

**Propiedades físicas y químicas del Tomate de Arbol (Solanum betaceum) durante el almacenamiento**

**Physical and chemical properties of Tree Tomato (Solanum betaceum) during storage**

Elizabeth, Huanatico Suarez  
*ehuanatico@unaj.edu.pe* - Universidad Nacional de Juliaca  
<https://orcid.org/0000-0003-2981-588X>  
Rosmel Jesus, Qque Paccotico  
*rj.qqueap@unaj.edu.pe* - Universidad Nacional de Juliaca  
<https://orcid.org/0000-0001-7743-2176>  
Javier Jainer, Pacheco Mamani  
*jj.pachecom@unaj.edu.pe* - Universidad Nacional de Juliaca  
<https://orcid.org/0000-0001-5265-2244>  
Jhon Amilkar, Charca Colque  
*ja.charcac@unaj.edu.pe* - Universidad Nacional de Juliaca  
<https://orcid.org/0000-0002-3549-5854>  
Magaly Nery, Aycaya Mamanchura  
*mn.aycayam@unaj.edu.pe* - Universidad Nacional de Juliaca  
<https://orcid.org/0000-0003-2371-4009>  
Luis Miguel, Chiara Mamani  
*lm.chiaram@unaj.edu.pe* - Universidad Nacional de Juliaca  
<https://orcid.org/0000-0001-7602-2829>  
Chedi Zaid, Calapuja Ayamamani  
*cz.calapujaa@unaj.edu.pe* - Universidad Nacional de Juliaca  
<https://orcid.org/0000-0001-8051-7189>

Recibido el 02/12/20 | Aceptado el 28/12/20  
DOI: <https://doi.org/10.47190/nric.v3i1.137>

**Resumen**

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades del tomate de árbol durante su almacenamiento, para ello se trabajó con dos variedades de tomate de árbol, roja y anaranjada, las cuales fueron almacenadas a temperatura ambiente, por un periodo de veinte días, se hicieron las evaluaciones de pH, °Brix, índice de color, textura y vitamina C, cada dos días. De los resultados se encontró que el pH y los sólidos totales (°Brix), están dentro de los rangos de la madurez de cosecha, con tiempos de almacenamiento de 15 días bajo condiciones ambientales, posterior a ello están pasando a un proceso de senescencia. La deformación y la fuerza de punción, indicadores de la textura, descienden en función del tiempo de almacenamiento, a partir de los quince días bajo condiciones ambientales los frutos de tomate de árbol, pierden la fuerza de resistencia a la deformación, por lo que este sería el tiempo máximo de almacenamiento. El Índice de color IC\* mostró un pequeño cambio en las dos variedades, mostrando colores finales de anaranjado pálido, amarillo medio pálido y rojo pálido, los que representan colores acordes con su madurez de cosecha. Durante el almacenamiento de los tomates de árbol a condiciones ambientales la vitamina C inicia su disminución a partir del quinto día para ambas variedades estudiadas.

**Palabras claves:** *índice de madurez, índice de color, textura, vitamina C.*

**Como citar:** Huanatico-Suarez, E., Qque-Paccotico, R.J., Pacheco-Mamani, J.J., Charca-Colque, J.A., Aycaya-Mamanchura, M.N., Chiara-Mamani, L.M., & Calapuja-Ayamamani, C.Z. (2021). PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL TOMATE DE ARBOL (Solanum betaceum) DURANTE EL ALMACENAMIENTO. ÑAWPARISUN – Revista de Investigación Científica, 3(2), 45-51.

## Abstract

The present research aimed to evaluate the properties of the tree tomato during its storage, for this we worked with two varieties of tree tomato, red and orange, which were stored at room temperature, for a period of twenty days. The evaluations of pH, °Brix, color index, texture and vitamin C, every two days. From the results it was found that the pH and total solids (°Brix) are within the ranges of harvest maturity, with storage times of 15 days under ambient conditions, after which they go through a process of senescence. The deformation and the puncture force, indicators of the texture, decrease as a function of the storage time, from fifteen days under environmental conditions the tree tomato fruits lose the resistance force to the deformation, so this would be the maximum storage time. The IC \* color index showed a small change in the two varieties, showing final colors of pale orange, medium pale yellow and pale red, which represent colors consistent with their harvest maturity. During the storage of tree tomatoes at ambient conditions, vitamin C begins to decrease from the fifth day for both varieties studied.

**Keywords:** *maturity index, color index, textura, vitamin C.*

## Introducción

El color, textura, pH, sólidos totales y vitamina C, son atributos de calidad en los alimentos, sin embargo, los dos primeros por lo general nos refieren a la aceptación o rechazo por parte de los consumidores. (Jiménez-Esparza et al., 2017), menciona que los parámetros utilizados para determinar la calidad de la fruta, son: peso total del fruto, peso de la cáscara (pericarpio), peso de la pulpa y semilla, sólidos solubles totales (SST) en el jugo, pH y acidez titulable (relación °Brix/Acidez), porcentaje de azúcares totales, Vitamina C, contenido de fenoles totales, capacidad antioxidante (DPPH) y color, además (Njoya Moyouwou, Amadou; Nain Caroline, Waingeh; Nde, Sylvanus Che; Mahbou, 2020) indica que se debe considerar también las propiedades fisicoquímicas del tomate de árbol, su apreciación sensorial y vida útil a través de la evaluación del pH y el contenido de azúcar.

La textura está determinada por la fuerza de la pared celular, la elasticidad, la disposición celular, la densidad, la unión célula a célula y la turgencia; se ve afectada por la pérdida de la permeabilidad diferencial en la membrana protoplasmática, la pérdida de presión de turgencia en las células, desnaturalización de la proteína y el almidón durante el procesamiento (Danlache, F., Beirao de Costa, S., Mata, P., Alves D., V., 2015) y se deteriora durante el almacenamiento si el producto está expuesto a altas temperaturas. (Jayaraman KS, 2006). Actualmente, con el texturómetro se puede establecer de manera cuantitativa el comportamiento textural de cualquier alimento, que en muchas ocasiones varían; ya sea por la influencia de proceso como la temperatura, la humedad, tiempo de maduración o de almacenamiento.

El color es una característica de calidad de gran importancia, dado que es el primer aspecto que se percibe; el color de materiales sólidos y semisólidos de diversa naturaleza se representa tradicionalmente usando el espacio de color CIELAB (SEDICI, 2003). Así la colorimetría es la ciencia que estudia los colores y los caracteriza a través de números; una vez que son caracterizados, podemos operar sobre ellos, así como clasificarlos y reproducirlos (López D. et al., 2017)

El color de los tomates puede deberse a distintos factores además de los fisiológicos, como, el exceso

de sol en la etapa postcosecha, o el sol directo en los frutos puede causar quemaduras en los tomates, con manchas humedecidas y rugosas de color grisáceo; así mismo los tomates maduros tienen partes verdes o marrones en su interior, esto es ocasionado por exceso de sombra, temperaturas frías durante la época de maduración, suelos encharcados y compactos, exceso de nitrógeno, deficiencia de potasio o varias enfermedades como el virus del mosaico (Plantea, 2015). De modo que los cambios de color son considerados indicadores de la maduración

La vitamina C, actúa como agente reductor y es necesaria para la síntesis de las fibras de colágeno a través del proceso de hidroxilación de la prolina y de la lisina; protege al organismo del daño causado por los radicales libres; los humanos no podemos sintetizarlo al carecer de una enzima denominada gulonolactona oxidasa; entre los alimentos con niveles altos figuran, tomates, patatas y cítricos como las limas, naranjas y limones (Valdés, 2006)

El Ácido Ascórbico, es considerado la vitamina más termo sensible, ya que a diferencia de otras vitaminas durante el procesamiento térmico se pierde el 100 % de su concentración si no se controla el proceso adecuadamente (Santos & Silva, 2008); por esta razón su concentración final es considerada como indicador de calidad nutricional durante el procesamiento y almacenamiento de los alimentos (Ordóñez, S., Portilla, L. E., Ospina, M. A., & Rodríguez, 2013). En el procesamiento de frutas y hortalizas este compuesto bioactivo se altera fácilmente por la acción de la temperatura y otros factores como la luz, los cambios de pH y los iones metálicos (Robertson & Samaniego, 1986), cuya degradación en alimentos vegetales ha sido registrada previamente en diversas investigaciones (Ordóñez, S., Portilla, L. E., Ospina, M. A., & Rodríguez, 2013) y (Mendoza, C., Hernández, E. J., & Ruiz, 2015). Asimismo, en el almacenamiento del tomate a temperaturas mayores (7 y 15 °C), permiten el incremento en la actividad antioxidante (Toor, Savage, 2006). También se ha encontrado que el simple corte y almacenamiento a 5 °C, disminuye la actividad antioxidante respecto a tomates enteros (Lana, M., Tijssens, 2006). El objetivo de la investigación es evaluar las propiedades del tomate de árbol durante su almacenamiento.

### Materiales y métodos

Se trabajó con muestras de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) recolectadas en la zona de San Juan del Oro Provincia de Sandía, variedades Anaranjada y Roja, las que fueron almacenadas por 19 días a temperatura ambiente y evaluadas de manera interdiaria, los parámetros evaluados fueron, el Color, Textura, pH, sólidos totales y Vitamina C.

La determinación de pH, se realizó con un pH-metro digital (Milwaukee) previamente calibrada, siguiendo la metodología de la (AACC, 1988); los sólidos totales fueron medidos con un refractómetro portátil HI96801.

La textura se midió con un analizador de textura Brookfield CT3, software Texture Loader para permitir la creación de hasta 10 pruebas personalizadas. Velocidad: 0.01-0.1 mm/x en incrementos de 0.01 mm/s 0.1-10 mm/s en incrementos de 0.1 mm/s, precisión: ± 0.1% de la velocidad establecida, rango: 0-101.6 mm resolución: 0.1 mm, precisión: 0.1 mm, rango de medición de temperatura: 20 °C a 120 °C, salida: puerto USB, puerto serie compatible con RS232 \* Precisión ± 0.5% Rango de escala completa (FSR). En la cual se colocó una muestra, aplicando una fuerza de 100 y 500 N. Los parámetros texturales evaluados fueron la fuerza y la deformación.

El Índice del color se determinó con un Colorímetro Digital para Diferencia de Color Blue-HP2132 de la marca LIGHT, con una precisión de prueba: Dentro de 0.2Δ E\*ab, cuyos datos fueron obtenidos con la ayuda de una cámara fotográfica Huawei Y9 (2019) dual de 16 megapíxeles + 2 megapíxeles y reportados en el espacio de color CIE L\*a\*b\*, donde: L\* (Luminosidad) cuyos valores van de 0 (negro) a 100 (blanco) a\* y b\* (coordenadas de cromaticidad). Para lo cual se

tomaron muestras cuyo tamaño fue de 30 unidades y se registraron los valores de L\*, a\* y b\*. Las coordenadas L\*, a\* y b\* fueron analizadas con el software Corel PHOTO-PAINT X7 y los cálculos se realizaron con el modelo matemático recomendado por Thompson (1998).

$$IC = \frac{a \times 1000}{L \times b} \dots\dots\dots(1)$$

Dónde: IC; Índice de color

Para la determinación del Ácido ascórbico se empleó la metodología descrita por el Método 967,21(AACC, 1988), por titulación con 2,6 diclorofenol indofenol.

### Resultados

En la tabla 1, se muestra los resultados obtenidos de pH, °Brix y textura de dos variedades de tomate de árbol almacenadas a temperatura ambiental.

Referente al pH se puede apreciar que ambas variedades muestran una tendencia a descender durante el almacenamiento con valores de 5.2 a 4.6 para la variedad roja, comportamiento similar mostró la variedad anaranjada que descendió de 5.2 a 4.5; (Guevara, 1997) menciona que el pH del tomate de árbol es de 3.7 como promedio, mientras que la cámara de comercio de Bogotá (2015) reporta valores para tomate de árbol en promedios de 5.5 y 6.5; semejantes a los obtenidos en la presente investigación.

Tabla 1. Valores de pH, °Brix y textura en tomate de árbol almacenado a T<sup>o</sup> ambiental.

Días	pH		°Brix		Deformación mm		Fuerza N	
	roja	anaranjada	roja	anaranjada	roja	anaranjada	roja	anaranjada
1	5.2	5.20	11	11.1	27.1	24.1	1096	908
3	5	5.20	11.4	12.2	20.7	29	831	1147
5	5	5.10	12	12.3	20.7	31.7	831	1313
7	5	5.10	12.5	12.5	15.2	26.3	667	1111
9	5	5.10	13	13	7.54	16.1	332	961
11	4.9	5.10	13.8	13.5	7.54	16.1	317	628
13	4.9	4.90	14.6	14	6.8	13.1	301	514
15	4.9	4.90	15.05	15	6.5	13	300	450
17	4.9	4.60	17	17	5.92	10.8	289	398
19	4.6	4.50	17.3	17.3	5.5	6.91	278	287

Asimismo, en cuanto a los sólidos totales en la presente investigación se encontró valores que oscilan entre 11 a 17.30 °Brix, en muestras trabajadas a diferentes tiempos de almacenamiento para las dos variedades de tomate de árbol, sin embargo, Ciro (2004) reportó resultados de 8.8 °Brix para tomate de árbol recién cosechado, mientras que Franco (1998) menciona que obtuvo 12 °Brix en muestras de tomate de árbol cosechados en su óptima madurez, con los cuales concuerda los datos aquí obtenidos.

Como se puede observar en la figura 1, en cuanto a la textura, la cual fue medido mediante la deformación y la fuerza, de lo cual se desprende que en cuanto a la fuerza hubo un ascenso acelerado, seguido de una abrupta disminución debido a que la punta de la probeta inicio a penetrar el fruto, la que se representa por el cambio en la pendiente. (M.C., 2000) denomina

a este punto *yield point* y es el punto de mayor interés en el test de punción, la cual es medido a través de la fuerza de punción. Puede observarse, además, cómo disminuyó la fuerza de punción a lo largo de los estadios ensayados. Esto se debe a un cambio en la composición química de los tomates, tales como sólidos insolubles y totales, pectinas solubles, tamaño de polímeros insolubles, grado de polimerización y esterificación de polímeros insolubles, además de la actividad de enzimas que afectan la textura, tales como pectin metilesterasa, poligalacturonasa y celulasas (Barrett D.M., Garcia E., 2010).

En el análisis realizado (tabla 1) la fuerza de penetración es descendente al principio, así como menciona (M.C., 2000) y posteriormente esta va disminuyendo a partir del día tres de almacenamiento hasta el día diez, en sus variedades rojo y naranja la que coincide con (Barrett D.M., Garcia E., 2010).

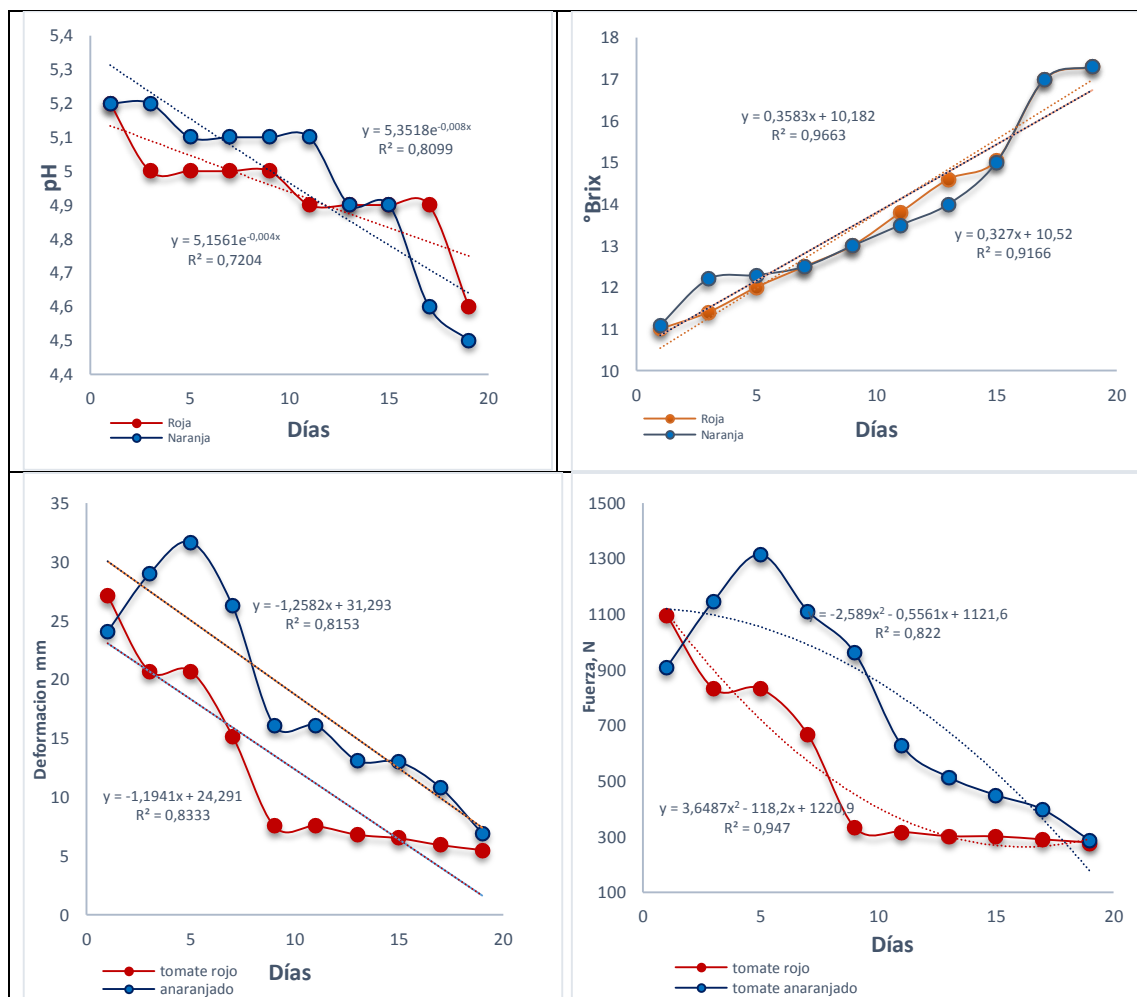


Figura 1. Comportamiento de pH, sólidos totales (°Brix), deformación y fuerza en Tomate de árbol de las variedades roja y anaranjada almacenadas a temperatura ambiental.

Los resultados del índice de color para el tomate de árbol se muestran en la tabla 2, donde se puede observar que, el tomate de árbol de la variedad naranjada tiene un índice de color inicial de 18.3831 y desciende hasta 16.0001, sin embargo, el tomate de árbol de la variedad roja tiene un valor inicial de 6.0004 y desciende hasta 4.3229. El índice de madurez puede ser evaluado mediante la determinación del

índice de color IC\* obtenido por la expresión donde L, a, y b son los parámetros del sistema de color CIELAB. El parámetro L proporciona un valor de la Luminancia o brillo de la muestra, el parámetro a indica la zona de variación entre el rojo y el verde del espectro, el parámetro b se refiere a la zona de variación entre el amarillo y el azul del espectro (Vignoni et al., 2006).

Tabla 2. Índice de color en tomate de árbol almacenados a T<sup>o</sup> ambiental.

Dia	Anaranjada				Roja			
	L	a	b	ΔE*	L	a	b	ΔE*
1	28.02	27.3	5.3	18.3831	34.2	26.1	12.72	6.0004
3	23.6	34.2	7.3	19.8514	31.5	46	25.10	5.8180
5	38.4	18.3	2.5	18.9994	43.2	35.4	16.39	5.0001
7	33.8	18.2	3.0	17.9998	39	35.7	18.11	5.0553
9	26.7	12.9	2.7	17.9998	37.3	28	15.32	4.8994
11	12.7	30	13.1	18.0001	20.5	31.3	32.48	4.7005
13	39.1	26.4	3.8	17.9994	40.4	31.1	16.73	4.6008
15	29.8	26.1	5.2	17.0002	45.3	30.6	15.01	4.4999
17	33.1	24	4.4	16.5002	44.4	29	14.84	4.4001
19	28.6	19.9	4.3	16.0001	42.3	32	17.5	4.3229

ΔE\*: Índice de color

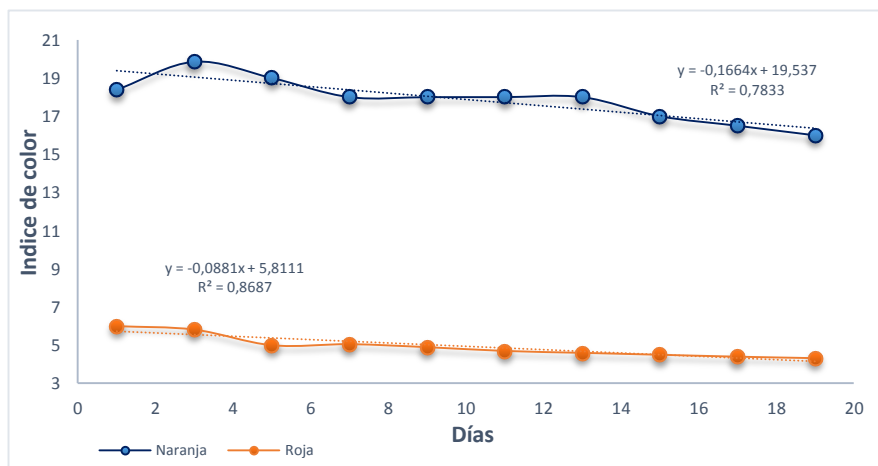


Figura 2. Índice de color en Tomate de árbol de las variedades roja y anaranjada almacenadas a temperatura ambiental.

El tomate de árbol de variedad roja tiene un índice de color positivo de seis el cual inicia en amarillo y termina en un valor final de cinco es decir en un color amarillo medio pálido, pero en la variedad anaranjada tiene un índice de colorimetría inicial de 18.3 el cual representa un rojo intenso y con tendencia hacia un índice de color final de 16, que indica que va tendiente a un color amarillo pálido. El índice de madurez es definido para cada fruto por medio de la relación entre la dulzura y la acidez, al relacionarlo con el índice de color, este puede ser obtenido mediante un ajuste matemático distinto para cada fruto; la ecuación que representa el índice de color, busca la variación más

relevante entre los diferentes valores de l\*, a\* y b\*. (Bonilla-González & Prieto-Ortiz, 2016) indica que el objetivo del índice de color es encontrar una óptima representación del color en el fruto, lo cual nos garantiza una apariencia sensorial referida al color de la fruta y su relación con la óptima maduración de la fruta.

En cuanto a la Vitamina C se encontró valores que oscilan entre 8.2 a 12 Aa mg/100 g de muestra, resultados que se muestran en la tabla 3 y la tendencia se muestra en la figura 3, para variedades de tomate de árbol roja y anaranjada.

Tabla 3  
 Contenido de Vitamina C en tomate de árbol almacenado a T° ambiental.

Días	Variedad roja	Variedad anaranjada
1	9.2	8.2
3	11.2	8.7
5	11.4	9.2
7	9.2	8.2

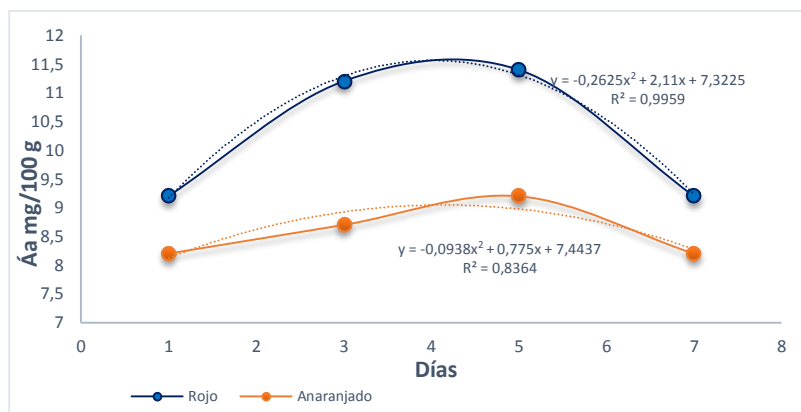


Figura 3. Comportamiento de Vitamina C en Tomate de árbol de las variedades roja y anaranjada almacenadas a temperatura ambiental.

(Carrera, 2013) encontró valores de 19.7 a 57.8 mg /100 g en variedades de tomate de árbol: criollo pintón y rojo respectivamente, mientras que (Santos & Silva, 2008) señalan que estos son influenciados por factores como la luz, oxígeno, pH, contacto con metales, todos estos degradan fácilmente al ácido ascórbico, también observaron diferencias en la concentración relacionadas al lugar de procedencia de los frutos y al método de cuantificación. Así mismo Carrasco y Encina (2008) trabajaron en frutos de tomate de árbol maduro procedentes de Junín, Perú; quienes reportan valores de (16.09 mg/100 g) de ácido ascórbico. (Torres, 2012) reporta un contenido de (23.32 mg / 100 g) en base húmeda. (Badui, 2006) menciona que los factores como el pH y la humedad influyen en la concentración del ácido ascórbico. La cantidad reportada en la presente investigación varía respecto a los autores antes citados las mismas que deberían deberse a los factores señalados, pues el cultivo estudiado son frutos de tomate de árbol cultivados en el distrito de San Juan del Oro (Sandia).

### Conclusiones

El pH y los sólidos totales (°Brix), se encuentran dentro de los rangos de la madurez de cosecha, con tiempos de almacenamiento de 15 días bajo condiciones ambientales, posterior a ello estas pasan a un proceso de senescencia.

La deformación y la fuerza de punción, indicadores de la textura, descienden en función del tiempo de almacenamiento, a partir de los quince días bajo condiciones ambientales los frutos de tomate de árbol, pierden la fuerza de resistencia a la deformación, por lo que este sería el tiempo máximo de almacenamiento.

El Índice de color IC\* mostró un pequeño cambio en las dos variedades, mostrando colores finales de anaranjado pálido, amarillo medio pálido y rojo pálido, los que representan colores acordes con su madurez de cosecha.

Durante el almacenamiento de los tomates de árbol a condiciones ambientales la vitamina C inicia su disminución a partir del quinto día para ambas variedades estudiadas.

## BIBLIOGRAFIA

- Badui, S. (2006). Química de los alimentos. In *Pearson educación* (Issue 4ta. ed).
- Barrett D.M., Garcia E., W. J. (2010). Textural Modification of Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 173–358.
- Bonilla-González, J. P., & Prieto-Ortiz, F. A. (2016). Determinación del estado de maduración de frutos de feijoa mediante un sistema de visión por computador utilizando información de color. *Revista De Investigación, Desarrollo E Innovación*, 7(1), 111. <https://doi.org/10.19053/20278306.v7.n1.2016.5603>
- Carrera, P. D. (2013). *Determinación de las propiedades fisicoquímicas del jugo de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav) preparado a diferentes tiempos de cocción del fruto.*
- Danlache, F., Beirao de Costa, S., Mata, P., Alves D., V., M. (n.d.). La textura, microestructura, y la preferencia de los consumidores de las barras de mango gelificado con goma gellan. *Food Science and Technology*, 2015.
- Danlache, F., Beirao de Costa, S., Mata, P., Alves D., V., M. (2015). La textura, microestructura, y la preferencia de los consumidores de las barras de mango gelificado con goma gellan. *Food Science and Technology*.
- Jayaraman KS, G. D. (2006). Drying of Fruits and Vegetables. *Hanbook of Industrial Drying*.
- Jiménez-Esparza, L. O., González-Parra, M. M., Cruz-Tobar, S. E., Santana-Mayorga, R., & Villacís Aldaz, L. A. (2017). Análisis poscosecha de frutos de pitahaya amarilla ( *Cereus triangularis* Haw.), a distintos niveles de madurez y temperatura . *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 107–115. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2017.050200107>
- López D., Y. Y., Martínez-García, A., & Gómez S., J. (2017). Apple quality study using fringe projection and colorimetry techniques. *Optik*, 147, 401–413. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2017.08.069>
- Mendoza, C., Hernández, E. J., & Ruiz, L. E. (2015). Efecto del Escaldado sobre el Color y Cinética de Degradación Térmica de la Vitamina C de la Pulpa de Mango de Hilacha (*Mangífera indica* var magdalena river). In *Informacion Tecnológica*.
- Njaya Moyouwou, Amadou; Nain Caroline, Waingeh; Nde, Sylvanus Che; Mahbou, P. Y. (2020). Propiedades fisicoquímicas y sensoriales del tomate de árbol. *Revista Mundial de Investigaciones y Reseñas Avanzadas*, 3–6.
- Ordóñez, S., Portilla, L. E., Ospina, M. A., & Rodríguez, D. X. (2013). Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L). *Revista Lasallista de Investigación*, 10(2), 44–51. Retrieved From.
- Plantea. (2015). *No Title*. Grandes Ideas Para Huertos Pequeños. Plantea En Verde. <https://www.planteaenverde.es/blog/>
- Santos & Silva, A. (2008). Retention of Vitamin C in Drying Processes of Fruits and Vegetables A Review, Drying Technology. *School of Chemical Engineering, University of Campinas UNICAMP, Campinas SP*, 1421–1437.
- Torres, A. (2012). Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn. In *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 62(4), 381–388.
- Valdés, S. (2006). Hidratos de carbono. En S. Badui, *Química de Los Alimentos, Pearson Educación.*, 29–117.

