

Características del fruto de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* [Cav.] Sendtn) basadas en la coloración del arilo, en la Zona Andina Venezolana

Characteristics of tree tomato (*Cyphomandra betaceae* [Cav.] Sendtn) fruits based in aril coloration, at the Venezuelan Andes Zone

Norkys MEZA¹ y Juan MANZANO MÉNDEZ ²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Pampanito, estado Trujillo, Venezuela y ²Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Decanato de Agronomía, Posgrado de Horticultura, Barquisimeto, estado Lara, Venezuela. E-mails: nmeza@inia.gob.ve, norkisme@yahoo.com, manzаноjuan46@hotmail.com y jmanzano@ucla.edu.ve  Autor para correspondencia

Recibido: 30/05/2008 Fin de primer arbitraje: 12/04/2009 Primera revisión recibida: 02/06/2009
Fin de segundo arbitraje: 10/08/2009 Segunda revisión recibida: 11/12/2009 Aceptado: 28/12/2009

RESUMEN

El tomate de árbol es un fruto de la zona andina, la planta crece y se desarrolla favorablemente en el estado Trujillo Venezuela. El objetivo del presente estudio fue evaluar las características físicas y químicas de los frutos de tomate de árbol, basados principalmente en la presencia de arilo rojo o amarillo en las semillas. Se cosecharon frutos en su punto óptimo de maduración, fueron lavados, secados, colocados en cestas para ser trasladados al laboratorio. Se utilizó un diseño completamente al azar de 100 frutos por tratamiento con 5 repeticiones para un total de 500 frutos, se determinaron las características físicas y químicas de la parte comestible del fruto y los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza y la prueba de Rango Múltiple de Duncan. Los mayores valores del peso del fruto y diámetro ecuatorial se encontraron en el tomate de árbol con arilo rojo. El diámetro polar fue similar en ambos grupos. El grosor del pericarpio más mesocarpio de los frutos con arilo amarillo resultó con los mayores valores que los frutos con arilo rojo. En cuanto al contenido del pericarpio más mesocarpio en los frutos con arilo rojo fue superior a los frutos con arilo amarillo. El peso de la placenta más semillas fue altamente significativo para los frutos con arilo rojo. Los °Brix o porcentaje de sólidos solubles totales (SST) fueron no significativos, mientras los valores de pH fueron mayores en los frutos con arilo rojo y la acidez titulable alcanzó valores mayores en los frutos con arilo amarillo. Los frutos con arilo rojo manifiestan un contenido mayor del balance agrídulce dado por su alto coeficiente % SST/% Acidez).

Palabras clave: Características químicas y físicas, pericarpio, mesocarpio, endocarpio, arilo

ABSTRACT

Fruits of Tomato Tree are cultivated at the Andes zone, where plants are growing and development very well at the Trujillo State in Venezuela. The objective of this study was to evaluate the physical and chemical characteristics of Tomato Tree fruits, based really on the red and yellow arils present at the seeds. Fruits were harvest at the optimum mature ripening stage, washed, dried and put on the plastic baskets for to be carried in to the Postharvest Lab. A completely randomized design for 500 fruits and 5 replications for each treatment of 100 fruits (yellow and red pulp) was conducted. Characteristics physical and chemical were determined on the fruits edible part, the results of these parameters were evaluated through the variance analysis and the Means Duncan's test. The red aril Tomato Tree fruits resulted with the highest values on fresh weight and equatorial diameter. The polar diameter was with the same significance on both fruits groups. The pericarp plus exocarp parameter on Tomato Tree fruit resulted with highest significance for yellow than red aril's fruits. In reference to the weight values of pericarp plus mesocarp at the red aril Tomato Tree fruits were higher than for yellow aril fruits. The weight of gelatinous mass plus seeds in the fruits, reached the highest values for the red aril Tomato Tree fruit. For solids soluble content or Brix in the fruits the results obtained were no significatives, while for pH values to the red aril Tomato Tree fruits resulted with high significance than those with yellow aril fruits. The tritatable acidity on yellow aril Tomato Tree fruits reached the highest significance values. Tomato tree fruits with red aril improve a major content of agri-sweet balance given for a high coefficient relation SST %/Acid.

Key words: Chemical and physical characteristics, pericarp, mesocarp, endocarp, aril

INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol, (*Cyphomandra betacea* [Cav] Sendtn) también conocido como tomate francés, tomate cimarrón, tomate de palo, tomate de castilla, tomate de ají, tomate de monte y tamarillo, pertenece al género *Solanum* (*Cyphomandra**) y a la especie *betaceae* de la familia Solanácea (Bohs 1994; Bohs 1995; León *et al.*, 2004), es una fruta exótica con delicioso sabor y aroma. Es originario del área Andina (Bernal y Díaz, 2003), específicamente de la región Boliviana (Bohs y Nelson citado por León *et al.*, 2004). Se cultiva en zonas caracterizadas por un clima templado y fresco, con altitudes que varían de 1000 a 3000 msnm (Bohs, 1994). El fruto, es una baya con largo pedúnculo de forma redondeada, piriforme, ovoide y/o apiculada, su tamaño mide alrededor de 8 a 10 cm de longitud y de 4 a 6 cm de diámetro, su peso varia entre 40 a 130 g, la corteza es gruesa y tiene una cutícula de sabor amargo, la cual debe ser eliminada al consumir el fruto. La pulpa puede ser de color amarillo, anaranjado, tonos rojos y crema, pudiendo ser jugosos y de sabor agridulce. Presenta una gran cantidad de semillas (250) pubescentes, cubiertas de un arilo gelatinoso de diferentes colores dependiendo de la variedad (Bernal y Díaz, 2003). Existen variedades con frutos de piel lisa y brillante, el color varía entre los genotipos desde verde cuando inmaduro a amarillo, anaranjado, rojo y púrpura oscuro cuando madura. Los frutos se forman de 5 a 6 meses del trasplante y de 4 a 5 meses después maduran (Márquez *et al.*, 2007, León *et al.*, 2004). El sabor de la fruta difiere del balance agridulce según la variedad. Se consume como jugo, conserva con almíbar, ensaladas de frutas, helados, jaleas, mermeladas, dulces y en platos de carnes con sabores combinados (Girard y Lobo, 1987). Posee cualidades nutricionales, especialmente sus propiedades de reducción de colesterol, su alto contenido de fibra, β -Caroteno (pro-vitaminas A), vitamina B6, vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E, hierro, potasio, magnesio, fósforo con un contenido de nitrógeno y aminoácidos libres muy alto y su bajo nivel de calorías. Fortalece el sistema inmunológico y la visión, además de funcionar como antioxidante. Es además una buena fuente de pectina (Reyes Chilpa y Sanabria Diago, 1993.).

Dada la escasez de información referente a la caracterización de frutos de tomate de árbol de la zona andina de Venezuela, este trabajo tuvo como objetivo caracterizar los frutos de materiales de

tomate de árbol a través de la determinación de algunos parámetros físicos y químicos, basados en la presencia de arilo rojo o amarillo de las semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de frutos de plantas cultivadas de tomate de árbol, ubicadas en campos del poblado Los Llanitos a 2000 msnm, cuyas coordenadas son Longitud N 09° 14,149' y Latitud W 070° 27,497', del distrito Urdaneta en el estado Trujillo, en la parroquia Andrés Linares de San Lázaro en Venezuela. Los frutos fueron colectados en su punto óptimo de cosecha a 18 semanas después de antesis y trasladados inmediatamente al Laboratorio de Postcosecha en las instalaciones del Posgrado de Horticultura de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), en Tarabana, estado Lara. Un total de 500 frutos (con el grado de madurez para consumo) de pulpa amarilla y roja tomados al azar, de diferentes formas y tamaños, se utilizaron para caracterizar algunos caracteres como peso del fruto fresco (g), diámetro polar y ecuatorial (mm), grosor del pericarpio + mesocarpio (mm), peso del pericarpio + mesocarpio (g), peso de placenta + semilla (g), número de semillas por fruto, porcentaje del pericarpio + mesocarpio y placenta + semilla, en base al peso fresco. Para las características químicas se determinó el pH, el contenido de sólidos solubles totales (SST), la acidez total titulable (acidez) y se analizó la relación SST/acidez.

En la determinación del peso se siguió el método gravimétrico usando una balanza analítica ACCULAB VI 600 y las mediciones de los caracteres de longitud con un vernier digital marca Mitutoyo. Para la determinación del contenido de SST se siguió el método 31011 por refractometría, (AOAC 1984) con el uso del refractómetro ATAGO-Pelette modelo PR-101 (0-45%). Para el pH y la acidez titulable se determinaron según las normas COVENIN (1977), usando NaOH 0,1 N y titulando hasta que el extracto alcanzara el punto final de la titulación a un pH de 8,1, usando un potenciómetro Orión modelo 420, determinando el porcentaje de acidez como g de ácido cítrico/100g muestra X 100.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 5 repeticiones de 100 frutos para cada cultivar. Se realizaron análisis de varianzas y pruebas de medias de Rangos Múltiples de Duncan, utilizando el programa estadístico SAS (SAS, 2001). El nivel de significación fue 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante indicar que los frutos del género *Cyphomandra* presentan diferentes formas: ovalado, apiculado, esférico, piriforme y elipsoide como se muestra en la Figura 1. Los frutos de tomate de árbol, que corresponden a la especie *C. betaceae*, también presentan una gran diversidad de formas y tamaños. La Figura 1 corresponde a especies silvestres del género *Cyphomandra* y muestra como es la distribución de sus partes como son pericarpio, mesocarpio, endocarpio, placenta, arilo y las semillas. También se puede apreciar su tamaño, es decir que pueden ser frutos pequeños, medianos y grandes. Se puede observar un tejido gelatinoso que recubre la semilla muy cercano a la placenta, el cual puede ser rosado en la especie *C. uniloba* (Figura 1-a), transparente en la especie *C. diversifolia* (Figura 1-b) amarillo en la especie *C. hartwegii* (Figura 1-c), roja como en la especie *C. materna* (Figura 1-d) y poca pigmentación en la especie *C. corymbiflora* (Figura 1-e). En las Figuras 2 y 3 se observa un corte transversal de los frutos, el mesocarpio y el endocarpio (el cual incluye la placenta, el material gelatinoso y las semillas). El color de la piel es variable y no significa necesariamente que la pulpa del fruto sea del mismo color. La pulpa adquiere el

color que generalmente presenta el material gelatinoso que recubre a las semillas, con frecuencia se puede confundir al observar los colores internos de los frutos, motivado a la difusión de los pigmentos presentes en el arilo gelatinoso de las semillas lo cual ocurre a menudo al realizar un corte transversal al fruto que rompe el material gelatinoso y permite difundir rápidamente el pigmento en todo el área de corte en el fruto, coloreando a toda la pulpa o jugo del fruto (Bernal, 1994). Se observa en las Figuras 1 y 2, la difusión de pigmentos principalmente rojo o morado. Reyes Chilpa y Sanabria Diago (1993), mencionan a estas sustancias (antocianinas, leucoantocianinas, flavonas y flavenoides) como los responsables del color del fruto y de la pulpa.

La Figura 3, indica el lugar preciso (A) donde se realizó la medición del grosor del (pericarpio más mesocarpio) observando claramente un color característico propio (amarillo), muy diferente al color que presenta el material de la cavidad interna o endocarpio (B) (placenta, arilo - mucílago gelatinoso y semilla), donde la masa gelatinosa se torna de un color rojo o morado, según el material. Es por esta razón que se establecen los términos de arilo o pulpa roja y amarilla para expresar este color interno y no guiarse por el color externo de la piel del fruto.

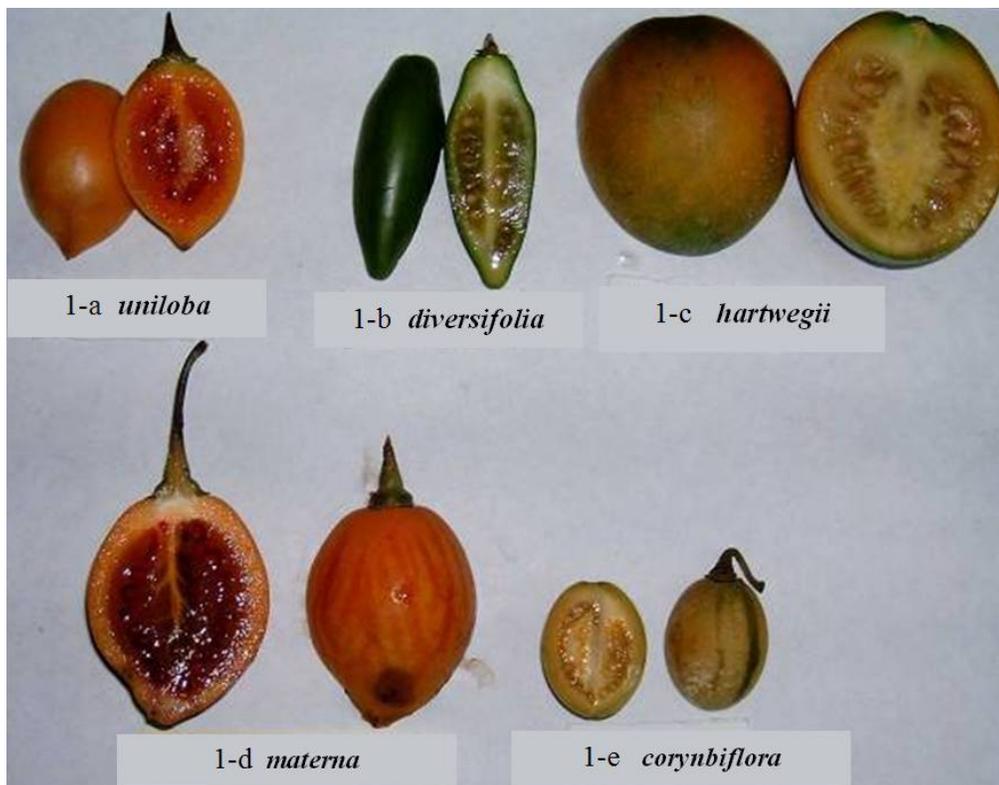


Figura 1. Diferentes tipos de formas como puede estar constituido los frutos del género *Cyphomandra*, tales como: a) Ovalado; b) Apiculado; c) Esférico; d) Piriforme y e) Elipsoide.

El arilo corresponde al mucílago que rodea la semilla y produce un color amarillo o rojo en el jugo o pulpa de los frutos. También se puede observar el grosor del pericarpio + mesocarpio (Figura 3). En el Cuadro 1 se observan altos valores significativos de las variables peso del fruto y diámetros polar y ecuatorial de los frutos de pulpa roja, los cuales coinciden con los valores reportados por Manzano (2005), mientras que en los frutos de arilo amarillo el valor del grosor pericarpio + mesocarpio es superior a los frutos con pulpa roja. Pratt *et al.*, (1976) reportaron valores similares a los encontrados con frutos de arilo rojo.

El peso del pericarpio + mesocarpio, peso de la placenta + semilla y número de semillas por fruto presentaron diferencias estadísticas significativas por efecto del cultivar del fruto (Cuadro 2), los cuales también pueden estar influenciadas por el tipo de suelo, la fertilización y otros factores como los ambientales y genéticos, valores similares fueron reportados por Manzano (2005), estos valores tanto de los Cuadros 1 y 2 indican que los frutos de tomate de árbol con arilo rojo manifiestan una determinante claridad del tamaño, del peso de frutos y del número de semillas por fruto, en los cuales sus valores son mayores que aquellos de los frutos con arilo amarillo.

Para las variables contenido de sólidos solubles totales, pH, acidez titulable y la relación SST/acidez (Cuadro 3), se puede decir que para el primero de ellos no hubo diferencias significativas en los frutos con arilo rojo y amarillo, mientras el pH resultó con el mayor valor en los frutos con arilo rojo y los valores de acidez titulable fueron mayores que en los frutos con arilo amarillo. Bernal y Díaz (2003), reportaron valores similares para las primeras tres

variables evaluadas en frutos con arilo amarillo. Manzano y Díaz (2002), también reportaron valores muy similares a los encontrados para estos tres caracteres. Márquez *et al.* (2007), reportaron valores de los parámetros %SST, pH dentro de los rangos reportados en este trabajo para frutos con arilo amarillo mientras que para los valores del % acidez fueron muy altos. Es conveniente indicar que en observaciones realizadas en campo se ha podido notar que los frutos con arilo rojo son menos dulces y más ácidos (menores valores de pH) que los frutos con arilo amarillo, reportado también por Reyes Chilpa y Sanabria Diago (1993). En referencia a la relación SST/acidez resultó con mayores valores en frutos con arilo rojo resultando este factor determinante en el balance agrídulce del fruto, no siendo apetecible esta características por algunos consumidores.

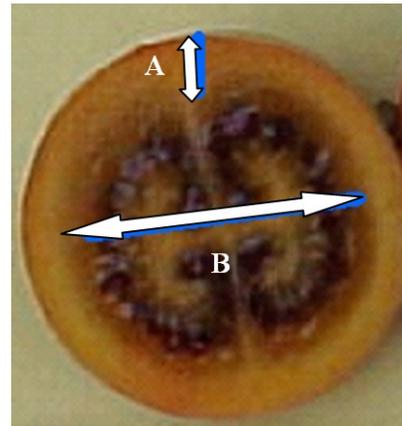


Figura 3. Puntos de medición de las longitudes del grosor de (A) pericarpio mas mesocarpio y (B) cavidad interna del fruto o endocarpio del tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*).

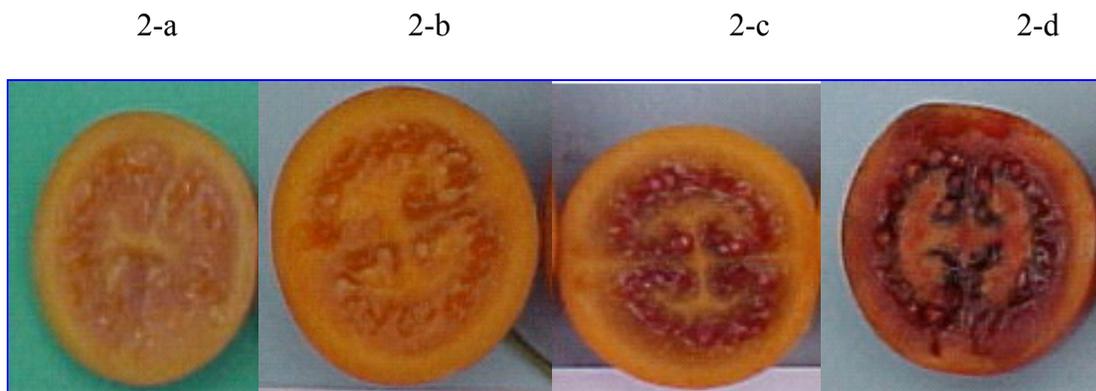


Figura 2. Color del endocarpio: a- Amarillo, b-Rojo Claro, c- Rojo Oscuro y d-Morado, en frutos del género *Cyphomandra betaceae*.

Como resultado de este estudio, se puede entender el origen del color en los jugos o pulpas provenientes de frutos de tomate de árbol, al saber que dicho color lo originan los pigmentos presentes en el arilo gelatinoso alrededor de la semilla y no guiarse por el color externo de la piel o cáscara del fruto. Dichos pigmentos pueden ser una fuente potencial para la obtención de colorantes de origen vegetal.

CONCLUSIONES

Los frutos de tomate de árbol de la especie *Cyphomandra betaceae*, presentan una gran diversidad de formas y tamaños donde los frutos con arilo amarillo son generalmente de menor tamaño y peso que los de arilo rojo. También se puede inferir

que los frutos con arilo rojo tienen un mayor contenido del balance agrídulce que los de arilo amarillo dado por su alta relación del contenido de SST/acidez, resultando en un enmascaramiento de la acidez por la dulzura en la pulpa o jugo

AGRADECIMIENTOS

A las Instituciones IICA, FONTAGRO, PROCIANDINO y UCLA las cuales financian el proyecto "Tomate de Árbol (*Cyphomandra betaceae* [Cav.] Sendtn.) "Fruto promisorio para la diversificación del Agro Andino" Código FTG/RF-01-04/RG.

Cuadro 1. Características físicas peso, diámetro polar y ecuatorial, grosor del pericarpio + mesocarpio en frutos de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*) con arilo amarillo y arilo rojo.

Color del arilo	Peso fruto (g)	Diámetro polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)	Grosor (pericarpio + mesocarpio) (mm)
Amarillo	81,23 ± 15 b	64,80 ± 12,00 a	48,03 ± 8,04 b	12,72 ± 3,50 a
Rojo	100,17 ± 19,00 a	63,36 ± 11,55 a	54,46 ± 9,25 a	8,49 ± 2,40 b
Significación	*	ns	*	*

* Medias en la columna mostrando diferentes letras son significativamente diferentes al nivel del 5%, según la prueba de rango Múltiple de Duncan.

Cuadro 2. Características físicas peso del pericarpio + mesocarpio, peso de placenta + semillas y número de semillas por fruto, en tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*) con arilo amarillo y arilo rojo.

Color del arilo	Peso (Pericarpio + Mesocarpio) (g)	Proporción (%)	Peso (Placenta + Semillas) (g)	Proporción (%)	Número de semillas/fruto
Amarillo	49,57 b	59	33,98 b	41	224,80 b
Rojo	56,93 a	57	43,30 a	43	283,76 a
Significación	*	ns	*	ns	*

* Medias en la columna mostrando diferentes letras son significativamente diferentes al nivel del 5%, según la prueba de rango Múltiple de Duncan.

Cuadro 3. Características químicas determinadas en frutos de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*) con arilo amarillo y arilo rojo.

Color del arilo	% Sólidos Solubles Totales	pH	% Acidez	SST/Acidez
Amarillo	9,54 a	3,52 b	1,20 a	7,95 b
Rojo	9,42 a	3,92 a	1,13 b	8,34 a
Significación	ns	*	*	*

* Medias en la columna mostrando diferentes letras son significativamente diferentes al nivel del 5%, según las pruebas de rango Múltiple de Duncan

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1984. Association of Official Agricultural Chemist . Official Method of Analysis of AOAC, 12 th, Washington D.C. USA.
- Bernal, J. A. y C. A. Díaz. 2003. Tecnología para el cultivo del tomate de árbol, Manual Técnico N° 3. Ecoregión Andina. Centro de Investigación Andina “La Selva” Río Negro, Antioquia, Colombia. 129 p.
- Bernal, J. A. 1994. El cultivo del tomate de árbol, *In* Cartagena. V, J. R. Plan de Capacitación a Extensionistas, Memorias del Curso Regional de Actualización en Frutos Tropicales. IICA, PRONATA, Espinal-Tolima-Colombia. P. 223-230.
- Bohs, L. 1994. *Cyphomandra* (Solanaceae). Flora Geotrópica. Monograph 63. Ed. Organization for Flora Neotropica. New York 173 p.
- Bohs, L. 1995. Transfer of *Cyphomandra* (Solanaceae) and its species to *Solanum*. *Taxon* 44: 583-587.
- Girard. E y M. Lobo. 1987. El cultivo del tomate de árbol, *Cyphomandra betaceae* (Cav) Sendtn. ICA. Manual de Asistencia Técnica N° 32. Bogotá. Marzo. 59 p.
- León F., J.; P. Viteri D. y G. Cevallos A. 2004. Manual del cultivo del tomate de árbol (Manual N° 61). INIAP, Estación Experimental Santa Catalina-Programa de Fruticultura – Granja Experimental El Tumbaco. Quito, Ecuador. 51 p.
- Manzano, J. E. 2005. Características de frutos de tomate de árbol, *Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendtn, y sus relativos. *Proc. Interamer Soc. Trop. Hort.* 48: 149-151.
- Manzano J. E. y J. G. Díaz. 2002. Características de calidad en frutos almacenados de Tomate de Árbol (*Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendtner). *Proc. Interamer. Soc. Trop.Hort.* 46: 68-69.
- Márquez, C. J.; C. M. Otero y M. Cortéz. 2007. Cambios fisiológicos, texturales, fisicoquímicos y microestructurales del tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* S.) en poscosecha. *VITAE* 13 (2): 9-16 .
- NORMAS COVENIN. 1977. Determinación de la acidez en frutos y productos derivados. Publicaciones Fondonorma. Caracas 1151-77.
- Pratt, H. K. and M. Reid. 1976. The Tamarillo: fruit growth and maturation, ripening, respiration and the role of ethylene. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 27: 399- 404.
- Reyes Chilpa, R. y O. L. Sanabria Diago. 1993. Tomate de árbol, *Cyphomandra betaceae* (Cav) Sendtn. *Etnobotanica* N° 2. Septiembre. 10 Nov 2008. GELA-Perfiles. <http://www.ibiologia.unam.mx/jardin/gela/page13.html>.
- Statistical Analysis System (SAS). 2001. SAS Institute Inc. 8 Ed. Cary, NC: SAS Institute, Inc. Cary NC. USA.