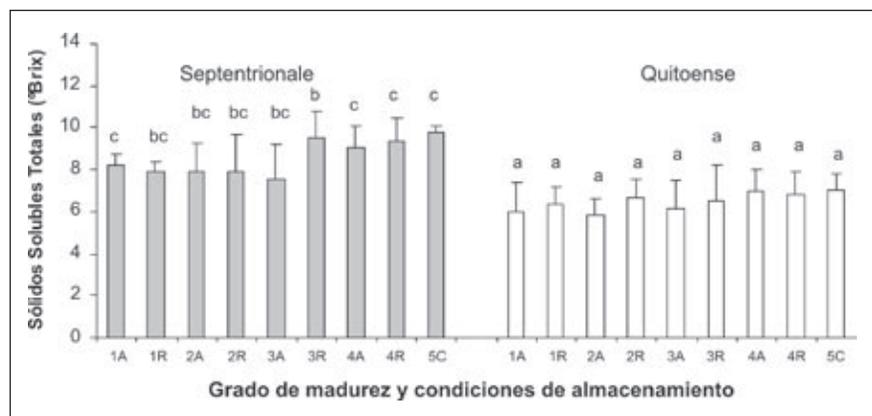
### Sólidos solubles totales

Esta variable fue afectada por los factores ‘variedad botánica’ y ‘grado de madurez’, en los cuales se encontraron diferencias estadísticas significativas y altamente significativas, respectivamente (Figura 3).

En el caso de la variedad quitoense no hubo diferencias en el contenido de sólidos solubles totales de los frutos que se encontraban en el estado de madurez de consumo (grado de maduración cinco) y los que habían sido cosechados en los estados de maduración uno a cuatro. Incluso no hubo ningún efecto de las condiciones de almacenamiento sobre esta variable en esta variedad.

Por el contrario, la variedad septentrionale mostró diferencias en cuanto al contenido de sólidos solubles, a pesar de lo cual, no hubo diferencias del contenido de sólidos solubles en los frutos cosechados en el último grado de maduración y el grado de madurez tomado como control (estado cinco).

Con respecto a esta variable se ha encontrado que, en el lulo, los sólidos solubles totales se incrementan durante el periodo de maduración, variando de 7,8 a 9,3 entre el primer y el séptimo día después de la cosecha (Galvis y Herrera, 1999); además, según los mismos autores, los valores para esta variable se incrementan también en proporción directa con el grado de maduración en el cual fueron cosechados los frutos; esta información corrobora los resultados obtenidos en el presente ensayo. Así, los frutos de las dos variedades evaluadas, cosechados en estados de maduración más tardíos, tendrán una mayor concentración de sólidos solubles totales que aquellos colectados en estados de maduración tempranos.



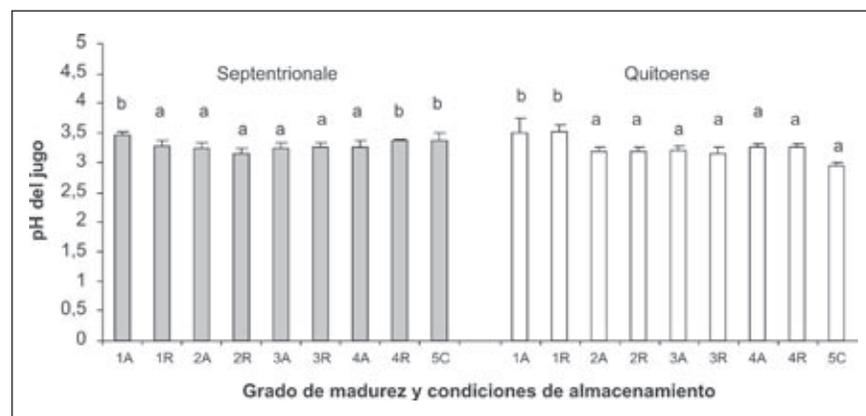
**Figura 3.** Sólidos solubles totales en frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. septentrionale y quitoense) cosechados en los grados de madurez uno a cuatro, medida con el refractómetro cuando los frutos alcanzaron el grado de madurez de consumo (grado cinco de madurez). Las letras A, R y C que acompañan el grado de madurez corresponden respectivamente a las condiciones de almacenamiento: A, 30° C y 50% HR; R, 13° C y 85% HR; C, testigo con madurez de consumo medido en el campo en el momento de la cosecha.

## pH del jugo

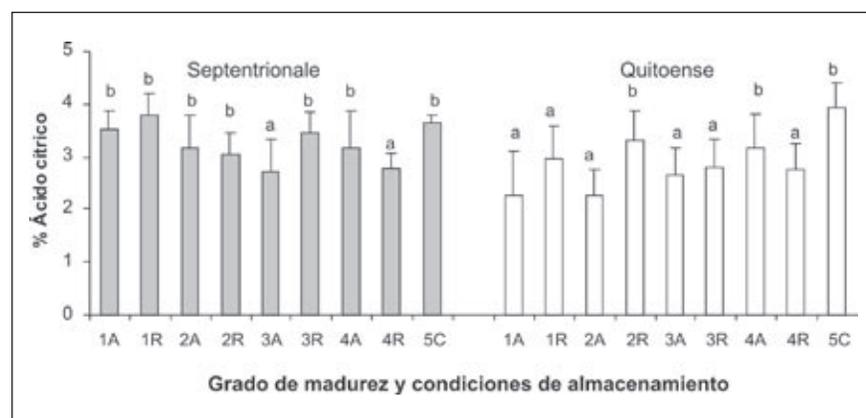
La Figura 4 muestra que los valores de pH en el jugo de los frutos tienen bastante similitud entre los tratamientos, a pesar de lo cual, hubo diferencia altamente significativa sólo para el factor 'grado de maduración'.

Se observa que en cada una de las variedades evaluadas, el valor de pH del jugo de los frutos cosechados en estados uno a cuatro, medido cuando los frutos tenían la madurez de consumo, no presenta diferencia

con el valor de pH encontrado en el jugo de frutos cosechados directamente en el grado cinco de madurez (madurez de consumo), lo cual coincide con los resultados reportados por Galvis y Herrera (1999), quienes observaron que durante el periodo de maduración del lulo, el valor del pH es muy similar y oscila entre 2,9 y 3,2, entre el primero y el séptimo día después de cosecha. Esto indica que el valor del pH en jugo no debe ser tomado como un parámetro para determinar la madurez de los frutos del lulo, tal como lo reporta Thompson (1998).



**Figura 4.** pH del jugo de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. septentrionale y quitoense) cosechados en los grados de madurez uno a cuatro, medido con el potenciómetro cuando los frutos alcanzaron el grado de madurez de consumo (grado cinco de madurez). Las letras A, R y C que acompañan el grado de madurez corresponden respectivamente a las condiciones de almacenamiento: A, 30° C y 50% HR; R, 13° C y 85% HR; C, testigo con madurez de consumo medido en el momento de la cosecha.



**Figura 5.** Acidez titulable expresada como ácido cítrico en frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. septentrionale y quitoense) cosechados en los grados de madurez uno a cuatro, medida cuando los frutos alcanzaron el grado de madurez de consumo (grado cinco de madurez). Las letras A, R y C que acompañan el grado de madurez corresponden respectivamente a las condiciones de almacenamiento: A, 30° C y 50% HR; R, 13° C y 85% HR; C, testigo con madurez de consumo medido en el momento de la cosecha.

## Acidez titulable

El porcentaje de ácidos orgánicos expresados como ácido cítrico (Figura 5) presentó diferencia significativa para el factor variedad botánica y para la interacción de los factores grado de maduración \* variedad botánica \* condiciones de almacenamiento; además, hubo diferencia altamente significativa para los factores 'variedad botánica' y 'condiciones de almacenamiento'.

No se observó una tendencia clara en cuanto al porcentaje de ácido cítrico (Figura 5), a pesar de lo cual se notó que, en la variedad septentrionale, la mayoría de los tratamientos evaluados no mostraron diferencia significativa con el control cosechado en el grado cinco de maduración. Por el contrario, en los frutos de la variedad quitoense, el porcentaje de ácido cítrico está por encima de la mayoría de los tratamientos evaluados.

Con respecto a las diferencias que presentan los materiales de lulo en cuanto a la concentración de ácidos en los frutos, Pinzón (2000) encontró diferencias en la concentración de ácidos en clones de lulo La Selva comparados con el lulo de Castilla; también reporta que el ácido cítrico es el más abundante en los materiales de lulo evaluados, con

concentraciones alrededor de 13% en jugo de frutos con 75% de maduración. Además, en el mismo grado de maduración, los ácidos cítrico, málico y oxálico alcanzan su mayor concentración en los frutos. La misma autora encontró que durante la poscosecha, en los clones de lulo La Selva y de Castilla evaluados, la concentración total de ácidos orgánicos se incrementa del cuarto al sexto día de almacenamiento a 7° C y luego decrece drásticamente a partir del sexto día. En el presente ensayo, los frutos de lulo colectados en el grado uno demoraron un máximo de 16 días en alcanzar la madurez de consumo (estado cinco de madurez); sin embargo, mostraron valores de ácidos totales superiores (en el caso de la variedad quitoense) a los reportados por Pinzón (2000), cuando los frutos de lulo presentaban el pico máximo de concentración de ácidos totales (seis días después de almacenamiento). Resultados similares a los encontrados en el presente ensayo fueron reportados por Galvis y Herrera (1999), quienes encontraron valores de acidez titulable (expresada como ácido cítrico) entre 7,8 y 9,3, en el período comprendido entre el primero y el séptimo día después de la cosecha.

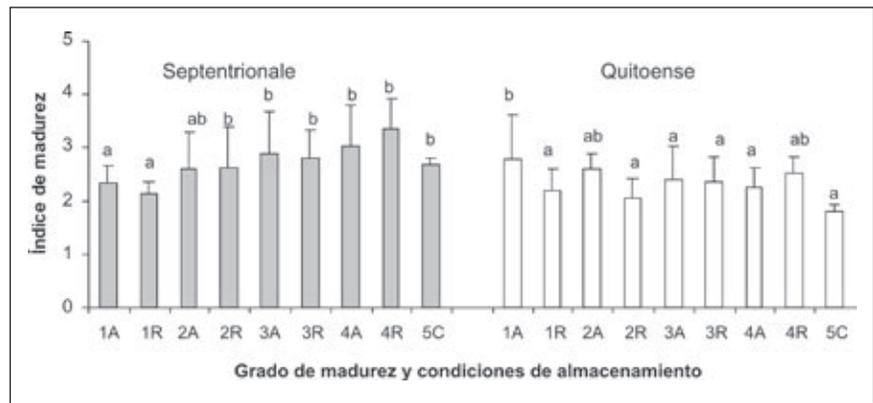
### Índice de maduración

En esta variable se encontraron diferencias altamente significativas para los factores grado de madurez y condiciones de almacenamiento (Figura 6). La variedad septentrionale mostró una tendencia ascendente típica, en la cual los frutos cosechados en estados más tempranos de maduración, independientemente de las condiciones de almacenamiento, tenían valores del índice de madurez inferiores medidos al alcanzar la maduración de consumo, frente a aquellos que fueron cosechados en grados de maduración más cercanos al grado cinco. Por otro lado, cabe destacar que los frutos cosechados en los grados de maduración tres y cuatro mostraron índices de madu-

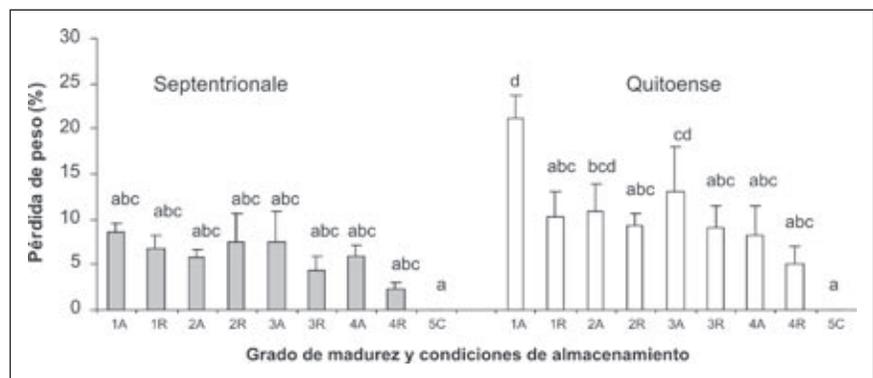
ración superiores al que se registró en el control (estado cinco). Un fenómeno similar se encontró en los frutos de la variedad quitoense, en los cuales la mayoría de los tratamientos evaluados presentaron índices de maduración superiores al control.

### Pérdida de peso en almacenamiento

Con respecto a esta variable se presentaron diferencias altamente significativas para los factores variedad, condiciones de almacenamiento y grado de madurez (Figura 7).



**Figura 6.** Índice de maduración en frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. septentrionale y quitoense) cosechados en los grados de madurez uno a cuatro, medido cuando los frutos alcanzaron el grado de madurez de consumo (grado cinco de madurez). Las letras A, R y C que acompañan el grado de madurez corresponden respectivamente a las condiciones de almacenamiento: A, 30° C y 50% HR; R, 13° C y 85% HR; C, testigo con madurez de consumo medido en el campo en el momento de la cosecha.



**Figura 7.** Pérdida total de peso en frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. septentrionale y quitoense) cosechados en los grados de madurez uno a cuatro, medido cuando los frutos alcanzaron el grado de madurez de consumo (grado cinco de madurez). Las letras A, R y C que acompañan el grado de madurez corresponden respectivamente a las condiciones de almacenamiento: A, 30° C y 50% HR; R, 13° C y 85% HR; C, testigo con madurez de consumo medido en el campo en el momento de la cosecha.

Los frutos que se habían cosechado en estados de maduración más tempranos perdieron más peso que los frutos cosechados en estados más cercanos a la madurez de consumo, dado que aquellos frutos estuvieron expuestos por un tiempo más prolongado a las condiciones de almacenamientos que los frutos últimamente mencionados. Cabe resaltar la mayor sensibilidad de la variedad quitoense a la pérdida de peso con respecto a la variedad septentrional. Galvis y Herrera (1999) reportan que, básicamente, los factores que determinan la pérdida de peso en los frutos de lulo son: la relación área superficial / volumen, la naturaleza de la pared del fruto y el estado del fruto. En el presente ensayo, la pérdida de agua por transpiración no se debió a la relación área superficial / volumen, ni al estado del fruto, dado que para el ensayo se tomaron frutos de tamaño uniforme y sin daños mecánicos. Con base en el planteamiento de Galvis y Herrera (1999), deben existir diferencias en la naturaleza y composición de la pared del fruto en ambas variedades, que induce una mayor pérdida de agua por transpiración en los frutos de la variedad quitoense frente a los de septentrional. Es ampliamente conocido que la pérdida de peso en los frutos en almacenamiento está íntimamente ligada a la humedad relativa; sin embargo, en la Figura 7 se aprecia que la pérdida de peso fue mayor en la variedad quitoense que en la septentrional, independientemente de la influencia de la humedad relativa.

## Agradecimientos

La realización de este trabajo fue posible gracias al apoyo financiero de CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) y ASOHOFRUCOL (Asociación Hortofrutícola de Colombia) en el marco del proyecto No. PR06100111 “Tecnología para la producción sostenible y competitiva del lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en zonas productoras del departamento del Huila”.

## Bibliografía

- Brady, C.J. 1987.** Fruit ripening. Annual Review of Plant Physiology 38, 155-179.
- Caicedo, D. 1999.** Cosecha y poscosecha. En: Gómez, C. *et al.* (eds). Manejo integrado del cultivo del lulo. Convenio CORPOICA - PLANTE - SENA. Tecnimpresos, Ibagué. pp. 85-96.
- Estrada, E.I. 1992.** Potencial genético del lulo *Solanum quitoense* Lam. y factores que limitan su expresión. Acta Horticulturae 310, 171-182.
- Franco, G.; J. Bernal; M.J. Giraldo; P.J. Tamayo; O. Castaño; A. Tamayo; J.L. Gallego; M.J. Botero; J.E. Rodríguez; N.J. Guevara; J.E. Morales; M. Londoño; G. Ríos; J.L. Rodríguez; J.H. Cardona; J. Zuleta; J. Castaño y M.C. Ramírez. 2002.** El cultivo del lulo. Manual técnico. CORPOICA, Regionales cuatro y nueve - Fondo Nacional Hortifrutícola - Asohofrucol. Manizales. 103 p.
- Galvis, J.A. y A. Herrera. 1999.** El lulo *Solanum quitoense* Lam. Manejo de poscosecha. Convenio SENA - Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 59 p.
- Huyskens-Keil, S.; H. Prono-Widayat y P. Peters. 2001.** Effect of surface coating and film packing on the keeping quality of solanaceous crops (*Solanum muricatum* Ait., *Solanum quitoense* Lam.). Acta Horticulturae 553, 621-625.
- Kader, A. 1992a.** Índices de madurez, factores de calidad, normalización e inspección de productos hortícolas. En: Yahia, E.M. e I. Higuera (eds.). Fisiología y tecnología de productos hortícolas. Editorial Limusa, México D.F. pp. 49-58.
- Kader, A. 1992b.** Postharvest biology and technology: An overview. En: Kader, A. (ed.). Postharvest technology of horticultural crops. University of California, Division of Agricultural and Natural Resources. Publication 3311. pp. 15-20.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Colombia. 2001.** Anuario estadístico. Oficina de Información y Estadística, Bogotá. CD-Rom.
- Osterloh, A. 1996** Lagerfaktoren. En: Osterloh, A.; G. Ebert; W.H. Held; H. Schulz y E. Urban (eds.). Lagerung von Obst und Südfrüchten. Editorial Ulmer, Stuttgart. pp. 91-112.
- Pinzón, M.I. 2000.** Propiedades físicas de cosecha y poscosecha de frutos de lulo “La Selva”. En: Memorias del 3<sup>er</sup> Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales (CDTF), Manizales. pp. 386-397.
- Tigchelaar, E.C.; W.B. Mcglasson y R.W. Buescher. 1978.** Genetic regulation of tomato fruit ripening. HortScience 13, 508-513.
- Thompson, A.K. 1998.** Tecnología post-cosecha de frutas y hortalizas. Convenio SENA-Reino Unido, Armenia. 262 p.