

Características físicas y químicas del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad pera

Physical and chemical characteristics of the tomato of pear variety

García Ana, Contreras Ana, Rodríguez M., Trujillo N. Yanine*

*Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Departamento de Alimentos, Electiva Poscosecha.
Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia.*

Recibido 28 de Julio 2009; aceptado 1 de Octubre 2009

RESUMEN

Las características fisicoquímicas de los frutos determinan la calidad, la vida útil, el manejo poscosecha que se puede aplicar en este caso a la variedad de tomate pera, esta operación se realizó mediante procedimientos experimentales, se determinaron las propiedades físicas químicas y organolépticas del tomate variedad pera, tales como forma, tamaño, volumen real, densidad, área superficial real, peso y pruebas químicas como sólidos solubles totales, acidez, pH, humedad, evaluación sensorial y evaluación de la intensidad de respiración, con el objetivo de evaluar el efecto de dichas características y los factores que intervienen en la calidad del producto durante el proceso de maduración del mismo. El procedimiento se realizó empleando tomates en estado de madurez pintón; cada una de las pruebas se hizo por duplicado excepto la prueba de humedad y la de intensidad de respiración. Se logró entonces una relación clara en grados °Brix y cantidad de ácido láctico presente en el tomate, igualmente se determinaron las propiedades que caracterizan la variedad pera, predominando un tamaño mediano-pequeño con gran cantidad de pulpa, la humedad varía en un rango muy pequeño y la tasa de respiración es proporcional a su actividad metabólica.

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. E-mail: yaninetrujillo@unipamplona.edu.co

Palabras clave: *caracterización, humedad, propiedades físicas y químicas, respiración, tomate.*

ABSTRACT

The physicochemical characteristics of the fruit determine its quality and the useful life, the postharvest handling that can be applied in this case to the tomato of pear variety, this operation was performed using experimental procedures, physicochemical and organoleptic properties were determined of the tomato pear-variety, such as shape, size, actual volume, density, actual surface area, weight and chemical tests as total soluble solids, acidity, pH, moisture and sensory evaluation and breathing intensity evaluation with the objective to evaluate the effect of these characteristics and the factors involved in the product quality during the ripening process of it. The procedure was performed using ripe tomatoes in pinton state, each test was done in duplicate except for the humidity and the breathing intensity tests. Then it was achieved a clear relation in °Brix and the amount of lactic acid present in the tomato, it was also determined the properties that characterize the pear variety, predominating a medium-small size with large quantity of pulp, moisture varies over a very small range and respiration rate is proportional to its metabolic activity.

Keywords: *characterization, humidity, physical and chemical properties, respiration, tomato.*

INTRODUCCIÓN

El tomate es uno de los cultivos más importantes en todo el mundo, utilizado como hortaliza (Chapagain y Wiesman, 2004). En países en vía de desarrollo, las pérdidas en frutas y hortalizas durante la poscosecha se ubican entre 20% y 50% (Kader, 1992; Okezie, 1998). El cultivo de tomate en Colombia ocupó 0,6% del área total sembrada en cultivos transitorios durante 2006. Por su parte, en Boyacá se sembró en el mismo año 10,4% del área total cultivada en tomate a nivel nacional, con un rendimiento de 45,7 t*ha⁻¹, superado sólo por Caldas, cuyo rendimiento fue 47,5 t*ha⁻¹; lo que indica la importancia del cultivo para los agricultores boyacenses (Corporación Colombia Internacional, 2006).

El signo más visible de la maduración organoléptica en frutos de tomate es el cambio de la coloración verde a rojo. Este cambio se debe a la descomposición de la clorofila y a la síntesis de licopeno y otros carotenoides. El segundo signo característico de esta maduración es el ablandamiento que acompaña al cambio de color. Este cambio ocurre debido a la síntesis de la enzima poligalacturonasa, la cual es activa en la degradación de la pared celular y por lo mismo en el ablandamiento. La producción de esta enzima es iniciada por el etileno, lo cual ayuda a explicar la importancia del etileno en la maduración natural y artificial de los tomates, la maduración de los frutos es iniciada por el etileno que ellos mismos producen.

La apariencia de los tomates está muy influenciada por la presencia y la magnitud de los defectos. Defectos de menor envergadura que no comprometan la calidad comestible son aceptables, pero defectos serios pueden influenciar la apariencia, firmeza, marchites y susceptibilidad a las enfermedades. Los defectos originados antes de la cosecha son: frutos huecos, podredumbre apical, rajaduras radiales y concéntricas, daños por insectos, quemaduras de sol, ablandamiento excesivo y maduración irregular. Este tipo de defectos son utilizados esencialmente en la graduación de calidad. Después de la apariencia visual, el factor más importante en la calidad del tomate es la firmeza, la cual está íntimamente ligada con el estado de madurez y variedad, los frutos de tomate poco firmes son más susceptibles al daño físico y, consecuentemente, se reduce su resistencia al transporte. La calidad de los tomates es influenciada por la dureza de la epidermis, la firmeza de la pulpa y la estructura interna del fruto (relación material pericarpio / material lóculos) considerada (Fernández, 2008).

El sabor del tomate es un atributo subjetivo y está en función de la percepción del degustador. Los azúcares, ácidos y sus relaciones son importantes para la dulzura, acidez y, sobre todo, para la intensidad del sabor de tomate. El contenido habitual de sólidos solubles (principalmente azúcares) está entre 3,5 a 5 %, llegando a 10% en algunos tomates. Además el sabor está influenciado por los aromas de muchos constituyentes químicos. Los componentes volátiles son importantes, no solamente por el aroma sino por el sabor general. La porción del pericarpio contiene más azúcares reductores y menos ácidos orgánicos que la porción locular. Por lo tanto, cultivares con una gran porción locular y altas

concentraciones de ácidos y azúcares, tienen mayor sabor que aquellos con una pequeña porción locular.

El pH informa sobre la acidez del tomate. El pH del zumo se sitúa normalmente entre 4.2 y 4.4, siendo muy raro que se superen estos valores, lo que asegura la estabilidad microbiológica durante el procesado en la elaboración de conservas; este valor de pH hace que el tomate sea un producto relativamente fácil de manejar a nivel industrial. Lo que influye sobre el contenido de sólidos solubles son los factores agrológicos, especialmente la climatología durante el periodo de maduración y el riego, que pueden hacer variar el contenido en °Bx entre 4 y 7. La mayor parte de las variedades contienen entre 4.5 y 5.5 °Bx.

La acidez total es debida a la presencia de diversos ácidos orgánicos en el tomate; el mayoritario es el ácido cítrico y suele oscilar entre 0.35 y 0.40 gr/100 ml de zumo.

Se entiende por madurez comercial el estado en que la fruta ha alcanzado el grado de desarrollo suficiente que permite su comercialización, y por madurez fisiológica se entiende el estado en que la fruta ha alcanzado su máximo grado de desarrollo (FEDECAFE, 1985).

La maduración del tomate comprende una serie de cambios físicos y químicos que ocurren en el fruto fisiológicamente maduro, dando lugar a un producto atractivo por su apariencia externa, aroma y sabor. Estos cambios se deben a importantes transformaciones en la actividad enzimática y composición que determinan el sabor característico; el color es uno de los aspectos que varía más nota-

blemente durante la maduración del fruto de tomate. Dentro del proceso madurativo, también se destaca la degradación del almidón y el aumento de los azúcares reductores, mientras que los ácidos orgánicos disminuyen, como típico fruto climatérico (INTA, 2009). La reducción del contenido de oxígeno y el aumento de dióxido de carbono, reduce la actividad respiratoria prolongando la vida útil del producto (Guzmán *et al.*, 2009). En la respiración se encuentran tres fases: a) la descomposición de polisacáridos en azúcares simples, b) la oxidación de azúcares a ácido piruvico y c) la transformación aeróbica del piruvato y de otros ácidos orgánicos en CO₂, agua y energía.

Los factores que afectan la respiración son de dos tipos:

a). Factores internos. Tales como estado de desarrollo, composición química del tejido, tamaño del producto, cubiertas naturales y tipo de tejido.

b). Factores externos. Tales como temperatura, etileno, oxígeno disponible, dióxido de carbono, reguladores del crecimiento, lesiones a los frutos (Ferreira, 2005).

Cuando el tomate se destina a la agroindustria, sus principales parámetros de calidad son peso seco, sólidos solubles, acidez titulable (equivalente de ácido cítrico), pH, viscosidad (flujo bostwick) y color. Puesto que los valores de la pasta de tomate pueden predecirse a partir de las mismas mediciones realizadas en fruta fresca homogeneizada, también llamada pulpa o puré, los análisis deben realizarse en los frutos al momento de la cosecha (Renquist y Reid, 1998).

Por la importancia que establece el conocer las características fisicoquímicas de los productos hortofrutícolas, la presente investigación se llevó a cabo con el fin de evaluar las características físicas y químicas del tomate variedad pera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio fueron adquiridos 1.5 Kg de tomate variedad Pera en la plaza central de abastos de Cúcuta. El fruto fue utilizado en su grado de madurez pintón se evaluaron las características físicas como forma, tamaño, volumen, densidad y área superficial, y pruebas químicas como: humedad, **sólidos solubles**, acidez, pH, y evaluación de la intensidad de respiración, así como también se realizó la respectiva evaluación sensorial. Las propiedades evaluadas fueron realizadas por duplicado.

Análisis de las propiedades físicas

Forma y tamaño. La identificación de la forma del tomate variedad Pera fue efectuada de acuerdo a las cartas estándar para su descripción; para el tamaño mediante el calibre de pie de rey, se tomaron las dimensiones de ancho y alto. El alto corresponde a la medida entre la zona apical y pendular y el ancho comprende las medidas del diámetro horizontal.

Área superficial. Se calculó por planimetría al pelar el fruto longitudinalmente para juntar sus cortes en una hoja milimetrada, tratando de formar un rectángulo para poder aplicar la fórmula, también se tomó el diámetro de las dos muestras de tomate para poder calcular su área aplicando la fórmula del círculo.

Peso. Fue determinado utilizando una balanza electrónica por lectura directa, en la cual se realizó el pesaje de pulpa, semilla y cáscara de un tomate separando cada miembro del fruto.

Volumen real. Se calculó empleando el método de empuje de Arquímedes, el cual consistió en pesar un recipiente (beaker) que contenía un líquido (agua), y el producto a medir se colocó en el recipiente prestando atención que estuviera cubierto por el líquido, pesando finalmente el conjunto.

Intensidad de respiración. Se determinó por el método volumétrico de las trampas de hidróxido; se realizó un montaje en el cual se empleó un motor de acuario para la producción de aire, conectado mediante un sistema de mangueras a un recipiente de vidrio con 50 ml de Hidróxido de potasio (KOH), éste se conectó a un segundo recipiente con la misma cantidad y solución, seguidamente se conectó a un frasco de boca ancha que contenía 1kg de tomate necesario para la prueba, y por último este frasco se conectó a otro recipiente que contenía 50 ml de Hidróxido de Bario Ba (OH)₂, capturando el gas carbónico (CO₂) producido por la respiración, empleando un tiempo en el proceso de 60 min. Finalmente, se titula con ácido oxálico, tomando como indicador fenolftaleína.

Análisis de las propiedades químicas

Determinación de humedad. Se evaluó empleándose una balanza de humedad OHAUS ES50R 7-03, con un error de 2.5 – 3.5 en la que se dispuso 3.252 gramos de muestra de tomate expuesta a 110°C, se tomaron datos cada 2 minutos por un tiempo de una hora.

Sólidos solubles. Se determinó con un refractómetro BRIXCO FG109, expresando el resultado en °Brix, utilizando pulpa de tomate. La muestra de pulpa fue extraída en un mortero de porcelana.

Acidez. Se determinó a partir de 10 ml de zumo de tomate diluido 50:50, con la adición de fenolftaleína por titulación con NaOH 0.1 N hasta un pH de 8.1, expresando el resultado en % de ácido cítrico.

PH. Se determinó por lectura directa de una muestra homogenizada utilizando un potenciómetro de electrodo previamente calibrado.

Análisis sensorial

Se presentaron dos muestras: un tomate entero y otro porcionado. Se realizó en el laboratorio de poscosecha de la Universidad de Pamplona, mediante la prueba descriptiva, con un panel de 5 jueces no entrenados, conformado por los estudiantes de poscosecha I, con edades promedio de 18 a 25 años; se le pidió a cada juez evaluar por medio de una ficha las características sensoriales (sabor) y de apariencia (forma, color, tamaño) de estos tomates. Cada atributo evaluado fue calificado en intensidad de 1 a 5, donde 1 es el menor puntaje y 5 el máximo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización física del tomate Pera

Las propiedades del tomate Pera, en su grado de coloración pintón, se caracterizaron obteniendo que el tomate pera tiene una forma alargada, desigual y como su nombre lo indica en forma de pera, regularmente ovalados y semi-redondos, es decir su forma es muy variada.

Los datos registrados para la caracterización física como dimensión, área superficial y volumen del tomate variedad Pera, determinados en el laboratorio, pueden ser observados en la tabla 1.

Tabla 1
Características físicas del tomate Pera

Numero Muestra	Ancho alto (mm)	Área Superficial (cm ²)	Volumen	Tamaño
1	33 36	111	96	Mínimo
2	36 45	135.1	110	Mediano

De acuerdo con las normas ICONTEC la NTC 1103-1 para tomate de mesa, los productos estudiados se clasifican de la siguiente manera: el tomate # 1 presentó un tamaño mínimo, y el tomate # 2 se clasificó como “mediano”, características normales que se manifiestan en esta variedad, por lo cual se encuentra dentro de un rango aceptable para el consumidor que en la mayoría son las amas de casa.

La tasa de respiración del tomate Pera en estado pintón (tabla 2), es relativamente baja con un 3.714 mgCO₂/Kg/hr evaluada en 60 minutos, ya que el fruto todavía no ha empezado a producir energía suficiente para

llevar a cabo el proceso de desdoblamiento de sus moléculas; a medida que avanza el tiempo su tasa de respiración se incrementaría con mayor velocidad y se darían los posteriores cambios en la misma.

Tabla 2
Tasa respiratoria del tomate Pera

Tiempo (h)	Peso (g)	(ml)	Tasa de respiración mgCO ₂ /Kg/h
1	1.007	8.8	3.714

La tabla 3, contiene los valores obtenidos en el laboratorio, los cuales indican que el tomate variedad Pera contiene una alta porción comestible y asimilable, la cual oscila en 91%.

Tabla 3.
Relación cascara- pulpa- semilla

Fruto nº	Peso Unitario (gr)	Peso Cascara (gr)	Peso Pulpa (gr)	Peso Semilla (gr)	% Cascara	% Pulpa	% Semilla
1	81.32	6.28	74.14	0.9	7.72	91.17	1.10
2	104.1	8.1	94.82	1.2	7.8	91.06	1.15

Caracterización química del tomate Pera

El índice de madurez corresponde a la relación °Brix/acidez, lo cual indica que el incremento en sólidos solubles o el decrecimiento de la acidez titulable provocan aumento en el índice de madurez, o sea un acercamiento a la madurez de consumo; resultados que pueden observarse en la tabla 4, la cual indica que el tomate 2 se encontraba en un grado de madurez más avanzado que el tomate 1.

Tabla 4
 Características químicas del tomate variedad Pera
 en estado pintón

Numero Muestra	pH	Acidez % ac	Solidos solubles °Bx
1	4.1	0.38	4.01
2	4.3	0.32	5

En la figura 1, se puede apreciar que la humedad promedio del tomate variedad Pera es aproximadamente 94.11%, requiriéndose 30 minutos para determinarla, es decir, que a partir de este tiempo la humedad y el peso empiezan a ser constantes y la variación es muy pequeña.

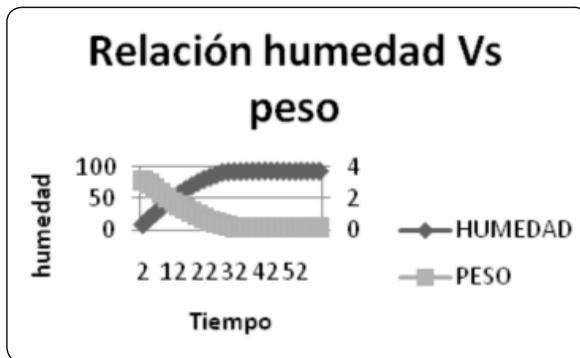


Figura 1. Relación humedad Vs peso

Evaluación sensorial

Los resultados de las características de sabor, forma, color y tamaño del tomate Pera se representan en las figuras 2-5.

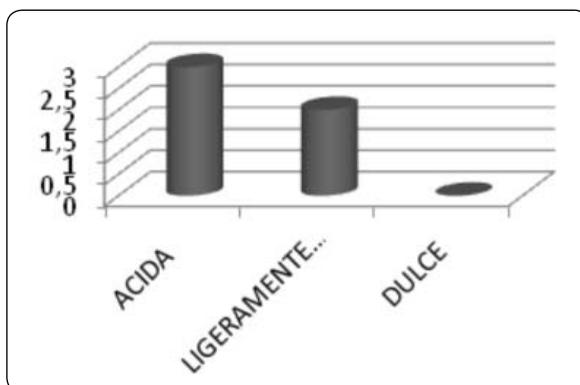


Figura 2. Análisis sensorial del sabor.

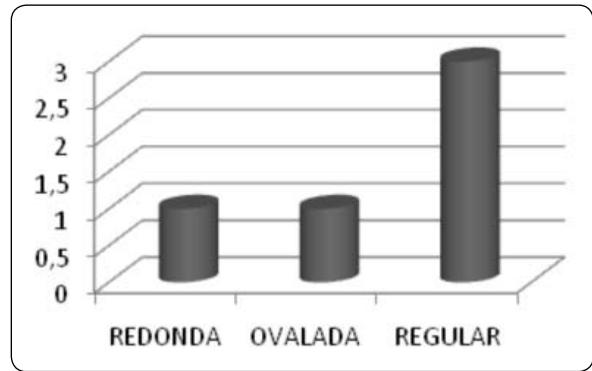


Figura 3. Análisis sensorial de la forma

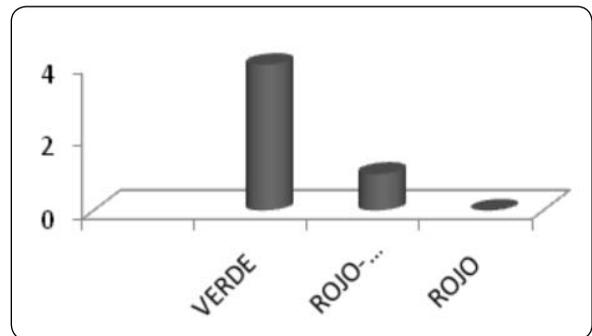


Figura 4. Evaluación del color.

Las figuras muestran los resultados de la evaluación sensorial realizada al panel seleccionado, la forma del tomate es regular con lados más alargados que otros, el sabor es ácido por su estado de madurez predominando en un 80% el verde, su tamaño es relativamente mediano y pequeño comparados con parámetros normales propios de cada juez.

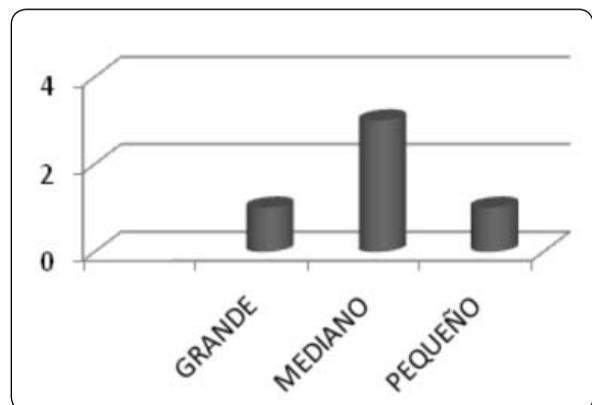


Figura 5. Evaluación del tamaño.

CONCLUSIONES

La tasa de respiración del tomate variedad Pera es relativamente baja, ya que está iniciando el proceso de pigmentación y maduración fisiológica del mismo, es decir, que no han pasado cambios importantes como la hidrólisis de azúcares o de moléculas grandes en moléculas mucho más sencillas.

El fruto evaluado no ha alcanzado una maduración organoléptica óptima, debido a que se produjo

rechazo por parte de los jueces de continuar su cata, ya que presenta una alta acidez y textura muy consistente. La relación entre las dos muestras con respecto al % de ácido y la cantidad de grados °Brix es coherente, a medida que el % ácido aumenta, la cantidad de sólidos solubles disminuye, percibiéndose una sensación de agridulce del fruto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corporación Colombia Internacional. (2006). Oferta agropecuaria ENA. Cifras 2006. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá. pp. 14-62.
- Chapagain, P.B. y Z. Wiesman. (2004). Effect of potassium magnesium chloride in the fertigation solution as partial source of potassium on growth, yield and quality of greenhouse tomato. *Scientia Hort.* 99, 279-288.
- Federación nacional de cafeteros de Colombia. El cultivo del tomate. Santa Fe de Bogotá. FEDECAFE, 1985 p.10-12. Disponible en: <http://201.234.78.28:8080/dspace/bitstream/123456789/861/1/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20Tomate.pdf>. Consultado: 07/10/2009.
- ICONTEC. NTC 1103-1 para tomate de mesa. (19). Disponible en: <http://www.sinab.unal.edu.co/ntc/NTC1103-1.pdf>. Consultado: 07/10/2009.
- Ferreira, M.D., T.O.A. Franco, R.F. Kasper, A.C.O. Ferraz, S.L. Honório y M. Tavares. 2005. Post-harvest quality of freshmarketed tomatoes as a function of harvest periods. *Scientia Agricola (Piracicaba)* 62(5), 446-451.
- INTA. **Calidad y duración de la vida poscosecha del tomate cherry. (2010).** *Horticultura*. Disponible en: www.a-campo.com.ar/espanol/.../horticult2.htm Consultado:04/10/2009.
- José Fernández Lozano. Manejo Poscosecha de Tomate (Ings. Agrs. Baron, C.; Maradei, F. y Bares, C. de la CMCBA), INTA (El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina) (2008). *Revista Simbolos de nutrición y bienestar*. Disponible en: <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/9141-componentes-calidad-el-tomate.htm>. Consultado:04/10/2009.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest biology and technology: an overview. pp. 15-20. En: Kader, A.A. (ed.). *Postharvest technology of horticultural crops*. Publication 3311. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, California.
- Molina Ferrer, M. Frigo conservación y manejo de frutas, flores y hortalizas. Barcelona: AEDOS, 1970.p.40. Disponible en: <http://201.234.78.28:8080/dspace/bitstream/123456789/861/1/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20Tomate.pdf>. Consultado: 07/10/2009.
- Manejo poscosecha y evaluación de la calidad en Tomate (*Lycopersicum Esculetum* Mill) que se comercializa en la ciudad de Neiva. (1998). Disponible en: <http://201.234.78.28:8080/dspace/bitstream/123456789/861/1/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20Tomate.pdf>. Consultado: 07/10/2009.
- Okezie, B.O. 1998. World food security: the role of post-harvest technology. *Food Technol.* 52, 64-69.
- Tomates el huerto domestico. (2002). *Guía de Horticultura de Iowa State University*. Disponible en: <http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM608S.pdf>. Consultado: 04/10/2010.