

06

CALIDAD E INOCUIDAD

**DEL CHILE JALAPEÑO DESHIDRATADO MEDIANTE SECADO
SOLAR Y CONVENCIONAL EN MÉXICO**



CALIDAD E INOCUIDAD

DEL CHILE JALAPEÑO DESHIDRATADO MEDIANTE SECADO SOLAR Y CONVENCIONAL EN MÉXICO

PHYSICOCHEMICAL QUALITY AND SAFETY OF JALAPEÑO PEPPERS DEHYDRATED USING SOLAR AND CONVENTIONAL DRYING METHODS

Yosbel Hernández-Palmero¹

E-mail: 231k42017@egresados.ujat.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0739-2406>

Erika Guadalupe Ceballos-Falcón¹

E-mail: erika.ceballos@ujat.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4651-9713>

Nicolás González-Cortés¹

E-mail: nicolas.gonzalez@ujat.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7336-4524>

Antonio Echavarría-Canto¹

E-mail: echavarríaantonio91@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5249-9425>

Alejandro Rodríguez-Suárez²

E-mail: alejandrordriguezsuarez03@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7402-3470>

¹ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

² Universidad Autónoma De Yucatán. México.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Hernández-Palmero, Y., Ceballos-Falcón, E. G., González-Cortés, N., Echavarría-Canto, A., & Rodríguez-Suárez, A. (2026). Calidad e inocuidad del chile jalapeño deshidratado mediante secado solar y convencional en México. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 9(4), 53-60.

Fecha de presentación: 21/05/2026

Fecha de aceptación: 09/06/2026

Fecha de publicación: 01/07/2026

RESUMEN

La deshidratación de hortalizas permite extender la vida útil y reducir pérdidas poscosecha, pero en condiciones de trópico húmedo la calidad del producto final depende no solo de la pérdida de agua, sino también del control del ambiente de secado, de la actividad de agua, del color y de la carga microbiana. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad fisicoquímica e inocuidad del chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) deshidratado mediante secado eléctrico convencional (T1), secado solar tipo túnel (T3) y secado solar al aire libre (T4), comparados con una muestra fresca o control verde (CV). El tratamiento solar indirecto tipo caja (T2) fue excluido por deterioro fúngico superior al 60% durante el proceso. Se analizaron cenizas, fibra, humedad, masa seca, actividad de agua, parámetros de color CIE $L^*a^*b^*$ e indicadores microbiológicos reportados como *Escherichia coli*, mohos, levaduras y bacterias mesófilas aerobias. T3 presentó el balance más consistente entre calidad fisicoquímica e inocuidad: humedad de 14.4%, masa seca de 85.6%, cenizas de 4.7%, fibra de 17.2%, L^* de 40.9, a^* de 10.8 y b^* de 19.5, sin detección reportada de *E. coli*, mohos, levaduras ni mesófilos. T4 alcanzó menor humedad (13.8%) y actividad de agua de 0.60, pero registró *E. coli* (89 UFC/g) y mohos y levaduras (72 UFC/g),

lo que comprometió su aptitud como método comercial. T1 no presentó recuentos microbianos detectables, pero mostró humedad elevada (22.5%) y mayor deterioro visual del color. Se concluyó que el secador solar tipo túnel constituye la alternativa más equilibrada para conservar chile jalapeño en el trópico húmedo, aunque requiere optimizar la reducción de actividad de agua para almacenamiento prolongado y validación comercial.

Palabras clave:

Capsicum annum L., chile jalapeño, deshidratación solar, calidad fisicoquímica, actividad de agua, inocuidad alimentaria, trópico húmedo.

ABSTRACT

Vegetable dehydration extends shelf life and reduces postharvest losses; however, under humid tropical conditions, final product quality depends not only on water removal but also on drying-environment control, water activity, color retention, and microbial load. This study evaluated the physicochemical quality and safety of jalapeño pepper (*Capsicum annum* L.) dehydrated by conventional electric drying (T1), tunnel solar drying (T3), and open-air solar

drying (T4), compared with a fresh control sample (CV). The indirect solar box treatment (T2) was excluded due to fungal deterioration affecting more than 60% of the batch during processing. Ash, fiber, moisture, dry matter, water activity, CIE L*a*b* color parameters, and reported microbiological indicators, including *Escherichia coli*, molds, yeasts, and aerobic mesophilic bacteria, were analyzed. T3 showed the most consistent balance between physicochemical quality and safety: 14.4% moisture, 85.6% dry matter, 4.7% ash, 17.2% fiber, L* = 40.9, a* = 10.8, and b* = 19.5, with no reported detection of *E. coli*, molds, yeasts, or mesophiles. T4 reached lower moisture (13.8%) and water activity of 0.60, but it showed *E. coli* (89 CFU/g) and molds and yeasts (72 CFU/g), compromising its suitability for commercial processing. T1 showed no detectable microbial counts, but it had high residual moisture (22.5%) and greater visual color deterioration. Tunnel solar drying was therefore the most balanced alternative for jalapeño pepper preservation in the humid tropics, although water activity reduction should be optimized for long-term storage and commercial validation.

Keywords:

Capsicum annuum L., jalapeño pepper, solar dehydration, physicochemical quality, water activity, food safety, humid tropics.

INTRODUCCIÓN

La deshidratación de hortalizas es una estrategia poscosecha ampliamente utilizada para disminuir la humedad, reducir el peso del producto, facilitar el transporte y prolongar la vida útil. Sin embargo, en productos de alto valor cultural y comercial como el chile jalapeño, la deshidratación no puede evaluarse únicamente por la pérdida de agua: también debe analizarse su efecto sobre la calidad nutricional, el color, la actividad de agua y la seguridad microbiológica. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019) ha señalado que la reducción de pérdidas poscosecha requiere tecnologías adaptadas a las condiciones de cada cadena agroalimentaria, particularmente en territorios donde el manejo, la conservación y el acceso a infraestructura son limitantes.

En el caso del chile seco o deshidratado, la Comisión del Codex Alimentarius (Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization, 2022) establece que el producto debe conservar características de olor, sabor y color propias, además de estar libre de alteraciones visibles y riesgos asociados a contaminantes. Este marco normativo internacional es relevante porque permite interpretar la calidad del chile deshidratado no solo como un resultado analítico, sino como una condición necesaria para su aceptación comercial, su inocuidad y su posibilidad de inserción en mercados formales.

La actividad de agua es uno de los criterios más importantes para la estabilidad de alimentos deshidratados. La Food and Drug Administration (2014) reconoce que la disponibilidad de agua regula la posibilidad de crecimiento microbiano en alimentos procesados; asimismo, Alp & Bulantekin (2021) advierten que los alimentos deshidratados de baja humedad no deben considerarse estériles, ya que pueden contaminarse durante el secado, manipulación o almacenamiento si no existen condiciones higiénicas y ambientales adecuadas. Por ello, la evaluación de inocuidad debe complementar la medición de humedad y no sustituirse por ella.

El color también constituye un indicador de calidad relevante en alimentos procesados. Pathare et al. (2013) explican que el sistema CIE L*a*b* permite cuantificar cambios visuales asociados con pardeamiento, pérdida de pigmentos y aceptación del consumidor. En productos como el chile jalapeño, donde el color comunica frescura, intensidad y calidad percibida, el deterioro cromático puede afectar el valor comercial aun cuando el producto sea microbiológicamente aceptable.

En el trópico húmedo mexicano, la deshidratación enfrenta un reto adicional: la elevada humedad ambiental y la lluvia estacional pueden prolongar el secado, favorecer condensación en equipos mal ventilados y aumentar el riesgo de contaminación en métodos abiertos. Por ello, este estudio se enfocó en responder una pregunta concreta: ¿qué método de deshidratación permite obtener el mejor balance entre calidad fisicoquímica e inocuidad del chile jalapeño deshidratado bajo condiciones del trópico húmedo de México?

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en Tenosique, Tabasco, México, bajo condiciones de trópico húmedo. Se compararon una muestra fresca o control verde (CV) y tres métodos de deshidratación: secado eléctrico convencional (T1), secado solar directo tipo túnel (T3) y secado solar directo al aire libre (T4). El tratamiento solar indirecto tipo caja (T2) se excluyó debido a deterioro fúngico superior al 60% durante el proceso, lo que impidió su comparación bajo condiciones equivalentes con los demás tratamientos.

La evaluación fisicoquímica consideró cenizas, fibra, humedad, masa seca, actividad de agua y parámetros de color CIE L*a*b*. Los métodos bromatológicos se interpretaron con base en procedimientos de referencia reportados por AOAC International (2019), mientras que la lectura del color se fundamentó en el uso del espacio CIE L*a*b* descrito por Pathare et al. (2013). La evaluación microbiológica incluyó *Escherichia coli*, mohos, levaduras y bacterias mesófilas aerobias, considerando como marco metodológico las normas mexicanas aplicables a recuentos indicadores: Secretaría de Salud (1995ab, 2015).

Los datos se analizaron mediante comparación descriptiva, debido a que el documento fuente no reportó réplicas, desviaciones estándar ni valores de significancia para los parámetros bromatológicos y microbiológicos. En consecuencia, los resultados se presentan como una evaluación técnica de desempeño comparado y no como una inferencia estadística definitiva. Esta decisión fortalece la transparencia del manuscrito y evita atribuir significancia estadística a datos que no la documentan (Tabla 1).

Tabla1. Tratamientos considerados en el estudio.

Código	Descripción	Finalidad dentro del estudio	Condición analítica
CV	Muestra fresca o control verde	Referencia inicial de calidad	Incluida
T1	Secador eléctrico convencional	Método controlado dependiente de electricidad	Incluida
T2	Secador solar indirecto tipo caja	Método solar cerrado indirecto	Excluida por deterioro fúngico >60%
T3	Secador solar directo tipo túnel	Tecnología solar protegida y de bajo costo operativo	Incluida
T4	Secado solar directo al aire libre	Método tradicional abierto	Incluida

Nota. T2 se documenta como evidencia técnica de falla operativa bajo condiciones de trópico húmedo, pero no se incluye en la comparación final de calidad.

RESULTADOS Y DISCUSSION

Los indicadores fisicoquímicos mostraron que la deshidratación modificó de forma marcada la composición relativa del chile jalapeño. La humedad disminuyó desde 92.5% en el control verde hasta 22.5% en T1, 14.4% en T3 y 13.8% en T4. La masa seca aumentó en sentido inverso, con 77.5% en T1, 85.6% en T3 y 86.2% en T4. Estos resultados indican que los métodos solares lograron una mayor concentración de sólidos que el secador eléctrico convencional, aunque la interpretación de calidad debe integrar actividad de agua, color e inocuidad (Tabla 2).

Tabla 2. Indicadores fisicoquímicos y de color del chile jalapeño fresco y deshidratado.

Indicador	Unidad	CV	T1	T3	T4	Referencia usada en el estudio
Cenizas	%	0.2	4.3	4.7	8.8	5-8
Fibra	%	2.3	18.1	17.2	16.6	15-25
Humedad	%	92.5	22.5	14.4	13.8	12-14
Masa seca	%	7.5	77.5	85.6	86.2	86-88
Actividad de agua	aw	0.90	0.70	0.70	0.60	≤0.60
L*	U	45.0	23.4	40.9	32.9	35-50
a*	U	12.0	2.7	10.8	9.9	10-30
b*	U	15.0	9.0	19.5	23.4	15-30

Nota. CV = control verde; T1 = secado eléctrico convencional; T3 = secado solar tipo túnel; T4 = secado solar al aire libre; aw = actividad de agua; U = unidades del sistema CIE L*a*b*. Fuente: elaboración propia con base en los datos aportados.

La Figura 1 presenta la humedad y la masa seca del chile jalapeño según el tratamiento aplicado, donde la franja sombreada representa el intervalo de humedad utilizado como referencia en el estudio. Por su parte, la Figura 2 muestra la actividad de agua por tratamiento, destacándose mediante una línea discontinua el valor de referencia aw ≤ 0.60, considerado adecuado para la estabilidad microbiológica del producto. Asimismo, la Figura 3 expone los parámetros de color CIE Lab* por tratamiento, donde L* corresponde a la luminosidad, a* al eje rojo-verde y b* al eje amarillo-azul, permitiendo evaluar las variaciones cromáticas generadas durante el proceso de deshidratación. Todas las figuras fueron elaboradas con datos aportados en el estudio.

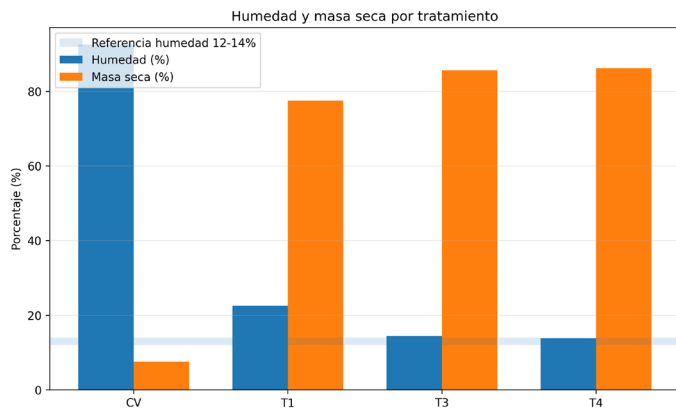


Figura 1. Humedad y masa seca del chile jalapeño por tratamiento.

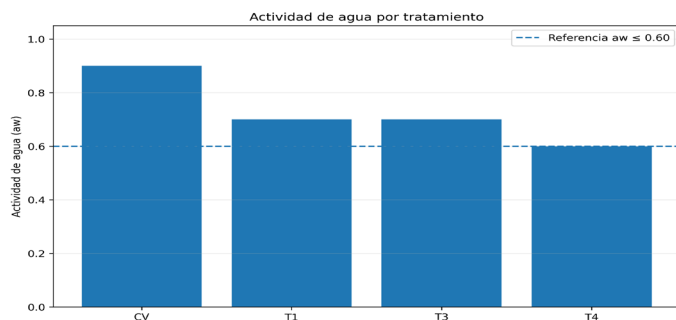


Figura 2. Actividad de agua por tratamiento.

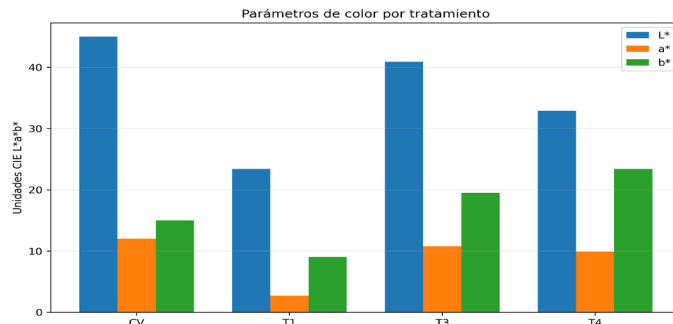


Figura 3. Parámetros de color CIE L*a*b* por tratamiento.

El comportamiento del color fue particularmente relevante. T3 mostró el valor de luminosidad más cercano al control verde ($L^* = 40.9$ frente a 45.0), mientras que T1 presentó la mayor pérdida de luminosidad ($L^* = 23.4$). En el eje a^* , T3 conservó mejor el tono asociado a la escala rojo-verde (10.8), con mayor proximidad al control (12.0) que T1 (2.7) y T4 (9.9). Esta respuesta sugiere que el secador solar tipo túnel protegió mejor la apariencia visual del producto, un aspecto importante porque el color se asocia con aceptación, frescura percibida y valor comercial, como han señalado Pathare et al. (2013).

Los resultados microbiológicos diferenciaron con claridad los métodos controlados de la exposición al aire libre. T1 y T3 no presentaron detección reportada de *E. coli*, mohos, levaduras ni bacterias mesófilas aerobias. En contraste, T4 registró 89 UFC/g de *E. coli* y 72 UFC/g de mohos y levaduras. Esta diferencia indica que la reducción de humedad no garantiza por sí sola la inocuidad si el proceso ocurre en un ambiente abierto y sin protección frente a fuentes de contaminación (Tabla 3).

Tabla 3. Indicadores microbiológicos reportados por tratamiento.

Muestra	<i>E. coli</i> (UFC/g)	Mohos y levaduras (UFC/g)	Mesófilos (UFC/g)	Cumplimiento reportado
CV	n.c.	n.c.	4	Sí
T1	0	0	0	Sí
T3	0	0	0	Sí
T4	89	72	n.c.	No

Nota. n.c. = no calculado o no consignado en la tabla fuente. El valor 0 se interpreta como no detección en la unidad reportada, no como esterilidad absoluta. Fuente: elaboración propia con base en los datos aportados.

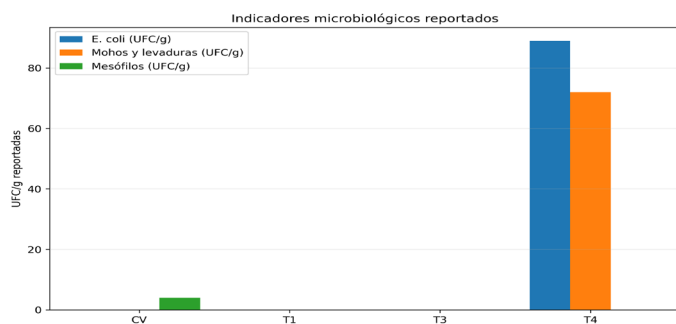


Figura 4. Recuentos microbiológicos reportados en los tratamientos evaluados.

La interpretación microbiológica (Figura 4) debe ser prudente: un valor reportado como 0 UFC/g indica no detección bajo las condiciones del método aplicado, pero no equivale necesariamente a esterilidad. Alp & Bulantekin (2021) explican que los alimentos deshidratados pueden reducir el crecimiento microbiano al disminuir humedad y actividad de agua; no obstante, pueden contaminarse durante el proceso, transporte o almacenamiento. De forma complementaria, Wikandari et al. (2020) documentaron que los chiles secos pueden presentar contaminación fúngica y micotoxinas cuando el secado y almacenamiento no son suficientemente controlados. En este estudio, la condición de T4 confirma ese riesgo bajo exposición ambiental abierta.

La comparación integrada mostró que T3 fue el método con mejor equilibrio general. T4 logró los valores más favorables de humedad y actividad de agua, pero no cumplió el criterio microbiológico reportado. T1 presentó resultados microbiológicos favorables, aunque su humedad residual fue elevada y su color se alejó más del control. T3, en cambio, combinó humedad cercana al intervalo de referencia, buena masa seca, mejor conservación visual y ausencia de microorganismos indicadores reportados. Su principal punto de mejora es la actividad de agua, que debe reducirse por debajo del valor de referencia si se pretende almacenamiento prolongado y comercialización formal (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz integrada de decisión para calidad e inocuidad.

Criterio	T1	T3	T4	Lectura técnica
Humedad	No óptima	Cercana al objetivo	Adecuada	T3 y T4 redujeron mejor la humedad que T1
Masa seca	Baja frente a referencia	Alta	Alta	T3 y T4 concentraron sólidos de forma efectiva
Actividad de agua	Requiere mejora	Requiere mejora	Cumple referencia	T3 necesita ajuste para almacenamiento prolongado
Color	Mayor deterioro	Mejor balance	Intermedio	T3 conservó mejor luminosidad y eje a*
Microbiología	Cumple	Cumple	No cumple	T4 presentó contaminación reportada
Balance final	Aceptable pero húmedo	Más equilibrado	No apto por inocuidad	T3 es el candidato tecnológico más sólido

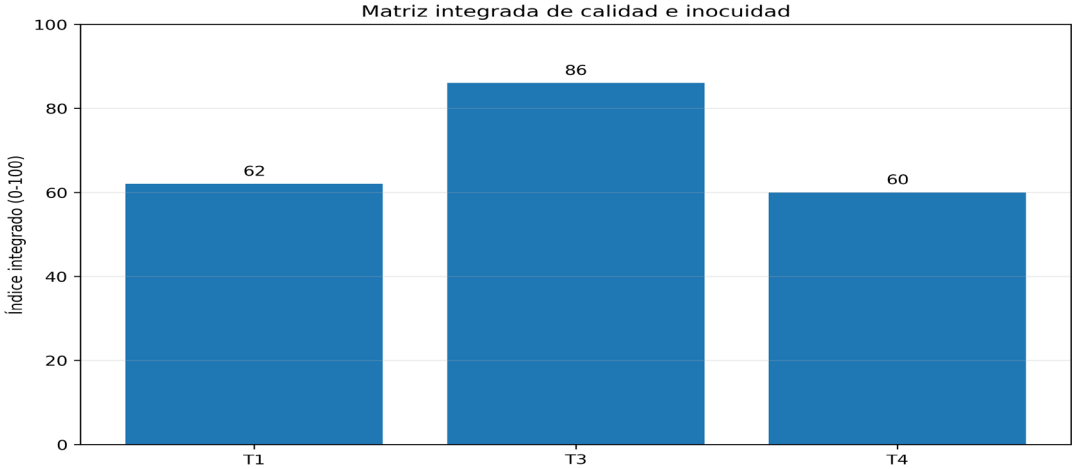


Figura 5. Índice integrado exploratorio de calidad e inocuidad.

El resultado más importante del estudio es que el método (Figura 5) con menor humedad final no fue necesariamente el más seguro ni el más recomendable. T4 alcanzó 13.8% de humedad y aw de 0.60, valores favorables desde el punto de vista de deshidratación; sin embargo, presentó E. coli y mohos/levaduras. Esto confirma que la inocuidad del chile deshidratado depende de la interacción entre remoción de agua, higiene del proceso, protección física del producto y control ambiental. La Secretaría de Salud (2015) establece métodos de prueba microbiológicos para microorganismos indicadores y patógenos, mientras que la Secretaría de Salud (1995ab) regulan métodos de cuenta para bacterias aerobias, mohos y levaduras; estos marcos permiten interpretar los resultados de T4 como una señal de riesgo tecnológico.

La situación de T4 es consistente con lo reportado por Wikandari et al. (2020), quienes demostraron que el chile seco puede contaminarse con hongos y micotoxinas cuando el secado y el almacenamiento no son controlados. En el presente estudio, el secado al aire libre permitió remover humedad, pero expuso el producto a fuentes ambientales de contaminación. Esta diferencia es crucial para productores rurales: una tecnología puede parecer eficiente por bajo costo o baja humedad, pero si compromete la inocuidad, pierde viabilidad comercial.

T1 mostró un comportamiento opuesto: los recuentos microbiológicos fueron favorables, pero la humedad residual fue alta (22.5%) y el color se deterioró de forma considerable. Este resultado sugiere que el control térmico eléctrico no garantiza automáticamente un producto de calidad integral si el proceso no alcanza niveles adecuados de humedad o si las condiciones de temperatura afectan la apariencia. Di Scala & Crapiste (2008); Doymaz & Pala (2002) han mostrado que el tiempo y la temperatura de secado influyen tanto en la cinética de remoción de agua como en los cambios de calidad de pimientos y chiles.

T3 presentó el mejor balance porque combinó calidad visual, concentración de sólidos, humedad cercana al rango de referencia y no detección reportada de indicadores microbiológicos. Esta respuesta puede explicarse por el carácter semicerrado del secador tipo túnel, que protege el producto frente a la exposición directa y mantiene un ambiente de secado más controlado que el aire libre. Desde una perspectiva de transferencia tecnológica, este punto es fundamental: el secador solar tipo túnel no solo aprovecha energía solar, sino que reduce el contacto directo del alimento con polvo, lluvia, insectos y manipulación ambiental.

No obstante, el valor de actividad de agua de T3 (0.70) exige una interpretación crítica. La FDA (2014) destaca que la actividad de agua regula la disponibilidad de humedad para el crecimiento microbiano; y Beuchat et al. (2013) advierten que los alimentos de baja actividad de agua pueden actuar como vehículos de patógenos si existe contaminación previa o supervivencia microbiana. Por ello, aunque T3 mostró inocuidad favorable en el análisis reportado, debe optimizarse para reducir aw y validar su estabilidad durante almacenamiento prolongado.

La Comisión del Codex Alimentarius (Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization, 2022) establece criterios generales de calidad para chile seco o deshidratado, incluyendo características sensoriales y ausencia de alteraciones. En este sentido, T3 ofreció ventajas frente a T1 y T4 porque mantuvo mejor luminosidad y cromaticidad. Pathare et al. (2013) señalan que el color es un indicador instrumental útil porque se relaciona con atributos de calidad percibida y aceptación comercial. La mayor proximidad de T3 al control verde en L* y a* indica menor deterioro visual respecto al secado eléctrico y mayor estabilidad frente al método abierto.

Desde un enfoque de inocuidad, la evidencia reciente sobre chiles secos ha reforzado la importancia de controlar simultáneamente temperatura y actividad de agua. Faliarizao, Fanfan, Randriamiarintsoa, Siddiq, Bergholz y Dolan (2025) demostraron que la actividad de agua modifica la resistencia térmica de Salmonella Montevideo en chiles secos, por lo que el manejo de aw no debe considerarse un parámetro secundario. Este hallazgo da mayor profundidad a la interpretación del presente estudio: T3 es el método más equilibrado, pero su adopción comercial exige establecer un punto final de secado basado en aw y humedad, no solo en apariencia o pérdida de peso.

El aporte científico del trabajo radica en mostrar que la calidad del chile jalapeño deshidratado debe evaluarse de manera integrada. La humedad informa sobre el avance del secado; la masa seca y la fibra reflejan concentración de sólidos; el color revela daño visual o conservación de pigmentos; la actividad de agua orienta la estabilidad; y la microbiología confirma si el proceso protegió efectivamente el producto. Al integrar estos indicadores, T3 emerge como alternativa más sólida para el trópico húmedo, siempre que se ajuste el proceso para lograr aw comercialmente más segura.

En términos prácticos, el secador solar tipo túnel puede ser una tecnología intermedia para pequeños productores. A diferencia del secado al aire libre, protege el producto; a diferencia del secado eléctrico, reduce dependencia energética; y, a diferencia del solar indirecto tipo caja evaluado como T2, su configuración parece favorecer una operación más estable. Esta conclusión coincide con la necesidad de tecnologías apropiadas que no solo sean sostenibles, sino también capaces de producir alimentos con calidad verificable y seguridad para el consumidor.

CONCLUSIONES

El secador solar tipo túnel (T3) fue el método con mejor balance entre calidad fisicoquímica e inocuidad del chile jalapeño deshidratado en condiciones del trópico húmedo mexicano. Aunque T4 presentó menor humedad y actividad de agua, su contaminación reportada por E. coli y mohos/levaduras lo descartó como alternativa segura para uso comercial.

T1 mostró inocuidad microbiológica favorable, pero su humedad residual elevada y mayor deterioro visual limitaron su desempeño integral. T3, en cambio, combinó humedad cercana al rango de referencia, buena masa seca, mejor conservación del color y recuentos microbiológicos no detectables en los indicadores reportados.

El valor de aw de T3 requiere optimización. Para fortalecer su viabilidad comercial, el proceso debe ajustarse hasta alcanzar una actividad de agua compatible con almacenamiento prolongado y validarse mediante estudios

de vida útil, empaque y estabilidad bajo humedad relativa elevada.

La exclusión de T2 por deterioro fúngico superior al 60% mostró que no todo sistema solar es viable en trópico húmedo. La ventilación, la evacuación de humedad y la protección física del producto son condiciones tan importantes como la fuente energética.

El estudio aporta evidencia aplicada para transformar chile jalapeño mediante tecnologías solares protegidas, con potencial para pequeños productores y unidades agroindustriales rurales. Su principal contribución es demostrar que la calidad e inocuidad del producto deshidratado solo pueden evaluarse mediante una lectura integrada de composición, color, actividad de agua y microbiología.

REFERENCIAS

- Alp, D., & Bulantekin, Ö. (2021). The microbiological quality of various foods dried by applying different drying methods: A review. *European Food Research and Technology*, 247, 1333–1343. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03731-z>
- AOAC International. (2019). *Official methods of analysis of AOAC International* (21st ed.). AOAC International.
- Beuchat, L. R., Komitopoulou, E., Beckers, H., Betts, R. P., Bourdichon, F., Fanning, S., Joosten, H. M., & Ter Kuile, B. H. (2013). Low-water activity foods: Increased concern as vehicles of foodborne pathogens. *Journal of Food Protection*, 76(1), 150–172. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-211>
- Di Scala, K., & Crapiste, G. (2008). Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *LWT - Food Science and Technology*, 41(5), 789–795. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.06.007>
- Doymaz, I., & Pala, M. (2002). Hot-air drying characteristics of red pepper. *Journal of Food Engineering*, 55(4), 331–335. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00110-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00110-3)
- Faliarizao, N. T., Fanfan, J., Randriamiarintsoa, N., Siddiq, M., Bergholz, T. M., & Dolan, K. D. (2025). Modeling the combined impact of water activity and temperature on *Salmonella Montevideo* thermal inactivation on dried chili peppers. *Journal of Food Science*, 90, e70201. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.70201>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization. (2022). *Standard for dried or dehydrated chilli pepper and paprika (CXS 353-2022)*. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B353-2022%252FCXS_353e.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *The State of Food and Agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/11f9288f-dc78-4171-8d02-92235b8d7dc7/content>
- Food and Drug Administration. (2014). *Water activity (aw) in foods*. FDA. <https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/inspection-technical-guides/water-activity-aw-foods>
- México. Secretaría de Salud. (1995a). *NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/092ssa14.html>
- México. Secretaría de Salud. (2015). *NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores y patógenos*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2010/210ssa12015.pdf>
- México. Secretaría de Salud. (1995b). *NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.norlexinternacional.com/arch/N111S194.htm>
- Mujumdar, A. S. (Ed.). (2014). *Handbook of industrial drying* (4th ed.). CRC Press.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A.-J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36–60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Wikandari, R., Mayningsih, I. C., Sari, M. D. P., Purwandari, F. A., Setyaningsih, W., Rahayu, E. S., & Taherzadeh, M. J. (2020). Assessment of microbiological quality and mycotoxin in dried chili by morphological identification, molecular detection, and chromatography analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 1847. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061847>

Conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de los autores:

Yosbel Hernández-Palmero, Erika Guadalupe Ceballos-Falcón, Nicolás González-Cortés, Antonio Echavarría-Canto, Alejandro Rodríguez-Suárez: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, visualización, redacción del borrador original y redacción, revisión y edición.

Declaración ética:

El estudio no implicó la participación directa de seres humanos ni el manejo de información personal identificable.