

Efecto de la temperatura y tiempo de secado en la capacidad antioxidante y color del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) deshidratado

Effect of temperature and drying time on the antioxidant capacity and color of dehydrated tree tomato (*Cyphomandra betacea*)

Kevinain Rossmer Díaz López^{1*}  Tony Steven Chuquizuta Trigoso¹ 

¹ Universidad Nacional Autónoma de Chota, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú. ² Instituto de Investigación del Mejoramiento Productivo, Universidad Nacional Autónoma de Chota, Chota, Cajamarca, Perú.

*Autor de correspondencia [e-mail: kerodilok@gmail.com]

RESUMEN

Las frutas mínimamente procesadas se producen con el objetivo de prolongar la vida útil del producto, llegando al consumidor todo el año sin alterar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas. En ese contexto, el objetivo en este trabajo fue determinar el efecto de la temperatura y el tiempo de secado sobre la capacidad antioxidante, el color y la pérdida de humedad del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) deshidratado. Los frutos de tomate de árbol se deshidrataron en un secador de flujo de aire caliente. Las variables independientes fueron: temperatura (40, 50, 60 °C) y tiempo (200, 300, 400 min), y las variables y métodos de reacción fueron: Capacidad antioxidante (DPPH), color (Visión por computadora) y pérdida de humedad (Gravimétrico). Los frutos de tomate de árbol se deshidrataron en un secador con corriente de aire caliente, utilizando un diseño experimental 3^k con tres puntos centrales no replicables. La mayor capacidad antioxidante (198,78 µg Eq* Trolox /g) se presentó a 50 °C y 300 min, el mejor valor de color L*, a* y b* con 71,52; 13,35 y 63,41 respectivamente ocurrieron a 60 °C y 400 min, mayor pérdida de humedad (29,84 %) ocurrió a 60 °C y 400 min. Los valores óptimos de capacidad antioxidante, color y pérdida de humedad se determinaron en base al análisis de la superficie de respuesta, logrando el máximo deseable en 305 min y 57 °C, lo que resultó en una combinación de factor que tiene una deseabilidad general óptima de 0,83.

Palabras Claves: Berenjena, actividad antioxidante, pérdida de humedad.

ABSTRACT

Minimally processed fruits are produced with the aim of prolonging the shelf life of the product, reaching the consumer all year round without altering the physicochemical and organoleptic properties. In this context, the objective of this work was to determine the effect of temperature and drying time on the antioxidant capacity, color and moisture loss of dehydrated tree tomato (*Cyphomandra betacea*). Tree tomato fruits were dehydrated in

a hot air flow dryer. The independent variables were: temperature (40, 50, 60 °C) and time (200, 300, 400 min), and the variables and reaction methods were: Antioxidant capacity (DPPH), color (Computer Vision) and moisture loss. (Gravimetric). Tree tomato fruits were dehydrated in a dryer with hot air current, using a 3k experimental design with three non-replicable central points. The highest antioxidant capacity (198.78 $\mu\text{g Eq}^* \text{Trolox /g}$) was presented at 50 °C and 300 min, the best color value L^* , a^* and b^* with 71.52; 13.35 and 63.41 respectively occurred at 60 °C and 400 min, greater moisture loss (29.84%) occurred at 60 °C and 400 min. The optimal values of antioxidant capacity, color and moisture loss were determined based on the analysis of the response surface, achieving the maximum desirable at 305 min and 57 °C, which resulted in a factor combination that has an optimal general desirability of 0.83.

Key words: Eggplant, antioxidant activity, moisture loss.

INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) presenta altos niveles de aceptación por los consumidores tanto en estado fresco como procesado (deshidratado), el consumo fresco per cápita en Perú es de 1,98 kg (Lucas et al., 2011). Su pulpa se caracteriza por ser de sabor agridulce, su fruto pesa entre 60 a 170 g, y la cáscara se caracteriza por un fuerte sabor amargo; la parte comestible corresponde al 65-85% en peso, con una humedad de 84 a 88% y 9,0 - 11,0 °Brix (Cerón et al., 2010). La parte comestible del tomate de árbol presenta fibras benéficas para la digestión, además de un alto valor nutricional: hierro, potasio, magnesio, fósforo y vitamina A, C y B₆, también, posee niveles importantes de proteína y carotenos, que fortalecen el sistema inmunológico debido a su alta capacidad antioxidante, ácidos fenólicos, antocianinas y flavonoides, atribuyendo los beneficios por la ingesta de dicha fruta en la prevención de enfermedades crónicas (Moreno et al., 2014; Luis, 2017).

El agua contenida en las frutas y verduras representa más del 80% de su peso, el cual es un factor determinante para su pronta descomposición microbiana. Se estima que,

en los países en vías de desarrollo, alrededor del 30 a 40% de las frutas y verduras cultivadas, se llega a perder debido a la falta de un adecuado manejo post cosecha, transporte y almacenamiento; esto se traduce en pérdida económica (Ceballos y Jiménez, 2012).

En la actualidad se observa una preferencia al consumo de productos vegetales y los de preparación rápida, destacando los productos deshidratados. La técnica más económica y la más utilizada para la obtención de estos productos es el secado por flujo de aire caliente, si bien presentan dificultades para su rehidratación, esto se debe al daño térmico producido al aplicar temperaturas elevadas (Fuente et al., 2003). La deshidratación alarga la vida útil de los productos, durante el secado de frutas y hortalizas se originan cambios en sus componentes originales, los cuales afectan a la calidad del producto final, su propósito principal es disminuir el peso, agua y el volumen de los mismos, bajo ciertas condiciones como temperatura, humedad y tiempo, Siendo la variable mas importante en el deshidratado la temperatura, influyendo en el tiempo y en las reacciones degradativas, afectando el

valor nutricional y las propiedades organolépticas de los mismos (Gonzalez et al., 2008).

Por lo expuesto el objetivo fue determinar el efecto de la temperatura y tiempo de secado en la capacidad antioxidante, el color y la pérdida de humedad del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) deshidratado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional Autónoma de Chota, en el laboratorio de tecnologías limpias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, ubicada en la comunidad de Colpa Huacaris, distrito y provincia de Chota, región de Cajamarca, sus coordenadas son: por el este 760414.00 m E, y por el sur 9277008.00 m S a una altitud de 2473 m.s.n.m. los veranos son nublados y confortables, y los inviernos son frescos y parcialmente nublados, con temperaturas que oscilan entre los 7 °C y los 23 °C (SENAMHI, 2022), este estudio también se realizó en la Universidad Nacional de Cajamarca. Se utilizaron los frutos de tomate de árbol, de la comunidad de Pingobamba Alto, los cuales fueron seleccionados, lavados y desinfectados, posteriormente los frutos enteros fueron deshidratados por flujo de aire caliente. El estudio fue conducido en diseño completamente al azar en arreglo factorial 3^k ($3^2 = 9$) con tres puntos centrales replicables, haciendo un total de 12 tratamientos, siendo el primer factor tiempo con tres niveles (200, 300, y 400 min) y el segundo factor temperatura con tres niveles (40, 50, 60 °C).

Después del deshidratado a cada muestra se realizó un análisis físico químico de pérdida de humedad (%), color (L, a^* , b^*)

y capacidad antioxidante (DPPH), del tomate de árbol. La pérdida de humedad se analizó por el método gravimétrico según Monsalve y Machado (2007); Zaldivar y Cornejo (2011). Luego se realizó el análisis de imagen utilizando el método de visión por computadora descrita por Chuquizuta et al. (2016), que consistió en obtener imágenes del fruto en formato *.jpg y mediante una secuencia lógica e interfaz gráfica fueron descompuestas en sus coordenadas L^* , a^* , b^* utilizando el software Matlab 2011b desarrollado por Chuquizuta et al. (2016). Luego se determinó la capacidad antioxidante por el método de la decoloración del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) descrita por Salas (2017), los frutos se trituraron en un mortero, luego se filtró, y el extracto se centrifugó a 4000 rpm a temperatura ambiente por 15 min, el sobrenadante de cada muestra se colocó en un envase ámbar, protegido de la luz con papel aluminio, luego se enfrió a (-20 °C) durante 24 h para luego realizar las pruebas de capacidad antioxidante, la prueba estadística que se aplicó a los datos obtenidos de cada una de las variables fue superficie de respuesta, con un nivel de significancia del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Análisis fisicoquímico del tomate de árbol fresco

En la Tabla 1, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico de tomates de árbol frescos de la variedad criollo pintón, cosechados en estado maduro y firme con un porcentaje de 83,63% de humedad en base húmeda, ligeramente menor en comparación con lo reportado por Navarro (2017) con 84,64%. Asimismo, se obtuvo un pH de 3,06 dentro del rango de pH de 3 a 4 del tomate de árbol de la variedad

anaranjado pintón (Carrera, 2013). De igual manera, la cantidad de sólidos solubles medidos por °Brix en tomate de árbol fresco fue de 11,5, ligeramente superior al resultado reportado por Carrera (2013) con 11,1. De igual forma, el porcentaje de acidez medido en base al ácido primario (ácido

Tabla 1. Análisis físico químico del tomate de árbol fresco.

Análisis químico proximal	Muestra fresca
% humedad en base húmeda	83,63% ± 0,5
pH	3,6 ± 0,02
°Brix	11,5 ± 0,25
% Acidez	0,92 ± 0,01

Capacidad antioxidante del tomate de árbol deshidratado

En la Tabla 2, se muestra la capacidad antioxidante de los 12 tratamientos de los frutos de tomate de árbol deshidratados, el tratamiento 5 (tiempo 300 min y temperatura de 50 °C) presentó la mayor capacidad antioxidante (198,79 µg Eq* Trolox/g) y el tratamiento 3 (tiempo 400 min y temperatura de 60 °C) presentó la menor capacidad antioxidante (179,72 µg Eq* Trolox/g). Sin embargo, estos resultados no guardan relación con los reportados por Barcia (2014), quien encontró que al aplicar una temperatura de 60 °C y un tiempo de 600 min, los frutos deshidratados de tomate de árbol exhibieron una capacidad antioxidante de 90 µg Trolox/g, el cual es

cítrico) fue de 0,92% inferior a los resultados descritos por Carrera (2013), quien reportó un valor de acidez de 1,2%; Estas diferencias dependen del área de cultivo, el tipo de suelo y los factores climáticos que pueden cambiar la composición fisicoquímica de los frutos de tomate de árbol.

inferior al obtenido debido al prolongado tiempo de secado que reduce la capacidad antioxidante. La aplicación de alta temperatura de secado reduce la capacidad antioxidante debido a la descomposición de los compuestos antioxidantes (Salas, 2017). Este mismo comportamiento se observó durante el secado de tomate de árbol, lo que indica que los compuestos son sensibles a alta temperatura como: carotenoides, ácido ascórbico, compuestos fenólicos, etc. se descomponen durante el secado (Sumaran, 2019). Repo y Encina (2008) reportaron que la intensidad de color característico de los frutos de tomate de árbol disminuyó debido a la degradación de los carotenoides, este comportamiento de reducción de la intensidad de color se observó durante el proceso de secado del fruto de tomate de árbol (Figura 3). Por otro lado, la capacidad antioxidante de los alimentos vegetales no está determinada por las capacidades antioxidantes total de cada componente, sino que depende del microambiente en el que se encuentre, tenga la capacidad de interactuar entre sí, produciendo efecto sinérgico o inhibitorio (Muñoz et al., 2007).

Tabla 2. Capacidad antioxidante del tomate de árbol deshidratado.

T	Tiempo (min)	T (°C)	Capacidad antioxidante (µg Eq* Trolox /g)
1	400	50	196,43
2	200	60	191,83
3	400	60	179,72

T	Tiempo (min)	T (°C)	Capacidad antioxidante (µg Eq* Trolox /g)
4	300	50	195,84
5	300	50	198,79
6	300	50	192,90
7	300	50	194,03
8	200	40	194,13
9	200	50	195,47
10	400	40	192,69
11	300	40	189,05
12	300	60	187,13

La superficie de reacción de la capacidad antioxidante del fruto de tomate de árbol deshidratado a diferentes tiempos y temperaturas de secado se muestra en la Figura 1, se observa que al aumentar la temperatura de 40 °C a 50 °C en el punto de 200 min aumenta la capacidad antioxidante, sin embargo, cuando se aumenta la temperatura de 50 °C a 60 °C, la capacidad antioxidante disminuye en mayor medida, lo que indica que la alta temperatura de secado reduce la capacidad antioxidante debido a que la descomposición de los antioxidantes es más sensible a la temperatura alta. De igual

manera, se observó que, al aumentar la temperatura de secado de 40 °C a 50 °C por un lapso de 400 min, la resistencia a la oxidación también aumentó, pero disminuye a medida que la temperatura aumento de 50 °C a 60 °C. Al comparar los tiempos de secado de 200 min y 400 min en el mismo rango de temperatura, se observó una mayor disminución de la capacidad antioxidante a los 400 min, lo que demuestra que el tiempo prolongado de secado también redujo la capacidad antioxidante de los frutos de tomate de árbol deshidratado.

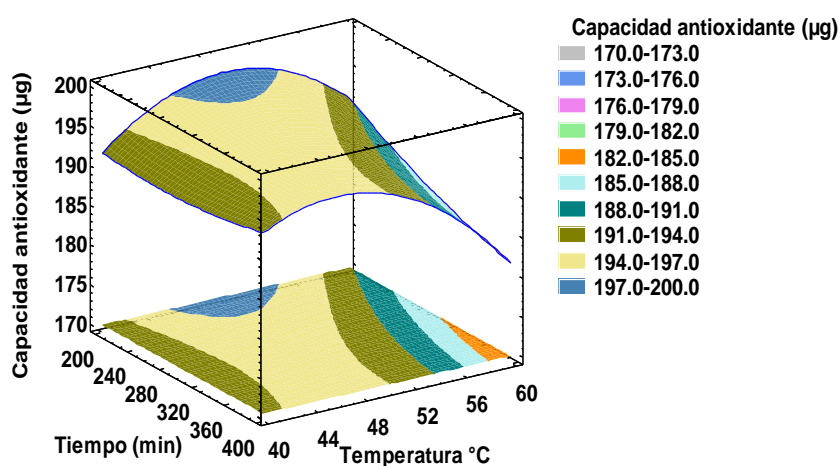


Figura 1. Superficie de respuesta estimada para la capacidad antioxidante a diferentes tiempos y temperaturas.

Se aplicó análisis de varianza (ANOVA) a los resultados obtenidos para la capacidad antioxidante. Así mismo, en la Figura 2 se muestra el diagrama de Pareto, donde se observó

un efecto cuadrático de la temperatura de secado fue significativo sobre la capacidad antioxidante (valor $p = 0,0088$).

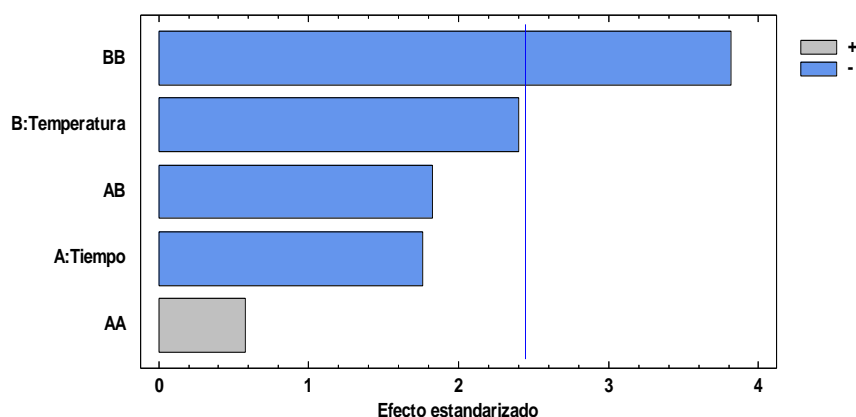


Figura 2. Diagrama de Pareto, Capacidad antioxidante.

Color L^* a^*b^* del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) deshidratado.

En la Tabla 3 se muestra el índice de color L^* , a^* y b^* de los 12 tratamientos de los frutos deshidratados de tomate de árbol, el tratamiento 2 (60 °C y 200 min) presentó mayores índices de color L^* y b^* , con 74,1326 y 65,7887 respectivamente, el tratamiento 12 (60 °C y 300 min) mostró un valor positivo de 14,4126 referido al índice a^* (rojo). Barcia (2014) determinó que a una temperatura de secado de 60 °C y una duración de 360 min el parámetro L^* exhibió un valor de 44, en contraste con nuestros resultados con un valor de $L^* = 60$, que mostró un cambio más fuerte al color blanco, esta diferencia se introduce porque el autor trabajó con tomates de árbol morado y nuestros resultados fueron para tomate de árbol anaranjados, esta diferencia también está relacionada con el tiempo de secado y la reducción del color de la fruta fresca. En nuestros resultados, el índice a^* muestra un valor característico de 13 del color anaranjado.

Barcia (2014) reportó un valor de $b^* = 19$ para tomate de árbol morado deshidratado a 60 °C y un tiempo de 360 min, en contraste con nuestros resultados con un valor de $b^* = 63$, que muestra un cambio de color amarillo oscuro más fuerte debido a la aplicación de 60 °C de temperatura y un tiempo de 400 minutos, lo que podría degradar los carotenoides que se encuentran en el tomate de árbol. Esta diferencia también se debe a que el autor trabajó con tomate de árbol morado y nuestros resultados fueron de tomate de árbol anaranjado teniendo colores diferentes y por la variación del parámetro L^* . Chaves et al. (2003), determinaron que, a mayor temperatura de secado, mayor pardeamiento no enzimático por la reacción de Maillard que se presenta en la deshidratación de tomate de árbol, asimismo, la intensidad de los colores característicos del tomate de árbol pudo disminuir debido a la degradación de los carotenoides por efecto de la alta temperatura de secado (Repo y Encina, 2008).

Tabla 3. Color superficial en coordenadas L*, a* y b* del tomate de árbol deshidratado.

T	Tiempo (min)	T (°C)	Color		
			L*	a*	b*
1	400	50	62,6694	10,4824	61,0875
2	200	60	74,1326	10,1447	65,7887
3	400	60	71,5191	13,3500	63,4103
4	300	50	64,2987	1,9152	51,5132
5	300	50	61,3341	8,3953	51,0795
6	300	50	62,3112	10,3116	55,9843
7	300	50	64,8110	-0,6512	31,4847
8	200	40	67,1387	8,2855	38,0821
9	200	50	61,4650	7,4604	54,9766
10	400	40	63,0739	9,4426	42,5339
11	300	40	65,8334	5,5089	49,5635
12	300	60	69,3470	14,4126	56,7881

La Figura 3 muestra la tendencia de la intensidad del color en función del tiempo y temperatura de secado del tomate de árbol, observando que a un tiempo 0 y temperatura de 40 °C, el fruto de tomate de árbol presenta un color anaranjado oscuro (carotenoide), sorprendentemente a diferencia de 400 min y 40 °C los frutos de

tomate de árbol redujeron la intensidad del color, y ocurrió lo contrario a 60 °C, donde la deshidratación no redujo la intensidad del color anaranjado (carotenoides) hasta por 400 min, también, se observó que el volumen de los frutos de tomate de árbol disminuyó en un 29,84 % a los 400 min y 60 °C en comparación con los frutos frescos.

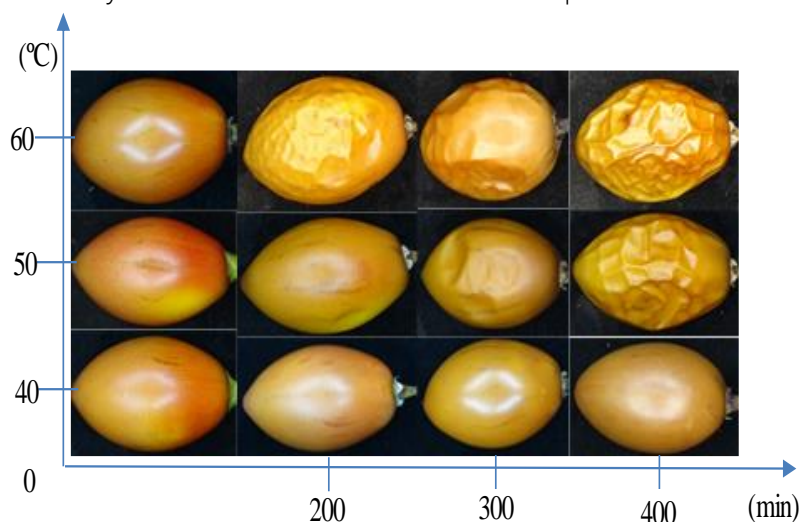


Figura 3. Evolución del color de la superficie del tomate de árbol deshidratado.

En la Figura 4 se observa que los efectos lineal y cuadrático de la temperatura de secado son significativos en el índice de

color (L*) de los frutos de tomate de árbol deshidratado ($p \leq 0,05$) en comparación con el efecto lineal y cuadrático del tiempo

de secado y la interacción de ambas variables se encontró diferencia significativa ni variables que no fueron significativos ($p \geq 0,05$). En cuanto a los parámetros a^* y b^* , no se encontró diferencia significativa ni influencia de los efectos del modelo cuadrático.

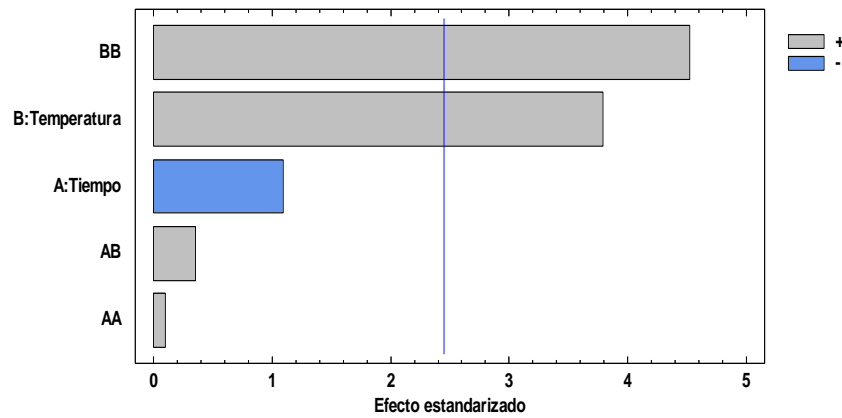


Figura 4. Diagrama de Pareto, color L^* .

La Figura 5 muestra la superficie de respuesta de los parámetros de color L^* a* b^* de los tomate de árbol en función del tiempo de secado y la temperatura, donde los parámetros de color aumentan en relación al incremento de temperatura, a diferencia del tiempo donde los parámetros de color L^* a* b^* se mantuvieron constantes durante el tiempo de secado, la cascara

tenía un alto brillo cuando L^* es mayor que 50 y aumentaba al aumentar la temperatura como se muestra en la Figura 3, y los parámetros a^* y b^* de la fruta seca tenía un tinte rojo y amarillo y la progresión fue idéntica a la del índice L^* (Figura 5), con el proceso de secado aumenta el índice a^* dando como resultado un color dorado.

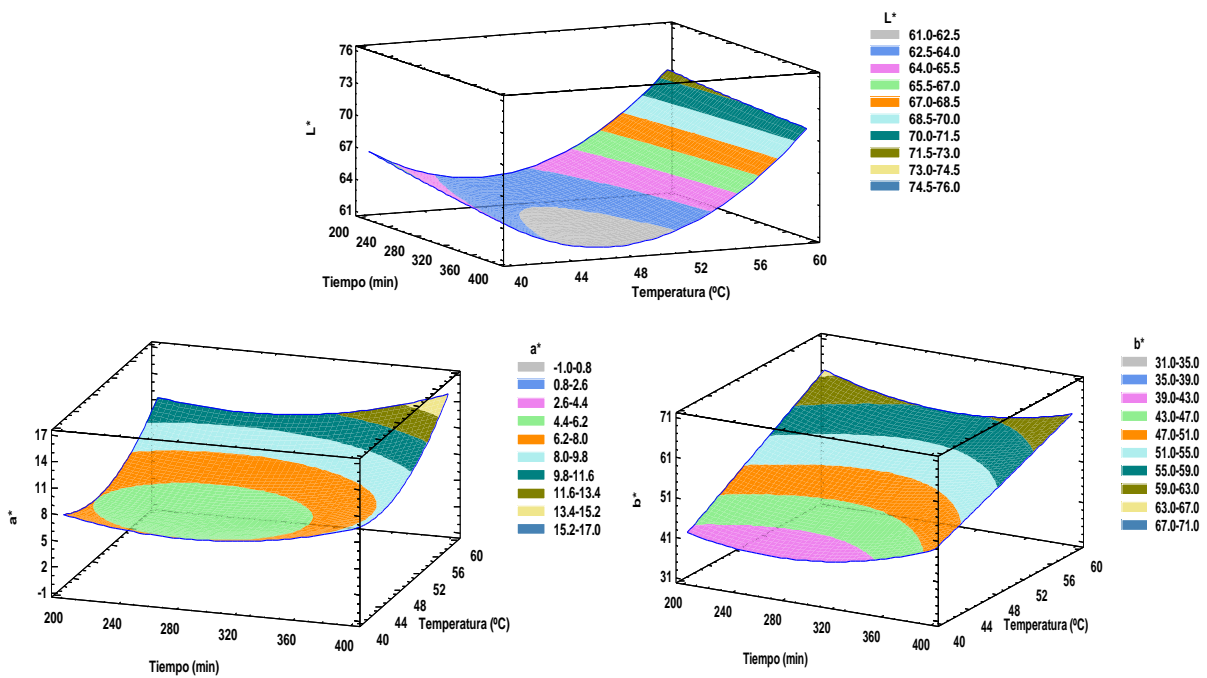


Figura 5. Superficie de respuesta L^* , a^* y b^* (Tiempo y Temperatura).

Pérdida de humedad durante el deshidratado del tomate de árbol.

En la Tabla 4 se presentan los resultados porcentuales de pérdida de humedad durante el proceso de secado de los frutos de tomate de árbol, siendo el tratamiento 3 (60 °C y 400 min) el de mayor pérdida de humedad (29,84% en base húmedo) teniendo un resultado positivo con respecto a la disminución de humedad, ocurre lo contrario con el tratamiento 8 menor pérdida de humedad (5,34%).

El tratamiento 3 (60 °C y 400 min) perdió más humedad que los otros tratamientos que se realizaron a 40 y 50 °C durante 200 y 300 min, sin tratarse lo suficiente como para evaporar el agua del interior del alimento, menor la pérdida de humedad del tomate de árbol. Morante (2017) menciona que se requiere una temperatura de 65 °C y

un tiempo de 12 h para asegurar una continua y mínima evaporación del agua desde el interior del aguaymanto, la estabilidad microbiológica. De igual forma, Quimbiuilco (2014) manifiesta que la pérdida de humedad es proporcional al tiempo y temperatura de secado, ya que, a mayor tiempo y temperatura de secado, más agua puede evaporarse del interior del alimento, otro factor que influye en la velocidad de pérdida de humedad en el tomate de árbol se debe a la estructura de la piel, que está formada por fibra, lo que frena la eliminación del agua en forma de vapor del interior del alimento. Además, Quimbiuilco (2014) señala que 60 °C es una temperatura adecuada para que la fruta se deshidrate bien.

Tabla 4. Pérdida de humedad del tomate de árbol deshidratado.

T	Tiempo (min)	T (°C)	Pérdida de humedad (%)
1	400	50	10,8597
2	200	60	11,9092
3	400	60	29,8431
4	300	50	12,0951
5	300	50	11,3877
6	300	50	12,6816
7	300	50	12,1493
8	200	40	5,3944
9	200	50	7,7924
10	400	40	9,8540
11	300	40	8,0703
12	300	60	18,5201

La Figura 6 muestra el efecto lineal del tiempo y la temperatura de secado y su interacción es significativa ($p < 0,05$) sobre la pérdida de humedad del tomate de árbol deshidratado, en comparación con el efecto cuadrático del tiempo y temperatura de secado no es significativo ($p > 0,05$).

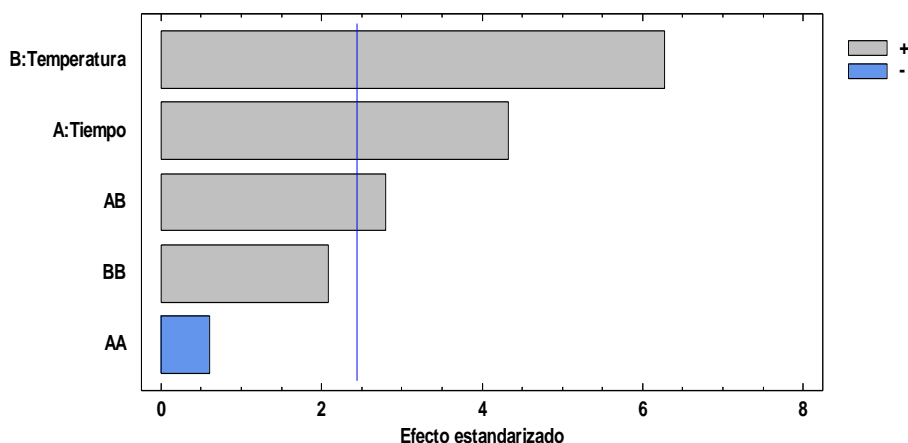


Figura 6. Diagrama de Pareto para la pérdida de humedad.

La Figura 7 muestra la superficie de respuesta para el porcentaje de pérdida de humedad del tomate de árbol deshidratado en función de la temperatura y tiempo de secado. El diseño factorial de 3k ha maximizado la pérdida de humedad de los

frutos de tomate de árbol durante la deshidratación (color crema de la superficie de reacción), demostrando que el punto máximo de calor es 60 °C y 400 min de duración con la mayor pérdida de humedad en el deshidratado.

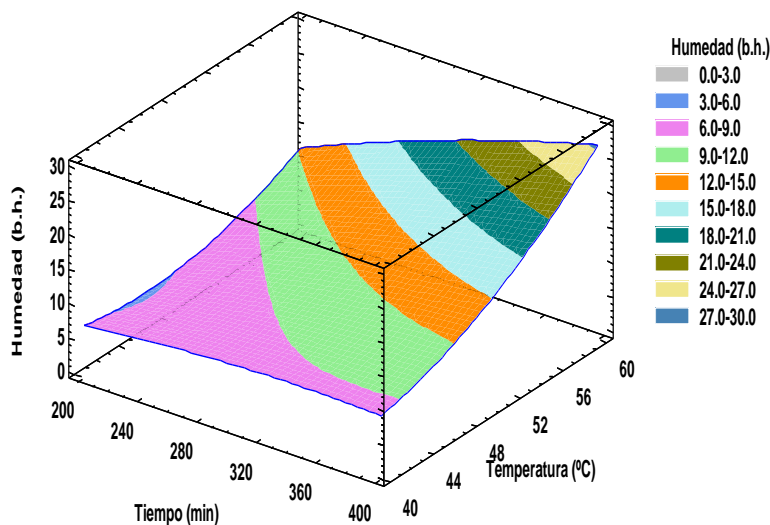


Figura 7. Superficie de respuesta de humedad (Tiempo y temperatura).

CONCLUSIONES

La aplicación de temperaturas altas (50 y 60 °C) y tiempos prolongados (300 y 400 min) en la deshidratación de frutos de tomate de árbol, da como resultado la degradación excesiva de la capacidad

antioxidante (Compuestos sensibles a altas temperaturas).

La temperatura de 60 °C y el tiempo de 400 min en el deshidratado de tomate de árbol da mejores características de color en la piel del tomate de árbol deshidratado.

La deshidratación a 60 °C y 400 min asegura la pérdida de humedad de 29.84%,

sin causar daños en su estructura externa del fruto de tomate de árbol.

REFERENCIAS

- Barcia, C. A. (2014). Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 62(4), 381-388. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5126/1/58789_1.pdf
- Carrera, P. D. (2013). *Determinación de las propiedades fisicoquímicas del jugo de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav)* [Tesis de pregrado]. Carrera de Química. Quito: UCE. 115 p. <https://core.ac.uk/download/pdf/71900905.pdf>
- Ceballos, E., y Jiménez, M. (2012). Cambios en las propiedades de frutas y verduras durante la deshidratación por flujo caliente de aire y su susceptibilidad al degradamiento de microorganismos. *Revista Ingeniería de Alimentos*, 6(1), 98-110. [https://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6\(1\)-Ceballos-Ortiz-et-al-2012.pdf](https://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6(1)-Ceballos-Ortiz-et-al-2012.pdf)
- Cerón, I., Higuera, J., y Cardona, C. (2010). Capacidad antioxidante y contenido fenólico total de tres frutas cultivadas en la región andina. *Vector*, 5 (1), 17-26 http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector5_2.pdf
- Chaves, M., Sgroppo, S., y Avanza, J. (2003). *Cinética de secado de berenjenas (Solanum melongena L.)*. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Universidad Nacional del Nordeste. <https://studylib.es/doc/6316982/cin%C3%A9tica-de-secado-de-berenjenas>
- Chuquizuta, T. S., Florián, G., Fito, P., y Castro, W. M. (2016). Efecto de las condiciones de proceso en el desarrollo del color durante la elaboración de pan: uso de técnicas de análisis de imagen para evaluación del color. *Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(1), 32-39. <http://DOI:10.25127/ucni.v2i1.223>
- Fuente, S., Riera, E., y Gallego, J. (2003). *Estudio de los parámetros involucrados en el proceso de deshidratación ultrasónica de vegetales*. *Técnic Acústic*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/7199/1/ult003.pdf>
- Gonzalez, A., Espinoza, A., Cañizares, A., y Méndez, J. (2008). Obtención de un polvo de ají dulce (*Capsicum chinense*) producido mediante deshidratación por aire forzado. *Revista Científica Universidad de Oriente Agrícola*, 8(1), 118-126. <http://www.bioline.org.br/pdf?cg08015>
- Lucas, K., Maggi, J., y Yagual, M. (2011). *Creación de una empresa de producción, Tomate de árbol*. Discover research. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/10689>
- Monsalve, J., y Machado, M. (2007). Evaluación de dos métodos de deshidratación del tomate (*Lycopersicon esculentum mill*) variedad manzano. *Multiciencias*, 7(3), 256-265. <https://www.redalyc.org/pdf/904/90470303.pdf>
- Morante, A. (2017). Cinética de Inactivación Térmica de la enzima pectinmetilesterasa en Zumo de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum Cav.*). *SciELO*, 27(2), 67-76.

- <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000200009>
- Moreno, E., Ortiz, B., y Restrepo, L. (2014). Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. *Revista Colombiana de Química*, 43(3), 41. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v43n3.53615>
- Muñoz, A. M., Ramos, F. D., Alvarado, C., y Castañeda, B. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(3), 142-149. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300003
- Navarro, A. (2017). Calidad fisicoquímica y microbiológica de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*) mínimamente procesado tratado con radiación UV-C y ozono gaseoso. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(1), 93-102. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81355612008>
- Quimbiuilco, Y. M. (2014). *Efecto de la deshidratación sobre la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles de la pulpa concentrada de tomate de árbol amarillo (Solanum betaceum)* [Tesis de pregrado]. Repositorio institucional de la Universidad Tecnológica Equinoccial. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5073>
- Repo, R., y Encina, C. R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 74(2), 108-124. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000200004&lng=es&tlng=es
- Salas, T. (2017). Antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de frutos secos y congelados de *Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer*. *Revista Información tecnológica*, 32(5), 3-12. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000500003>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. (2022). Información del tiempo y clima. Senamhi. <https://web2.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0033>
- Sumaran, H. A. (2019). Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (*Psidium guajava L.*). *Revista lasallista de Investigación*, 10(2), 44-51. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69529816006.pdf>
- Zaldivar, I., y Cornejo, R. (2011). Laboratorio de alimentos I. Procedimiento. Universidad Nacional Autónoma de México. http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/PROCEDIMIENTOS13-I_20566.pdf

Recibido: 06-06-2022 Aceptado: 29-07-2022 Publicado: 01-08-2022