

## **EFFECTO DEL ESCALDE EN EL SECADO DE CHILE DE AGUA PRODUCIDO EN LA REGIÓN DE LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA**

### **EFFECT OF BLANCHING ON THE DRYING OF CHILE DE AGUA PRODUCED IN THE REGION OF VALLES CENTRALES OF OAXACA**

**Autores:** Pedro Benito Bautista

Nelly Arellanes Juárez

Itzel Hernández Hernández

**Institución:** Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca (CIIDIR Unidad Oaxaca), México

**Correo electrónico:** [pbenito@ipn.mx](mailto:pbenito@ipn.mx)

[narellanes@ipn.mx](mailto:narellanes@ipn.mx)

[ihernandezh1900@alumno.ipn.mx](mailto:ihernandezh1900@alumno.ipn.mx)

#### **RESUMEN**

En México existe una gran diversidad de frutos de chile con diferencias en tamaño, forma, color, sabor, aroma y grado de pungencia, representada tanto por variedades como por especies silvestres y cultivadas localmente, esto ha permitido que nuestro país sea considerado como el centro de diversificación y domesticación de la especie *Capsicum annuum* L. Entre las especies cultivadas localmente se encuentra el “chile de agua” de los Valles Centrales de Oaxaca, cuya calidad comercial se determina con base al tamaño, color y turgencia. Los frutos que no cumplen la calidad establecida son poco valorados y causan pérdidas económicas a los productores. Una alternativa para estos frutos es la producción de chile seco para la formulación de salsas, pasta, polvos y otros productos afines. 126 frutos de chile de agua (*Capsicum annuum* L.) fueron divididos en tres grupos con tres repeticiones: frutos sin ningún tratamiento; frutos escaldados en agua a 95°C por 3 min; y frutos escaldados y sumergidos en solución de ácido ascórbico al 1 % por tres minutos. Posteriormente todos los grupos fueron colocados en charolas dentro de un secador por convección forzada ( $1.5 \text{ ms}^{-1}$ ) con aire caliente a 50 y 60°C hasta alcanzar una humedad residual de 12.5 %. Los parámetros medidos para cada tratamiento fueron: peso, longitud, diámetro intermedio, color y firmeza. Los resultados indican que tanto la mayor temperatura, como los tratamientos de escalde e inmersión en ácido

ascórbico, reducen el tiempo de secado, sin embargo, la temperatura de secado de 50°C, produce chile seco de mayor calidad.

**Palabras clave:** Calidad, Cultivos locales, Chile seco, Tratamiento térmico.

## ABSTRACT

In Mexico there is a great diversity of chili fruits with differences in size, shape, color, flavor, aroma and degree of pungence, represented by both: wild or locally cultivated varieties and species; this has allowed our country to be considered as the center of diversification and domestication of the species *Capsicum annum* L. Among the species cultivated locally is the "chile de agua" of Valles Centrales of Oaxaca, whose commercial quality is determined on base of size, color and turgence. Fruits that do not meet the established quality are low-valued and cause economic losses to producers. An alternative for these fruits is the production of dried chili for the formulation of sauces, pasta, powders and other related products. 126 chile de agua fruits (*Capsicum annum* L.) were divided into three groups with three repetitions: fruits without any treatment; fruits blanched in water at 95°C by 3 min, and blanched fruits submerged in 1% ascorbic acid solution for three minutes. Then, all groups were placed in trays inside a forced convection dryer ( $1.5\text{ms}^{-1}$ ) with hot air at 50 and 60°C until a residual humidity of 12.5 % is reached. The measured parameters for each treatment were: weight, length, intermediate diameter, color and firmness. The results indicate that both the highest temperature, as well as blanching and immersion treatments in ascorbic acid, reduce drying time, however, the drying temperature of 50 °C produces higher quality dry chilli.

**Keywords:** Quality, Local crops, Dry Chile, Heat treatment.

## INTRODUCCIÓN

El género *Capsicum* se conforma por 31 especies, pero sólo cinco han sido domesticadas: *C. annum*, *C. pubescens*, *C. frutescens*, *C. chinense*, y *C. baccatum*. *Capsicum annum* L. es la especie de chile más importante en todo el mundo. Aguilar Rincón et al. (2010), describen a este fruto como una baya de forma cónica alargada con un tamaño medio de 15 cm de largo y 6 cm de diámetro en su base, de color verde amarillo o verde oscuro y rojo intenso y brillante en su madurez. El pericarpio mide de 1 a 3 mm de espesor, tiene un pedúnculo grueso (3 a 6 mm), glabro y de aproximadamente 3 cm de largo. Los frutos de esta especie son

reconocidos por contener compuestos nutricionales y bioactivos, son excelentes fuentes de A, C y E, minerales, carotenoides, compuestos fenólicos; relacionados con la actividad antioxidante y algunos efectos medicinales, ya que aumenta el número de calorías quemadas durante la digestión, reduce los niveles de colesterol y tiene efecto anticoagulante entre otras propiedades funcionales (Omolo et al., 2014; Adhikari y Pradhan, 2014; Kuna *et al.*, 2018).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) a través de su base de datos (FAOSTAT, 2018) reportó que la producción mundial de chiles verdes en el año del 2018 fue de 36.771 millones de ton (Mt), de las cuales, China participó con 18.214 Mt y México con 3.379 Mt.

En México existe gran diversidad de frutos de chile con diferencias en tamaño, forma, color, sabor, aroma y grado de pungencia, de los cuales se reconocen más de 40 variedades comerciales, y un número mucho mayor de especies silvestres y cultivadas localmente. El SIAP (2019) reportó que la producción nacional de chile fresco, en el año 2018, fue de 1,828,960 toneladas distribuidas en las 32 entidades, entre las que destacan: Sinaloa (853,271 ton), Chihuahua (240,923 ton), Zacatecas (121,347 ton), Sonora (152,895ton) y San Luis Potosí (84,816 ton), que aportan el 79.9 % del total nacional; Oaxaca, en este mismo año, produjo 5,885 ton. Entre las 40 variedades comerciales más reconocidos en el país se encuentran; Jalapeño, Ancho, Guajillo, Pasilla, Serrano, Manzano, Habanero, de árbol y Piquín (López-López y Pérez-Bennetts, 2015).

Aunada a la producción comercial de chiles, en el territorio nacional, existen un gran número de poblaciones silvestres o cultivados localmente, Flores González et al. (2018), reportaron las características del chile chiltepín silvestre en dos etapas de madurez de localidades del estado de Nuevo León, determinaron que el contenido de sólidos solubles totales era entre 2.33 y 2.83 %, y la acidez titulable entre 0.33 y 0.47 %, y señalaron que estos valores eran más altos en frutos maduros (rojos) en relación a los verdes. Sin embargo, los frutos verdes presentaron la mayor actividad antioxidante 17.29  $\mu\text{M}$  Trolox/g ps) en comparación con los rojos (11.80  $\mu\text{M}$  Trolox/g ps), encontraron también una marcada diferencia en el color reportada como índice de matiz ( $H^\circ$ ) entre  $108.16 \pm 4.70$  y  $145.03 \pm 2.87$  para chiles verdes y de  $27.16 \pm 1.23$  a  $35.31 \pm 5.93$  para chiles rojos.

Narez-Jiménez, *et al* (2014), reportaron la presencia de las especies *C. annuum* var. *glabriusculum* en los morfotipos 'Amashito', 'Ojo de cangrejo' y 'Garbanzo'; y *C. frutescens* L. en el morfotipo 'Pico paloma' en localidades del estado de Tabasco, y Ramírez Novoa *et al.* (2018) reportaron una amplia diversidad morfológica de chile piquín de Querétaro y Guanajuato, ambos grupos de trabajo sugirieron que estos recursos deben conservarse en su forma nativa e integrarse a programas de aprovechamiento sustentable de la flora de la región.

Por su variedad aromas y sabores que produce en los alimentos, el chile ha sobrepasado fronteras y se ha establecido en la gastronomía de un sinnúmero de culturas del orbe (SIAP, 2010), donde es utilizado como uno de los saborizantes más importantes en la cocina internacional (Aguilar Rincón *et al.*, 2010). En nuestro país, es valorado como condimento y potencializador del sabor, dando lugar a que productos como; salsas, chile deshidratado, chile en polvo y pasta de chile envasadas que tienen un mercado potencial. En el ámbito mundial, la producción de chiles secos en el año 2018, fue de 4.165 millones de ton, de las cuales, China aportó 321,290 ton y México 60,755 ton que representaron el 2.6 % del total mundial. Otros países productores fueron: Turquía, Estados Unidos de Norteamérica (USA), España e Indonesia. Los principales países importadores de chile seco son USA, Malasia, Canadá, Alemania, Reino Unido, Francia, Holanda y Guatemala.

En México, la CANAINCA (2019), reporta que los productos procesados más demandados de chile son: chiles secos enteros y en polvo, chile en escabeche, salsas y pastas para moles. De los chiles deshidratados, a su vez, se extrae la oleorresina compuestas por diferentes carotenoides con propiedades pungentes (picantes) y pigmentantes que se utilizan en la industria alimentaria en la preparación de carnes frías y embutidos; en la industria farmacéutica, como estimulante; en la industria cosmética, para la elaboración de champú y jabón, así como para producir pigmentos colorantes para lápices labiales y polvos faciales; en la industria militar, en la fabricación de aerosoles defensivos (pepper-gas) y el pigmento capsantina (Restrepo Gallego, 2006). La oleorresina tiene propiedades nutricionales y farmacológicas, y a nivel tecnológico es utilizado como saborizante y colorante para quesos, embutidos, salsas, entre otros (Baldeón Apaestegui y Hernández Gorriti, 2017).

Entre los chiles cultivados localmente se encuentra el “chile de agua”, producido en la región de los Valles Centrales del estado de Oaxaca y digno representante de la gastronomía oaxaqueña, con una producción entre 400-500 toneladas anuales. Para la población regional representa uno de los cultivos más importantes, desde los puntos de vista: agronómico, económico, nutricional y cultural (Aparicio del Moral et al., 2013).

No obstante, su amplia demanda regional, la información técnica relacionada con el sistema de producción, tecnología para el manejo poscosecha y de conservación, es escasa, lo cual ha provocado que la productividad y calidad sean variables, suscitando la reducción de las áreas de producción.

En su producción, las condiciones económicas de los productores y la falta de control de las condiciones de cultivo ha traído como consecuencia bajos rendimientos y decremento en la calidad y el precio del producto, aunado a esto, el chile de agua es sensible a factores del ambiente como temperatura, humedad y otros, que afectan la vida de anaquel del fruto y acortan su período de comercialización, con las pérdidas económicas respectivas y el desánimo de los productores por la baja rentabilidad del cultivo, y su permanencia en sus niveles de pobreza y rezago social (Aparicio del Moral et al., 2013)

Los frutos cosechados son clasificados empíricamente en tres categorías con base a su tamaño: las dos primeras categorías tienen una alta demanda para el consumo en fresco, los frutos de tercera que no cumplen la calidad son vendidos a precios muy bajos o desechados y causan pérdidas económicas a los productores.

Una de las alternativas para dar valor agregado a frutos frescos fuera de norma es la de obtener chiles deshidratados, que pueden ser utilizados como materia prima para elaborar salsas, condimentos en polvo y pastas de gran popularidad en nuestro país o para extraer su oleorresina cuyas propiedades pungentes (picantes) y pigmentantes son demandadas por la industrias alimentaria y cosmética (Restrepo Gallego, 2006).

A falta de norma para “chile de agua” deshidratado, es posible seguir la norma *NMX-FF-107/1-SCFI-2006*, aplicada a los tipos Ancho y mulato, en relación con el tamaño y cuya humedad no deben exceder el 12.5 %, estos mismos parámetros de calidad

son requeridos en la UNECE standard DDP-24 para pimientos secos (Aparicio del Moral et al., 2013).

Entre los antecedentes para producir chiles secos se encuentra el de Wiriya, Aiboon y Somchart (2009), quienes blanquearon los frutos en agua caliente a 90 °C por 3 minutos, y después los sumergieron en diferentes soluciones químicas: metabisulfito de sodio (NaMS) al 0.3 % (p/p), ácido ascórbico al 1 % (p/p); NaMS al 0.3 % combinado con ácido cítrico al 1 % (p/p); NaMS al 0.3 % combinado con 1 % (p/p), cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) por 10 min a 25°C. Después fueron deshidratados en cinco condiciones (secado solar con temperaturas que variaron de 26-53°C y HR entre 15-69%; secado en secador de charolas a temperaturas de 50, 60, 70 y 70+50°C). Los chiles deshidratados en una sola temperatura obtuvieron menores valores de color: L, C y H° en relación con los secados en el secador solar. El secado a dos temperaturas incrementó el color rojo brillante en el chile deshidratado. La aplicación de los tratamientos de inmersión, junto a las condiciones de deshidratación a 70°C y la de 70°C por 4.0 h+50°C, conservaron el color y los compuestos nutrientes, sobresaliendo el tratamiento de 70°C por 4.0 h+50°C combinado con la solución de NaMS al 0.3 % más 1 % (p/p) cloruro de calcio.

Ozgur et al. (2018) investigaron el efecto del secado sobre los compuestos funcionales (ácido ascórbico, compuestos fenólicos y carotenoides) de pimientos verdes y rojos secados al aire caliente, y encontraron coeficientes de rehidratación entre 0.65 y 0.82, para los pimientos verdes y rojos secos, respectivamente. El secado provocó la pérdida de color verde manifestada por una alta diferencia de color total ( $\Delta E$ ). Sin embargo, el secado causó aumento pronunciado en el contenido de ácido ascórbico y carotenoides de los pimientos verdes y rojos, pero hubo una disminución en el total de fenoles y la capacidad antioxidante.

Álvarez Parrilla et al. (2018) evaluaron el efecto de la temperatura de la deshidratación (55, 65, 75 y 85°C) sobre las características físicas y compuestos fenólicos de chile jalapeño rojo (*Capsicum annuum* L.) de Santa Rosalía de Camargo, Chihuahua, y encontraron diferencias de color en función de la temperatura de deshidratación aplicada, pero no modificaron el contenido de compuestos fenólicos, flavonoides y la capacidad antioxidante.

García González, Hernández y García (2019) deshidrataron chile mirasol o guajillo (*Capsicum annuum* L.) utilizando el secado solar tradicional en planta, a cielo abierto, microtúnel y convencional, y encontraron que la mejor cinética de secado se obtuvo en el secador solar tipo gabinete con convección natural con una temperatura promedio de 24.48 °C, pero recomendaron utilizar un secador híbrido solar con un quemador a gas LP para aumentar la eficiencia del secado.

Pavani et al. (2018) probaron cuatro pretratamientos antes de la deshidratación de chile; blanqueo de 2 min a 85-90°C; blanqueo más remojo en solución de metabisulfito de potasio al 0.01 %; blanqueo más inmersión en CaCl<sub>2</sub> al 1 %, blanqueo más ácido ascórbico al 1%, en dos variedades de chile (CA-960 y LCA-655) y dos tipos de secadores (solar y gabinete con convección forzada) y encontraron que el pretratamiento con blanqueo más 1 % de CaCl<sub>2</sub> y secado en el secador de gabinete redujo la acidez valorable, y aumentó los azúcares totales de la variedad CA-960, mientras que en la variedad LCA-655 permitió el mayor porcentaje de recuperación de azúcares.

Kamal et al. (2019) investigaron las técnicas de procesamiento sobre las características del polvo de chile verde y rojo que se producen en la India, utilizando cuatro muestras: pasta de chile verde pretratado (PCVP), chile verde con corte longitudinal pretratado, chile rojo entero pretratado (CRE) y pasta de chile verde sin tratar (PCVST), y chile verde no tratado, como control. El pretratamiento consistió en blanquear el chile en una solución de ácido acético al 2 % a 100°C por 2.0 min y sumergir inmediatamente en una solución combinada de 0.3 % de metabisulfito de sodio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y 1 % de cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) por 10 min. Las muestras se deshidrataron a 60 °C en un secador de gabinete hasta alcanzar una humedad residual del 8.0 %. Las muestras pretratadas tuvieron un tiempo de secado más corto que la muestra no tratada para reducir el contenido de humedad del 86.31 al 8 %. El pretratamiento antes del secado dio lugar a la retención de clorofila total (86 %), compuestos fenólicos (32 %), color verde y pungencia de chile, 60 % del β-caroteno, al igual que del ácido ascórbico.

Considerando lo anterior, el objetivo del presente proyecto fue el de evaluar el efecto del escalde sobre la velocidad de secado del chile de agua producido localmente en

la región de los Valles Centrales de Oaxaca, como una alternativa de conservación y desarrollo de productos de mayor valor agregado.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Material vegetal.** 8.0 kg de frutos de chile de agua en madurez de consumo (verdes) clasificados de segunda, de acuerdo a los criterios de los productores de Ayoquezco de Aldama, Zimatlán, Oaxaca, fueron llevados al laboratorio en donde se seleccionaron 126 chiles y se dividieron en tres grupos, un grupo de 18 chiles fraccionado en tres repeticiones de seis frutos, para medir las características iniciales de: peso, longitud y diámetro central, humedad, color, sólidos totales, sólidos solubles, y dos grupos 54 chiles, fragmentados en tres subgrupos de 18 frutos, y a su vez en tres repeticiones a las que se les aplicaron uno de los tres tratamientos (sin escalde, escalde a 95°C por tres minutos y escalde + inmersión en solución de ácido ascórbico al 1.0 %), las tres repeticiones de cada subgrupo fueron colocados en un secador de charolas de convección forzada con aire caliente a 50 o 60°C y velocidad de 1.5 ms<sup>-1</sup> hasta alcanzar una humedad residual ≤ 12.5 %.

### **Métodos**

Peso. Método gravimétrico (AOAC, 2012) utilizando una balanza ADAM EDL1023i (1020 g x 0.001 g).

Longitud. Utilizando un escalímetro profesional de 30 cm.

Diámetro ecuatorial. Usando un Vernier digital Mitutoyo IP 65

Humedad. Por el método gravimétrico, sometiendo las muestras a una temperatura de 65 °C durante 24 horas (AOAC, 2012) y midiendo, el peso inicial y final de los frutos deshidratados.

Sólidos totales. Los sólidos totales se determinaron mediante la diferencia, entre el peso total y el contenido de humedad obtenida para las muestras.

Sólidos solubles. Los sólidos solubles se midieron utilizando un refractómetro manual ATAGO Master (AOAC, 2012).

Color. Determinación mediante parámetros L, a\*b\* por el sistema CIELab\*, utilizando en equipo PCE-TCR 200 IBERICA, y el cálculo de los parámetros de tono (H\*), saturación (C\*) y la diferencia del color ( $\Delta E$ ), utilizando las ecuaciones (Mc Guirre, 1992):

$H^* = \arctan(b^*/a^*)$ . Este parámetro mide tono o ángulo a partir del semieje  $a^*$  positivo. Un ángulo de  $0^\circ$  o  $360^\circ$  representa el tono rojo, mientras que los ángulos de  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  y  $270^\circ$  representan tonos amarillos, verdes y azules, respectivamente.

$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5}$ . Es el atributo cuantitativo de la coloración, se utiliza para determinar el grado de diferencia de un tono  $H^\circ$  en comparación con el nivel de iluminación, y varía de 100 % en el borde del círculo para tonos grises hasta alcanzar el color negro con valor de (0 %).

$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5}$  es un indicador de la magnitud de la diferencia total, sin información direccional o de dimensión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Características de los frutos.** Los productores de chile de agua del municipio de Ayoquezco de Aldama utilizan una clasificación empírica para la venta de los chiles verdes, denominando primera, segunda y tercera categoría, por lo que para conocer estadísticamente las diferencias de esta clasificación se evaluaron los tamaños correspondientes obteniendo los valores promedio del peso de cada categoría, los valores para los frutos clasificados como primera fueron de  $45.3 \pm 5.7$  g, los de segunda obtuvieron una media de  $40.4 \pm 5.5$  g, y los de tercera de  $26.6 \pm 4.3$  g con una diferencia significativa entre ellos, en el trabajo se utilizaron frutos de segunda categoría cuyas características son descritos en la tabla 1.

Tabla 1. Características de los frutos de chile de agua (verde), de segunda categoría

Peso g	Longitud		Diámetro medio (cm)	Textura (N)	Sol. solubles (°Brix)
	Longitud total (cm)	pedúnculo (cm)			
$34.80 \pm 4.94$	$12.40 \pm 0.84$	$2.58 \pm 0.30$	$3.30 \pm 0.46$	$12.5 \pm 1.67$	$4.71 \pm 0.35$
Sólidos Totales (%)		Parámetros de color			
	L	a*	b*	C*	H*
$9.95 \pm 0.15$	$43.79 \pm 4.88$	$-11.91 \pm 2.36$	$32.81 \pm 11.06$	$35.00 \pm 11.00$	$110.84 \pm 4.21$

**Cinética de secado a  $60^\circ\text{C}$ .** Los frutos sin tratamiento, sometidos a esta temperatura de deshidratación (Gráfica 1) requirieron 22.5 h para alcanzar el nivel de humedad exigido por la norma NMX-FF-107/1-SCFI-2006. Para llegar al mismo contenido de humedad, los frutos con tratamiento de escalde por 3 min necesitaron de 17.5 h, y los de escalde con inmersión en la solución de ácido ascórbico al 1.0 %

por 3 min, de 15.5 h. Esta diferencia permite suponer que tanto el escalde como la inmersión en solución de ácido ascórbico al 1.0 % por 3 min reducen el tiempo de secado.

**Humedad.** La humedad es uno de los parámetros de calidad de chile seco, la *NMX-FF-107/1-SCFI-2006 Productos Alimenticios – chiles secos enteros*, no incluye chiles cultivados a nivel local, por lo que de acuerdo a la similitud del tamaño con el chile tipo pasilla, se consideraron las especificaciones determinadas para este tipo de chile, el cual debe tener un máximo de humedad del 13.0 % y un peso entre 5.0-9.0 g, un máximo en la categoría de primera.

El chile de agua seco obtuvo un peso de  $4.5 \pm 0.3$  g y una humedad residual de  $11.0 \pm 1.5$  %.

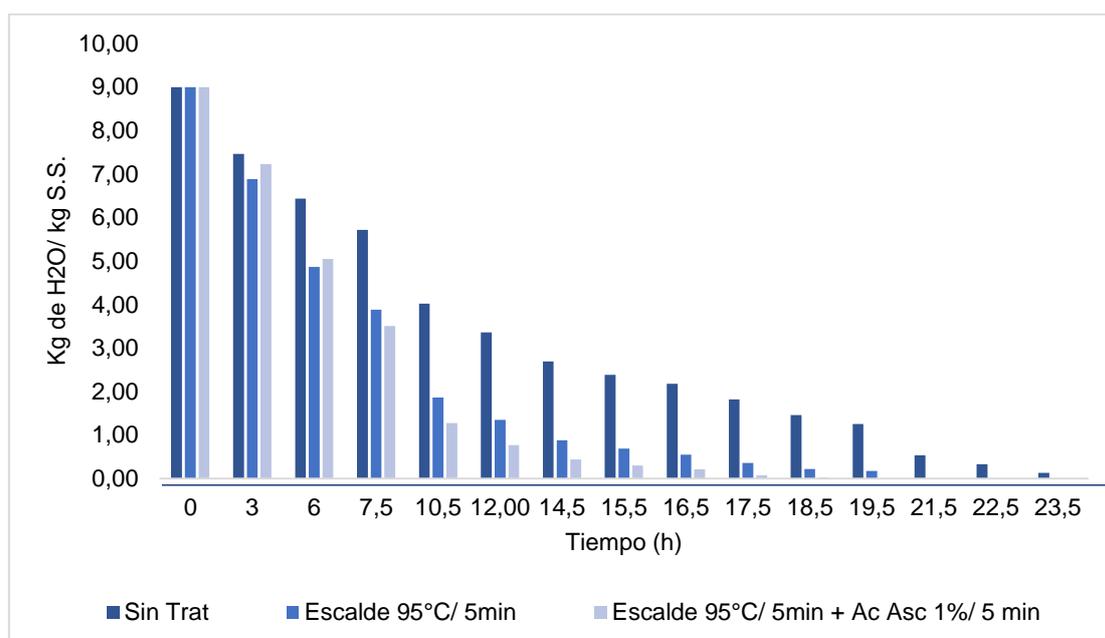


Figura1. Cinética de deshidratación de chile de agua secado a 60°C.

**Color.** En el caso de los parámetros de color de chile seco, los datos obtenidos mostraron cambio principalmente en los parámetros de color L, a\*, b\*, y H\* (Tabla 2), los dos tratamientos con escalde evitaron la pérdida de color inicial en comparación con los frutos no tratados. La magnitud de la diferencia total de color ( $\Delta E$ ) entre los tratamientos fue de 32.55, 23.43 y 36.54 para los frutos sin tratamiento; con escalde; y con escalde e inmersión en ácido ascórbico por 3 min; respectivamente.

Tabla 2. Características de los frutos de chile seco deshidratado a 60°C.

Tratamiento	L	a*	b*	C	H°
-------------	---	----	----	---	----

<b>Sin tratamiento</b>	51.54±2.81	5.59±2.02	6.48±1.68	8.62 ±2.38	52.95±2.88
<b>Escalde 95°C/3 min</b>	40.50±6.11	10.63±2.25	27.31±6.82	29.38±6.86	111.56±4.14
<b>Escalde + 3 min en ác asc al 1%</b>	50.17±3.02	2.09±1.40	-0.33±2.39	3.24±0.65	99.27±35.75

**Cinética de secado a 50°C.** En estas condiciones de secado, los chiles sin tratamiento requirieron 24 h para alcanzar la humedad requerida por la norma *NMX-FF-107/1-SCFI-2006 Productos Alimenticios–chiles secos enteros*, mientras los escaldados necesitaron 21h y los escaldados con inmersión en ácido ascórbico precisaron de 20 h para su deshidratación (Grafica 2).

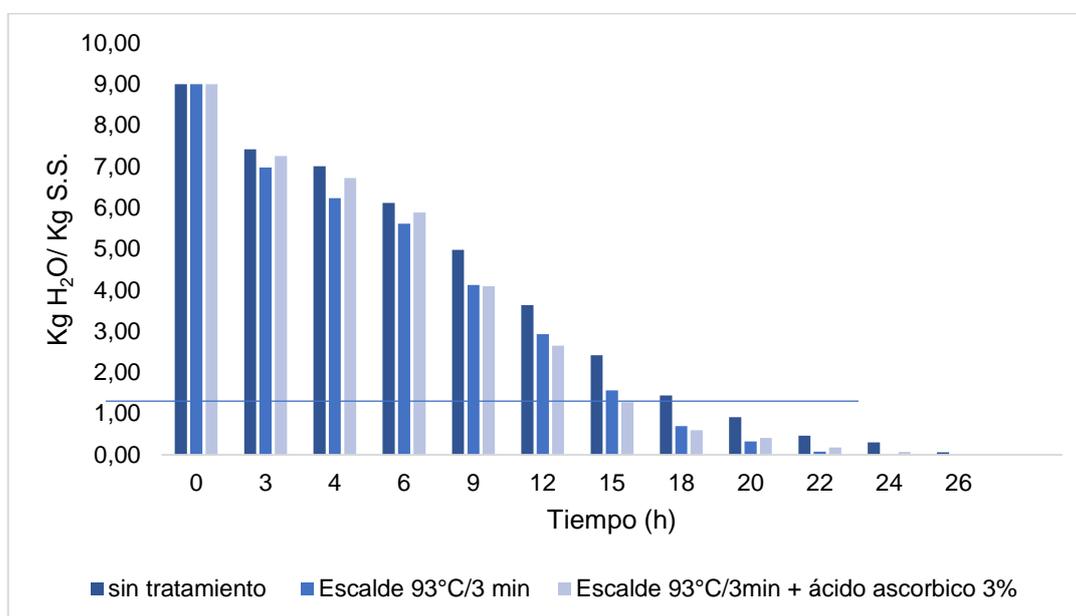


Figura 2. Cinética de deshidratación de chile de agua secado a 50°C.

**Color.** Los chiles deshidratados a 50°C sin tratamiento presentaron valores en el parámetro  $H^*$  de 123.2, que corresponde a un color amarillo con brillo ( $C^*=66.14$ ), los de tratamiento de escalde manifestaron un valor de  $H^*$  de 118.6 que también corresponde a un color amarillo pero con menor brillo ( $C=2.84$ ) y los escaldados con inmersión con ácido ascórbico alcanzaron un valor de  $H^*$  de 30.45 que corresponde a un color naranja rojizo y un valor de  $C^*$  de 7.29 (Tabla 3). La magnitud de la diferencia total de color ( $\Delta E$ ) entre los tratamientos fue de 36.93, 37.38 y 39.90 para los frutos sin tratamiento, de chile con escalde, y con escalde de inmersión en ácido ascórbico por 3 min, respectivamente; lo cual indica que el tratamiento de deshidratación a 50°C produce mejor calidad de chile seco en función del color y los compuestos químicos relacionados con este.

Tabla 3. Características de los frutos de chile seco con escalde de 3 min, deshidratado a 50°C.

	L	a*	b*	C*	H*
<b>Sin Tratamiento</b>	35.75±2.81	1.54±0.64	-0.63±1.44	66.14±2.13	123.2±55.2
<b>Escalde 95°C/ 3min</b>	33.67±3.15	1.46±1.17	-0.60±2.60	2.84±0.72	118.6±91.1
<b>Escalde 95°C/ 3min + Ac</b>					
<b>Asc 1%/ 3 min</b>	23.6±4.99	5.99±2.52	3.41±2.38	7.29±2.31	30.45±20.77

Los datos son similares a los reportados por Anoraga et al. (2018) quienes deshidrataron chiles sin y con escalde por 20 h, y reportaron que en ese tiempo los chiles escaldados alcanzaron el nivel de deshidratación requerida, mientras que los no escaldados permanecieron por arriba de esta humedad. También suscribieron que, los valores de los parámetros de color de todos los chiles secos fueron, para L\* entre 30.67 y 35.57; a\* entre 23.95 y 32.69; y b\* entre 17.64 y 29.19. Por su parte, Kamal et al. (2019) reportaron tiempos de deshidratación de chile guajillo fresco verde de 20 h con valores de L= 29.19±0.10, a\*=- 5.21±0.13, b\*=29.75±1.25, C\*=30.20±1.24 y H\*=80.03±0.44, mientras que para frutos en solución de ácido acético al 2% durante 2 min a temperatura de 100°C e inmersión inmediata en solución de metabisulfito de sodio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) al 0.3 % más 1 % de CaCl<sub>2</sub> durante 10 min y con un corte longitudinal, fueron necesarias 15 h; en estos frutos, los parámetros de color fueron de L= 38.99±0.23, a\*=2.71±0.004, b\*= 30.81±1.04, C\*=30.93±1.04 y H°=84.95 ± 0.11. Por su parte, Wiriya, Paiboon y Somchart (2009), después de blanquear chiles en agua caliente a 90 °C por 3 minutos, y sumergirlos en diferentes soluciones químicas: Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> al 0.3 % (p/p), ácido ascórbico al 1 % (p/p); Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> al 0.3 % combinado con ácido cítrico al 1 % (p/p); Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> al 0.3 % combinado con 1 % (p/p) cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) por 10 min a 25°C y deshidratarlos en cinco condiciones: secado solar (temperaturas entre 26-53°C y HR entre 15-69%); y en secador de charolas a temperaturas de 50, 60, 70 y 70+50°C, reportaron que los chiles deshidratados a una sola temperatura, obtuvieron valores de color: L\*, C\* y H\* menores en relación a los secados en el secador solar.

## CONCLUSIONES

El secado de chile de agua es una alternativa adecuada para el aprovechamiento de frutos fuera de norma y cuya comercialización en fresco presenta varias dificultades.

El pretratamiento de escalde por 3 min en agua a 95°C, más inmersión en solución de 3 min antes del secado reduce el tiempo de secado y reduce la oxidación de compuestos orgánicos. El tratamiento de deshidratación a 50°C, aunque tarda mayor tiempo, produce mejor calidad de chile seco en función del color y los compuestos químicos relacionados con éste.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADHIKARI, B. M. y PRADHAN, N., (2014). Study on functional properties of selected chilli varieties grown in Kathmandu, Nepal. *J. Microbiol. Biotech. Food Sci*, Vol. 3, No. 6. pp. 488-490.
- ANORAGA, S. B; I. SABARISMAN y M. AINURI. (2018). Effect of different pretreatments on dried chilli (*Capsicum annum* L.) quality. OP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 131 012014: 1-5. *International Conference on Green Agro-industry and Bioeconomy*
- AGUILAR RINCÓN, V. H. ... [et al.] (2010). Los chiles de México y su distribución. SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, ITConkal, UANL, UAN. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 114 p.
- ÁLVAREZ-PARRILLA, E. ... [et al.] (2018). Cinética de secado y efecto de la temperatura sobre las características físicas y compuestos fenólicos de chile jalapeño rojo (*Capsicum annum* L.). *Biotecnia* Vol. XXI, No. 1, pp.139-147. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, Universidad de Sonora. México.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2012). Official Methods of AOAC. 18a ed. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- APARICIO DEL MORAL J. O; ...[et al.] (2013). Factores sociales y económicos del cultivo de chile de agua (*Capsicum annum* L.) en tres municipios de los Valles Centrales de Oaxaca. *Ra Ximhai*, Vol. 9, No.1, pp. 17-24. *Universidad Autónoma Indígena de México, Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa*.
- BALDEÓN APAESTEGUI, S. y HERNÁNDEZ GORRITTI (2017). Identificación de la capsaicinay la deshidrocapsaicina en el extracto de oleoresina obtenido a partir del ají panca(*Capsicum chinense*). *Ingeniería Industrial* No. 35, pp. 223-237. Instituto de Investigación Científica, Universidad de Lima. Perú.
- CANAINCA. (2019). Memoria Estadística. La industria de conservas alimenticias en 2019. Disponible en <https://www.canainca.org.mx/index.php/canainca/memoria->

[estadistica/capitulo-3-la-industria-de-conservas-alimenticias-en-2019/3-2-2-  
produccion](#). Visitado el 22 de marzo de 2020

- FLORES GONZÁLEZ, P. ... [et al.] (2018). Evaluación fisicoquímica y capacidad antioxidante de chiltepín silvestre de Nuevo León, México. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, No.3, pp. 529-534.
- GARCÍA GONZÁLEZ, J. M., HERNÁNDEZ ACEVEDO, Y. y GARCÍA SALDIVAR, V.M. (2019). Deshidratación del chile guajillo (*Capsicum annum*) utilizando el secado solar tradicional en planta, a cielo abierto, microtúnel y convencional. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* No. 4, pp.377-384 Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- KAMAL, M. ...[et al.] (2019). Effects of processing techniques on drying characteristics, physicochemical properties and functional compounds of green and red chilli (*Capsicum annum* L.) poder. *J Food Sci Technol*, Vol. 56, No. 7, pp. 3185-3194.
- KUNA, A. ...[et al.] (2018). Nutrient and Antioxidant Properties of Value Added King Chilli (*Capsicum chinense*) Products. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, Vol. 7, No. 6, p.1-8.
- LÓPEZ LÓPEZ, P. y PÉREZ-BENNETTS, D. (2015). EL Chile Huacle (*Capsicum annum* sp.) en el Estado de Oaxaca, México. *AGROproductividad*, p.35-39.
- MCGUIRE R. G. 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *Hortscience*, Vol. 27, No. 12, pp.1254-1255
- NAREZ-JIMÉNEZ, C. A. ...[et al.] (2014). La diversidad morfológica in situ de chiles silvestres (*Capsicum spp.*) De Tabasco, México. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 37, No. 3, pp.209 – 215.
- NMX-FF-107/1-SCFI-(2006). Productos alimenticios, chiles secos enteros. (Guajillo, Ancho, Mulato, De Árbol, Puya y Pasilla). Parte1. Especificaciones y métodos de prueba. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. México
- OMOLO, M.A; ...[et al.] (2014). Antimicrobial Properties of Chili Peppers. *Journal of Infectious Diseases and Therapy*, Vol. 2, p.145.

- OZGUR, M; ...[et al.]. (2018). Functional compounds and antioxidant properties of dried green and red peppers. *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 6, No. 25, pp.5638-5644.
- PAVANI, S. ...[et al.] (2018). Influence of Pre-Treatments and Drying Methods on Physico-Chemical Characteristics of Green Chilli Powder. *Int. J. Pure App. Biosci.* Vol. 6, No. 2, pp.1148-1152.
- RAMÍREZ NOVOA, U. I. ...[et al.] (2018). Diversidad morfológica del chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) de Querétaro y Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol. 9, No. 6, pp.1159-1170.
- RESTREPO GALLEGO, M. (2006). Oleorresinas de capsicum en la industria alimentaria. *Revista Lasallista de Investigación*, Vol. 3. No. 2, pp. 43-47. Corporación Universitaria Lasallista, Antioquia, Colombia.
- SIAP. (2010). Un Panorama del Cultivo del Chile. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 4-20. Disponible en <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-hile.pdf> Visitado el 16 de noviembre de 2020.
- SIAP. (2019). Resumen nacional por estado, año agrícola 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SADER, Gobierno de México. Disponible en [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do). Visitado el 16 de noviembre de 2020.
- UNECE standard DDP-24 whole dried chilli peppers (2013) edition. United Nations Economic Commission for Europe. United Nations, New York and Geneva, 2013. Disponible en <https://www.unece.org/trade/agr/standard/dry/ddp-standards.html>. Visitado el 16 de noviembre de 2020.
- WIRIYA, P.; PAIBOON, T. y SOMCHART, S. (2009). Effect of drying air temperature and chemical pretreatments on quality of dried chilli. *International Food Research Journal*. No. 16, pp. 441-454.