

PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN LA DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS

PARAMETERS THAT INFLUENCE THE DEHYDRATION OF FRUITS AND VEGETABLES

López-Villacis Isabel Cristina ^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4325-568X>. Correo: ic.lopez@uta.edu.ec

Espín-Lagos Segundo Manuel ²

² Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8049-452X>. Correo: sespin@uta.edu.ec

Guamanquispe-Toasa Jorge Patricio ³

³ Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0739-8408>. Correo: jp.guamanquispe@uta.edu.ec

* Autor para correspondencia: ic.lopez@uta.edu.ec

Resumen

El proceso de deshidratación es uno de los métodos más antiguos que permite la conservación de frutas u hortalizas, se caracteriza por la eliminación total o parcial del agua mediante su evaporación, evita la proliferación de microorganismos, inhibe la acción enzimática, aumenta el tiempo de vida útil permitiendo una mejor conservación de la fruta u hortaliza. El objetivo de la presente revisión es identificar los fenómenos que ocurren el proceso de deshidratación y los factores que pueden afectar este proceso. La deshidratación otorga un valor agregado a los productos agroindustriales que se comercializan tradicionalmente solo en estado fresco; favorece operaciones de transporte y distribución debido a la reducción de peso y volumen de las frutas y hortalizas. Mediante la revisión bibliográfica se identificó que en el proceso de deshidratación se producen 2 fenómenos: la transmisión del calor del medio gaseoso externo al medio interno del alimento y la transferencia de la humedad interna del alimento al medio externo, además los factores que pueden afectar la deshidratación son: la presión, la temperatura, humedad y velocidad del aire, por lo que deben ser controlados desde el inicio del proceso de deshidratación.

Palabras clave: temperatura; presión; transmisión; humedad

Abstract

The dehydration process is one of the oldest methods that allows the conservation of fruits or vegetables, it is characterized by the total or partial elimination of water through evaporation, it prevents the microorganism's proliferation, inhibits the enzymatic action, increases useful lifetime allowing a better conservation of the fruit or vegetable. The objective of the present review is to identify the phenomena that occur in the dehydration process and the factors that can affect this process. Dehydration provides an added value to agro industrial products that are traditionally sold only in a fresh state; favors transportation and distribution operations due to the reduction in weight and volume of fruits and vegetables. Through the bibliographic review, it was identified that in the dehydration process two phenomena occur: the transmission of heat from the external gaseous medium to the internal medium of the food and the transfer of the internal humidity of the food to the external medium, in addition; the factors that can affect the dehydration are: pressure, temperature, humidity and air speed, so they must be controlled from the beginning of the dehydration process

Keywords: *temperature; pressure; transmission; humidity*

Fecha de recibido: 02/03/2024

Fecha de aceptado: 27/04/2024

Fecha de publicado: 01/07/2024

Introducción

A nivel mundial la agricultura es considerada fundamental para la economía de países que se encuentran en proceso de desarrollo; en el caso de una sobreproducción el proceso de deshidratación se ha utilizado como una de las formas más antiguas para procesar y conservar los alimentos, se desconoce cuando empezaron a utilizar esta técnica, pero más o menos se aproxima a la época del Neolítico 8000 a.c. cuando los humanos empiezan a producir y a consagrarse a la agricultura y caza (Cajamarca, Baño, Arboleda, & Miranda, 2020).

La deshidratación es considerada como un proceso donde se aplica calor para eliminar el agua libre, con niveles de humedad bajo (niveles inferiores a 0.70) o intermedios (entre 0.70 y 0.85), evitando de esta manera la proliferación de microorganismos, permitiendo a su vez una preservación y conservación segura de los alimentos por largos periodos de tiempo (Cabrera Escobar, 2020), por esta razón el deshidratado es considerado como una atractiva opción para los agricultores que ayuda a conservar el valor nutritivo, el sabor de frutas y verduras, además facilita su almacenamiento y transporte, prolonga su tiempo de vida útil, hace que su aroma y sabor se concentren y sean más intensos.

En el mundo se produce más de 33500.000 toneladas de fruta fresca, cerca del 8% de dicha cantidad es producida en América; mientras que la producción de hortalizas supera las 229000.000 toneladas, cerca del 3% de esta cantidad también es producida en América (FAOSTAT, 2019). Los países andinos como Chile,

Perú, Colombia y Ecuador durante el periodo 2005-2015 presentaron una tendencia creciente en la producción de vegetales y frutas (Gayá & Michalczewsky, 2014).

En Ecuador el sector hortofrutícola aporta con el 16% al PIB agrícola sin considerar la producción de papa y banano, además constituye una alternativa económica viable para las familias campesinas ecuatorianas (MAGAP, 2016). La demanda de frutas y hortalizas obtendrán un crecimiento anual del 5.14% hasta el 2027, logrando un mercado de 210.903 millones de dólares (Moreno, Moreno, Pilamala, Molina, & Cerda, 2019).

Para la agroindustria ecuatoriana la sustentabilidad productiva le depara buenos resultados en especial para el sector de frutas deshidratadas, la misma que espera alcanzar los objetivos del milenio 2030, por tal motivo el estado ecuatoriano busca llegar a competir con mercados internacionales de acuerdo con la oferta de exportación, entre las frutas más destacadas están: manzana, durazno, mora (Cajamarca, Baño, Arboleda, & Miranda, 2020).

Las frutas y hortalizas requieren aire caliente con un rango de temperaturas comprendidas entre 45 y 60 °C que garantizan una deshidratación segura de los productos y de esta manera conserven sus propiedades nutricionales y organolépticas (Valdivia, Alaníz, & Reyes, 2022). Las frutas y hortalizas deshidratadas constituyen una fuente potencial de antioxidantes, vitaminas, micronutrientes, carbohidratos, minerales, bioactivos entre otros (El Anany, 2015); las frutas son consideradas como alimentos con un alto índice de energía y minerales debido a que contienen valores de proteína que oscilan entre el 3%, glúcidos con valores entre el 5 al 70%, agua con un 20% y del 3 al 5% de fibras, además constituyen una excelente fuente de vitamina A y C (Cajamarca, Baño, Arboleda, & Miranda, 2020).

El aumento de temperatura en el proceso de deshidratación permite reducir el proceso, pero a su vez causa la pérdida de los nutrientes termosensibles, provoca la modificación de sus características sensoriales, cambios morfométricos y otros cambios que van a afectar su calidad (González, 2023). El objetivo de la presente revisión es dar a conocer los parámetros que afectan la calidad de frutas y hortalizas en el proceso de deshidratación, de esta manera identificar las alternativas y condiciones óptimas que conlleven a mejorar el proceso de deshidratación.

Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló en base a un estudio metódico de artículos de revistas especializadas cuya finalidad es identificar los parámetros que influyen en el proceso de deshidratación de frutas y verduras, además se ha incluido los problemas que pueden presentarse en el proceso de deshidratación, esto permitirá una actualización de conocimientos de forma vinculada, con la utilización de técnicas de localización, fijación de información y también de contenidos bibliográficos.

Resultados y discusión

La deshidratación es un proceso que permite eliminar la humedad de los alimentos en especial de frutas y hortalizas, cuyo contenido de agua es típicamente mayor al 90%, permitiendo conservarlas y por lo tanto alargar su vida útil, este proceso ayuda a reducir el contenido de agua, inhibe el crecimiento de microorganismos y las reacciones enzimáticas, a su vez conserva su valor nutritivo, sabor y su textura por largos periodos de tiempo (Markam, 2022).

Etapas de la deshidratación de frutas y hortalizas

La deshidratación de elevada calidad consta de una serie de etapas que se detallan a continuación:

- Cosecha: para el proceso de deshidratación las frutas y hortalizas deben ser cosechadas con un estado de madurez adecuado y además deben estar sanas, limpias y sobre todo frescas, estos requisitos son necesarios para mantenerse en condiciones que permitan preservar su calidad hasta el momento de ser procesadas en la deshidratación (Quiceno, Barrera, & Estrada, 2019).
- Transporte: es importante transportar lo más rápido posible, en contenedores de poco volumen, impidiendo que la fruta u hortaliza sufra daños, alteraciones o ataques microbiológicos (Cajamarca, Baño, Arboleda, & Miranda, 2020).
- Recepción: en esta etapa es clave verificar ciertas características como el estado fitosanitario, las características organolépticas, la temperatura entre otras y procesarles en el menor tiempo posible para no alterar su calidad (Quiceno, Barrera, & Estrada, 2019).
- Lavado: en esta etapa se lava exhaustivamente para eliminar el polvo, la suciedad y demás partículas extrañas, además se somete en una solución desinfectante por 5 minutos como mínimo y finalmente se procede a lavar con agua potable para eliminar cualquier residuo de cloro (Cajamarca, Baño, Arboleda, & Miranda, 2020).
- Pelado: dependiendo del tipo de fruta y hortaliza que se va a utilizar, es necesario contar con utensilios o equipos adecuados que permitan eliminar la cáscara y obtener de esta manera un mejor rendimiento. Es importante mencionar que, según la necesidad, se puede aplicar un tratamiento térmico como por ejemplo el escaldado para facilitar el pelado y a la vez ayuda a disminuir la actividad enzimática y microbiana.
- Troceado o rebanado: esta etapa va a tener influencia en la selección de las variables físicas como el tiempo de secado, la temperatura y también la apariencia final del producto deshidratado, por lo tanto, se recomienda realizar el mejor espesor de corte o cubicado para cada hortaliza o fruta, para lograr estandarizar la cinética de secado más acorde a cada producto. Es recomendable contar con instrumentos de troceado adecuados para garantizar uniformidad y homogeneidad del proceso (Quiceno, Barrera, & Estrada, 2019).
- Colocación en bandejas: es necesario que la fruta u hortaliza rebanada se coloque bien distribuida en las bandejas sin que estén superpuestas.
- Deshidratación: se puede emplear diferentes estrategias metodológicas e instrumentos, siempre buscando la calidad en este proceso, tomando en cuenta que cada producto tiene sus propias variables que deben estandarizadas.
- Enfriamiento y reclasificación: dado el proceso de deshidratación, tomando en cuenta que para aquellas técnicas donde se emplea temperaturas superiores a la temperatura ambiente, es recomendable enfriar el producto en una atmósfera seca y baja en humedad, de esta manera se logrará reducir la temperatura, la ganancia de humedad y además se evite la condensación durante el empaque, es importante separar el producto que no esté bien seco, es decir que no cumpla con las características de calidad adecuadas como color, forma o tamaño.
- Pesado: luego de que se enfríe el producto, se procede a recoger de las latas, separarlos y pesarlos en grupos de 20 gramos para trasladarlos al proceso de control de calidad.

- Control de calidad: es importante verificar que el producto deshidratado cumpla con los estándares de calidad, basadas en las especificaciones técnicas relativas a los parámetros organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos, cabe mencionar que la inspección es visual con la finalidad de observar que no exista la presencia de objetos extraños como metales, pelos, cáscara de fruta entre otros (Cajamarca, Baño, Arboleda, & Miranda, 2020).
- Empacado: el producto deshidratado debe ser envasado en empaques elaborados con materiales que cumplan con las condiciones higiénicas, una previa esterilización antes de su utilización y por lo menos que tenga un día de reposo, no deben transmitir aromas, sabores extraños al producto. Dentro de los materiales más recomendables y utilizados tenemos: polietileno, polipropileno simple como el polipropileno biorientado, estos materiales se seleccionarán dependiendo el alimento o la máquina que se utiliza para el sellado, se debe utilizar el de mejor calibre y de acuerdo con la densidad de la bolsa, es importante que en la etiqueta se coloque la fecha de elaboración, fecha de vencimiento y el lote (Quiceno, Barrera, & Estrada, 2019).
- Almacenamiento: el producto debe ser conservado en condiciones adecuadas es decir en un lugar fresco, limpio y protegido de la luz, debe ser empacado en cajas (Cajamarca, Baño, Arboleda, & Miranda, 2020).

Características de la materia prima

Para obtener buenos resultados en el proceso de deshidratación, buenos productos hay que tener en cuenta que va a depender de calidad inicial de la fruta u hortaliza que se va a utilizar, por lo tanto, es necesario y recomendable utilizar variedades apropiadas con un grado de madurez óptimo (Grupo Zingal, 2020). Dentro de las ventajas que presenta el proceso de deshidratación se encuentran:

- Los productos deshidratados se pueden volver a su estado anterior hidratándolos de nuevo.
- Se puede utilizar los productos deshidratados como tentempié.
- La deshidratación minimiza la actividad de los microorganismos.
- Permite guardar mayor cantidad de alimentos en el mismo espacio y facilita su transporte.
- Logra mantener las propiedades nutricionales de frutas y hortalizas.
- Proporciona un valor agregado al producto (Cabrera Escobar, 2020).

Según (Muratore, Rizzo, Licciardello, & Maccarone, 2008) mencionan que, al incrementar la temperatura, el proceso de deshidratación se acelera y además provoca un cambio drástico en los atributos cualitativos iniciales de las frutas y hortalizas, como por ejemplo en el tomate cherry se produce un pardeamiento y un sabor dulce producto de la caramelización de los azúcares.

En la producción agrícola se ha observado grandes pérdidas debido al desconocimiento de Buenas Prácticas Agrícolas que deben ser aplicadas desde el inicio del cultivo en conjunto con técnicas de manejo de postcosecha que comprenden operaciones especiales, que garanticen la calidad y durabilidad de los productos que son de origen agrícola (Muñoz Monsalve, 2019). En el periodo postcosecha se requiere de tratamientos adecuados para controlar los procesos fisiológicos de respiración, transpiración y producción de etileno que persisten en este periodo, dentro de estos tratamientos tenemos: la deshidratación (solar, osmótica, por convección y liofilización) (Cajamarca, Baño, Arboleda, & Miranda, 2020). Al deshidratar se producen 2 fenómenos:

1. Transmisión del calor del medio gaseoso externo al medio interno del alimento: La transferencia de calor es el proceso mediante el cual se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos o también entre diferentes partes de un mismo cuerpo que pueden estar a diferente temperatura; el calor se puede transferir mediante 3 mecanismos:

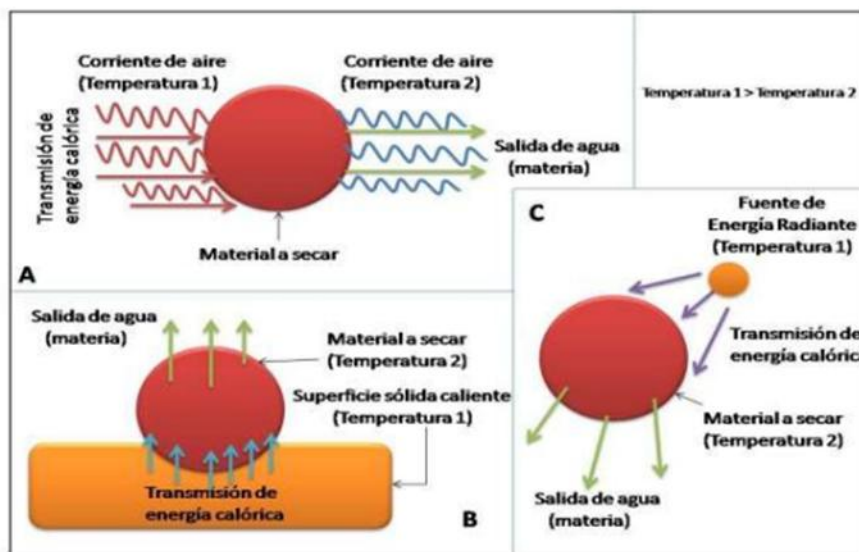


Figura 1. Mecanismos de transferencia de calor

- **Convección:** forma de transmisión de calor que se usa para el caso de gases y líquidos (fluidos). En este mecanismo la energía es transmitida por el movimiento de moléculas que al calentarse empiezan a dilatarse y por tal motivo son más densas y además se elevan, en cambio cuando la temperatura disminuye estas descienden y luego nuevamente aumenta su temperatura en contacto con la unidad de calor, este proceso se repite continuamente formando corrientes de convección, cabe recalcar que pueden ser espontáneas o naturales (Noguera, y otros, 2018).

Los factores que determinan la transferencia de calor por convección son:

- Resistencia causada por la capa limitante considerada como la capa de fluido que se encuentra en contacto con la superficie del alimento.
 - El tipo de fluido cuanto más viscoso sea, más lenta es la transferencia de calor (Fito, Andrés, Barat, & Albors, 2016).
- **Conducción:** es el mecanismo donde el pasaje de energía va de una zona de mayor temperatura a otra de menor temperatura, sin desplazamiento de materia; los mejores conductores son los sólidos, un poco son los líquidos y en los gases prácticamente no existe.

Los factores que determinan la transferencia de calor por conducción son:

- Superficies en contacto.
- Temperatura de la superficie caliente.
- El grosor del alimento (Ling, Sanny, & Moebs, 2012).

- **Radiación:** este mecanismo no tiene necesidad de materia, son ondas electromagnéticas portadoras de energía que atraviesan el aire. La radiación se diferencia de la conducción y la convección porque las

sustancias que intercambian el calor no tienen que estar en contacto, al contrario, pueden estar separadas por un vacío.

Dentro de los factores que determinan la transferencia de calor por radiación tenemos:

- a. Capacidad de temperatura y emisión del foco radiante.
- b. Distancia entre la fuente y la superficie del alimento (Pérez & Sosa, 2013).

2. Transferencia de la humedad interna del alimento al medio externo: En este fenómeno la masa húmeda se transfiere desde el interior del alimento hacia su superficie como líquido y/o vapor, y como vapor desde su superficie al medio externo, se puede distinguir dos estados:

- a. Estado funicular: un estado de líquido continuo existe en el cuerpo poroso.
- b. Estado pendular: el líquido es discontinuo a lo largo y entre partículas, además la humedad esta mezclada con burbujas de aire (Valdés, 2008).

Durante el proceso de deshidratación se producen fenómenos como: transferencia de calor como de materia, también se producen reacciones de degradación, para minimizar este último fenómeno se debe secar lo más pronto posible, es así como la velocidad de secado depende de:

- La temperatura y velocidad del medio de secado.
- La velocidad de migración de solutos y del agua en el interior del alimento.
- La relación entre el medio de calefacción y la cantidad de alimento.
- La resistencia a la transferencia de calor por parte del producto.
- La velocidad de eliminación del vapor de agua en la superficie.
- La temperatura máxima que puede admitir el alimento.
- La formación de capas impermeables en la superficie del producto (costras) (Grupo Zingal, 2020)

Factores que afectan el secado de frutas y hortalizas

Existen varios factores que pueden afectar el proceso de secado durante la deshidratación de frutas y hortalizas como son: la temperatura, humedad, velocidad de aire y presión (Cabrera, 2020).

Temperatura: Cuando la temperatura es muy baja al comienzo del proceso de deshidratación se corre el riesgo del desarrollo de microorganismos antes de que se termine el proceso de deshidratación, en otro caso cuando la temperatura es demasiado elevada y la humedad muy baja, se corre el riesgo de que la superficie del producto se endurezca y se mantenga la humedad interna, es recomendable que la temperatura de deshidratación inicie a 45 °C y se mantenga constante a 65°C por el tiempo previamente establecido (Salda, 2014). Además, la temperatura influye en la velocidad de la deshidratación de la fruta u hortaliza eso ya depende cuan baja o alta esta (Pico, 2006).

Humedad: En el proceso de deshidratación se debe tomar en cuenta que cuanto más elevado sea el contenido de humedad de la fruta u hortaliza, mayor será la cantidad de agua evaporada por unidad de energía y las fuerzas de adsorción de la estructura celular del material sobre las moléculas agua son menores que cuando el contenido de humedad es bajo, en conclusión, se utiliza una mayor cantidad de energía para evaporar la humedad contenida en frutas u hortalizas (Cabrera, 2020).

Velocidad del aire: Para obtener una deshidratación adecuada el aire de secado debe tener una velocidad comprendida entre 2.0 a 2.5 m³/min, el aire caliente atraviesa las bandejas hasta envolver a la fruta u hortaliza,

produciendo la evaporación del agua (SENA, 2015). La velocidad de aire es la relación directamente proporcional, es decir mientras más rápida sea la velocidad de aire más rápido será el proceso de deshidratación de la fruta u hortaliza (Pico, 2006).

Presión: En la deshidratación de frutas y hortalizas a medida que aumenta la diferencia entre el interior y el exterior de la célula, también va a aumentar el potencial osmótico y a la vez la fuerza de flujo de salida de agua del producto; la presión al vacío permite retirar el aire contenido en la matriz del fruto, facilitando el contacto de la solución hipertónica con el fruto, permitiendo la salida de agua por el efecto de ósmosis (Figueroa, Castillo, & Martínez, 2021).

Según (Bejarano, 2018) menciona que la deshidratación relaciona la transferencia de masa y transferencia de calor y esto permite determinar las condiciones del producto final; las frutas y hortalizas requieren aire caliente con un rango entre 45 y 60 °C para obtener una deshidratación segura y permita la conservación de la mayoría de sus propiedades nutricionales y organolépticas.

Para la deshidratación de frutas y hortalizas se puede utilizar diferentes técnicas como:

Evaporación superficial: Esta técnica se fundamenta en la acción de una corriente de aire caliente sobre la fruta u hortaliza, el líquido en el alimento comienza a evaporarse y va aumentando el contenido de humedad del aire, dando lugar al proceso de deshidratación. Para obtener un proceso eficiente se requiere de condiciones básicas como: temperatura, humedad relativa del aire de secado, porcentaje de humedad inicial y final de la fruta u hortaliza (Fito, Andrés, Barat, & Albors, 2016).

Deshidratación Osmótica: Se considera como un proceso que se basa en la sumersión de la fruta u hortaliza en una solución concentrada que puede ser de sal o azúcar, dando lugar a la producción de un flujo de agua o una extracción del agua desde el interior de las células de la fruta u hortaliza hacia la solución más concentrada a través de una membrana semipermeable (Berk, 2018), la extracción se da por la fuerza impulsora que se va a crear por la alta presión osmótica de la solución o también puede darse por el gradiente de concentración entre la solución osmótica y el sólido que se va a deshidratar.

Este proceso se puede realizar con presión atmosférica y/o presión subatmosférica (vacío), tomando en cuenta que con presión al vacío las cinéticas del proceso de deshidratación son más rápidas y además en ciertas situaciones se puede mejorar la calidad de los productos deshidratados en cuanto a términos de sabor, textura, color entre otros; en cambio cuando se deshidrata con presión atmosférica se presentan 2 fenómenos: ósmosis y difusión, se puede dar otro caso cuando se aplica presiones bajas (vacío) se presentan los mecanismos hidrodinámicos y también la capilaridad (Estrada, Restrepo, Saumett, & Pérez, 2018).

Con todo lo anteriormente mencionado la deshidratación osmótica es considerada como una estrategia de conservación de productos vegetales en especial de frutas, ya que implica procesos no térmicos y además de bajo costo (Aponte, Cuartas, & Cock, 2010).

Liofilización: Consiste en 2 procesos, el inicial cuando se congela el alimento y el segundo la sublimación del hielo al vacío (300 Pa), se obtiene productos con bajo contenido de humedad con intactas características fundamentales (estructura porosa, buena capacidad de rehidratación, buena estabilidad en el proceso de almacenamiento prolongado, poca o ninguna contracción y con un buen contenido nutricional. La

Liofilización se diferencia de otros métodos de deshidratación porque se congela primero el agua para luego convertirse directamente en vapor por sublimación (Muñoz, 2019).

Dependiendo del tipo de alimento se debe seleccionar la técnica o método para deshidratarlo y además se debe tomar en cuenta el impacto ambiental que puede ocasionar en el medio actual. Los productos deshidratados han logrado obtener una mayor demanda a nivel mundial, debido a su gran aporte nutricional, Ecuador produce frutas durante todo el año siendo una gran ventaja en relación con otros países de cuatro estaciones que presentan escasez de frutas, por lo tanto, se puede aprovechar este mercado y realizar exportaciones de gran variedad de frutas deshidratadas a nivel mundial.

Conclusiones

El proceso de deshidratación en frutas y hortalizas permite conservar sus nutrientes como proteínas, carbohidratos, su sabor, su textura por un tiempo más largo, a la vez proporciona fibra y energía, inhibe el crecimiento de microorganismos y las reacciones enzimáticas.

En la deshidratación los mecanismos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación intervienen de manera individual o combinada en los tratamientos térmicos, su efectividad dependerá de las condiciones del proceso y de la fruta u hortaliza que se vaya a deshidratar.

Los principales factores que pueden afectar el proceso de deshidratación son: la temperatura, la humedad, la velocidad del aire y la presión, por lo que deben ser controlados a tiempo.

Agradecimiento

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, al Centro de Investigación DIDE de la Universidad Técnica de Ambato por el apoyo brindado.

Referencias

- Aponte, A., Cuartas, C., & Cock, L. (2010). Cinéticas de deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Interciencia*, 35(7), 539-544. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33914381012.pdf>
- Bejarano, C. (2018). Evaluación del Efecto del Uso de un Deshidratador Solar Pasivo Indirecto de Flujo Turbulento y de un Deshidratador Solar Pasivo en Propiedades Fisicoquímicas y Organolépticas de Mango, Naranja y Mandarina. Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/68688/1018425494.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Berk, Z. (2018). *Food Process Engineering and* (Third ed.). London: Elsevier. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gj85DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Dehydratio>

n.+In+Food+Process+Engineering+and+Technology+(Third+Edition)+(pp.513%E2%80%93566).&ots=dZ_dQrqteQ&sig=znd2BsVb60sOP6L5tnpx0nrA5FI#v=onepage&q&f=false

- Cabrera, J. (2020). Deshidratación de frutas en el Cantón Guano. *Reciena*, 1(1), 40-42. Obtenido de file:///C:/Users/Dell/Downloads/DESHIDRATACI%C3%93N+DE+FRUTAS+EN+EL+CANT%C3%93N+GUANO.pdf
- Cajamarca, D., Baño, D., Arboleda, L., & Miranda, M. (2020). Sostenibilidad medio ambiental en el procesamiento de frutas deshidratadas ecuatorianas. *ProSciences*, 4(35), 1-15. doi:<https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol4iss35.2020pp1-15>
- Carbajal, M., & Melina, T. (2018). Deshidratación osmótica de fresas (*fragaria vesca L.*) con aplicación de presión reducida. Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34929/1/AL%20820.pdf>
- El Anany, A. (2015). Nutritional composition, antinutritional factors, bioactive compounds and antioxidant activity of guava seeds (*Psidium Myrtaceae*) as affected by roasting processes. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 2175-2183. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-013-1242-1>
- Estrada, H., Restrepo, C., Saumett, H., & Pérez, L. (2018). Deshidratación Osmótica y Secado por Aire Caliente en Mango, Guayaba y Limón para la Obtención de Ingredientes Funcionales. *Información Tecnológica*, 29(3), 197-204. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300197>
- FAOSTAT. (2019). Producción de fruta fresca, vegetales frescos y granos en el mundo y en Colombia. Bogotá. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Figueroa, K., Castillo, N., & Martínez, J. (2021). Aplicación de altas presiones y otras tecnologías en frutas como alternativa de tratamientos térmicos convencionales. *Biocología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(2), 271-285. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612021000200271
- Fito, P., Andrés, A., Barat, J., & Albors, A. (2016). Introducción al secado de alimentos por aire caliente. España: Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true
- Gayá, R., & Michalczewsky, K. (2014). El comercio intrarregional sudamericano: patrón exportador y flujos intraindustriales. 102. Obtenido de <https://webimages.iadb.org/publications/spanish/document/El-comercio-intrarregional-sudamericano-Patr%C3%B3n-exportador-y-flujos-intraindustriales.pdf>
- González, J. (2023). Osmodeshidratación, impregnación al vacío y secado de manzanas utilizando jugos concentrados como agentes osmóticos: efecto de las variables de proceso sobre la transferencia de masa, incorporación de compuestos bioactivos y vida útil. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/dcl/gonzalez_perez_je/

- Grupo Zingal. (2020). Hornos deshidratadores. Obtenido de <https://www.grupozingal.co/wp-content/uploads/2020/10/HORNOS-DESIDRATADORES-TEXT0.pdf>
- Ling, S., Sanny, J., & Moebs, W. (2012). Física Universitaria (Vol. 2). Estados Unidos: Open Stax. Obtenido de <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-2/pages/prefacio>
- MAGAP, M. d. (2016). La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible 2015-2025. I Parte. . Quito.
- Markam, S. (2022). Drying and dehydration of fruits and vegetables. TPI Int J, 11(10), 1-12. Obtenido de <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue10/PartW/11-12-255-117.pdf>
- Moreno, C., Moreno, R., Pilamala, A., Molina, J., & Cerda, L. (2019). Principales características socio-productivas de la red agroalimentaria de la uvilla (*Physalis peruviana*). Ciencia y agricultura, 16(1), 31-51. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6817418>
- Muñoz, C. (2019). Operaciones especiales y de conservación en la poscosecha de frutas y hortalizas. Bogotá: Sello Editorial UNAD. Obtenido de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/notas/article/view/3533/3729>
- Muratore, G., Rizzo, V., Licciardello, F., & Maccarone, E. (2008). Deshidratación parcial de tomate cherry a diferentes temperaturas y calidad nutricional de los productos. Química de los Alimentos, 887-891. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.001>
- Noguera, F., Gigante, S., Menoni, C., Aude, I., Montero, D., & Peña, N. (2018). Principios de la preparación de los alimentos. Montevideo: Comisión Sectorial de enseñanza. Obtenido de <https://www.cse.udelar.edu.uy/wp-content/uploads/2018/12/Principios-de-la-preparacio%CC%81n-de-alimentos-Noguera-2018.pdf>
- Pérez , M., & Sosa, M. (2013). Mecanismos de transferencia de calor que ocurren en tratamientos térmicos de alimentos. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos, 7(1), 37-47. Obtenido de https://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20de%20Alimentos/Perez-Reyes-et-al-2013.pdf
- Pico, A. (2006). Efecto de la velocidad del air elocidad del aire y la temperatura sobre la textura y color de dos tipos de fruta deshidratadas en un túnel con aire caliente. Bogotá. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1127&context=ing_alimentos
- Quiceno, J., Barrera, E., & Estrada, E. (2019). Apuntes sobre deshidratación aplicable a frutas y hortalizas. Antioquía. Obtenido de [file:///C:/Users/Dell/Downloads/deshidratacion_frutas_hortalizas%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/deshidratacion_frutas_hortalizas%20(2).pdf)
- Salda, A. (2014). Manual de deshidratación. Obtenido de <https://es.slideshare.net/SaldaPhilosophy/deshidratacion-manual>
- SENA. (2015). Deshidratación de frutas y verduras medio de industrialización para el futuro. Bogotá: Publicaciones Generales. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6555/deshidrataci%C3%B3n_frutas_verduras.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valdés, P. (2008). Manual de deshidratación I. Obtenido de <https://manualdeshidratacion.blogspot.com/2008/09/frutas-y-hortalizas.html>

Valdivia, S., Alaníz, K., & Reyes, E. (2022). Evaluación de factores que inciden en el proceso de deshidratación solar térmica. Revista Científica de FAREM-Estelí: Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano, 42, 204-218. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8930716>