

GESTÃO DA QUALIDADE E (BIO)TECNOLOGIA APLICADA A ALIMENTOS



**VANESSA BORDIN VIERA
NATIÉLI PIOVESAN
(ORGANIZADORAS)**

Atena
Editora
Ano 2021

GESTÃO DA QUALIDADE E (BIO)TECNOLOGIA APLICADA A ALIMENTOS



**VANESSA BORDIN VIERA
NATIÉLI PIOVESAN
(ORGANIZADORAS)**

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Gestão da qualidade e (bio)tecnologia aplicada a alimentos

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadoras: Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G393 Gestão da qualidade e (bio)tecnologia aplicada a alimentos / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-450-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.501212009>

1. Alimentos. I. Viera, Vanessa Bordin (Organizadora).
II. Piovesan, Natiéli (Organizadora). III. Título.

CDD 641.3

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O *e-book* “Gestão da qualidade e (bio)tecnologia aplicada a alimentos” traz 10 artigos científicos com temáticas atuais como bioprospecção, compostos antioxidantes, microbiologia, gastronomia, entre outros assuntos que envolvem diversas áreas.

Convidamos todos para uma leitura visando obter conhecimento e promover reflexões sobre os temas deste *e-book*.

Vanessa Bordin Viera

Natiéli Piovesan

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A CULTURA DO FEIJÃO, CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE

Priscila Dabaghi Barbosa
Cássia Ribeiro de Moura
Juliana Stoffella Zattar Coelho
Caroline Mellinger
Ligia Alves da Costa Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5012120091>

CAPÍTULO 2..... 19

AVALIAÇÃO SOBRE O USO DE NEMATICIDAS BIOLÓGICOS NA PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇUCAR

Sabrina Rossafa Ramos
André Lazaro
Gian Campos
Alexandre Pinto César
Luiz Miguel de Barros
Uderlei Doniseti Silveira Covizzi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5012120092>

CAPÍTULO 3..... 33

BIOPROSPECÇÃO E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE NOVOS MICRO-ORGANISMOS EM CONDIÇÕES ATÍPICAS

Marcelo Augusto de Souza Costa
William Renzo Cortez-Vega
Cinthia Aparecida de Andrade Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5012120093>

CAPÍTULO 4..... 47

DETERMINAÇÃO DE FENOIS TOTAIS E AÇÃO ANTIOXIDANTE NA FARINHA DA CASCA DA PITAYA (*Hylocereus costaricensis*)

Carolina Ayumi Tominaga Espinoza
Elaine Amorim Soares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5012120094>

CAPÍTULO 5..... 59

ESTUDIO DEL MODELO CINÉTICO Y PROPIEDADES GEOMÉTRICAS EN EL PROCESO DE SECADO CONVECTIVO DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.)

Alfredo Fernandez Ayma
Maryluz Cuentas Toledo
Osmar Cuentas Toledo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5012120095>

CAPÍTULO 6..... 73

MICROBIAL BIOMASS CARBON AND CHEMICAL SOIL ATTRIBUTES UNDER IRRIGATED CROPS IN THE MATOPIBA REGION

Djavan Pinheiro Santos
Rosana Andrade Cavalcante de Castro
Eliana Paula Fernandes Brasil
Marco Aurélio Pessoa-de-Souza
Tiago Camilo Duarte
Rodrigo Gomes Branquinho
Francisco José Lino de Sousa
Alcinei Ribeiro Campos
Ana Caroline da Silva Faquim
Emiliane dos Santos Belo
Carlos Augusto Oliveira de Andrade
Gustavo Cassiano da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5012120096>

CAPÍTULO 7..... 85

MODELADO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO PARA DETERMINAR LAS TEMPERATURAS DE PRERREFRIGERACIÓN Y CONSERVACIÓN ÓPTIMAS PARA DISTINTOS PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS

Jorge Cervera Gascó
Santiago Laserna Arcas
Miguel Ángel Moreno Hidalgo
Jesús Montero Martínez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5012120097>

CAPÍTULO 8..... 98

PROJETO TÓPICOS EM GASTRONOMIA: GRUPO DE ESTUDOS REMOTO

David de Andrade Cabral
Filipe Duarte Silva Dias
Giulli Pacheco de Oliveira
Juciara Silva Correa Fonseca
Julia dos Santos Azevedo
Karine Von Ahn Pinto
Luiza Medeiros da Silva
Luiz Guilherme Prospero Nunes
Tatiane Tavares Fujii
Vitoria Pivatto
Eliezer Avila Gandra
Tatiane Kuka Valente Gandra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5012120098>

CAPÍTULO 9..... 107

VARIABILIDADE GENÉTICA DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ESPÉCIES CULTIVADAS - 236/CAP/2013 - QUALIDADE FISIOLÓGICA DE HÍBRIDOS

DE MILHO PRODUZIDOS EM MATO GROSSO

Ana Paula Sampaio Morais

Alice Alves da Silva

Aline Cassiano Costa

Aline Queiroz de Freitas

Alisson Nadin

Barbara Antonia Simioni Silva

Bianca Neves de Souza Silva

Bruno Luciano Caires Ferreira

Cezar Luiz Costa Filho

Heitor Pereira Xavier

Poliana Torres Silva

Rafael Faria Villela

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5012120099>

CAPÍTULO 10..... 116

UMA SÍNTESE DO PROCESSO BIOTECNOLÓGICO DA CERVEJA ARTESANAL

Mariana Landenberger dos Santos

Bruno Pinto Ferreira

Andresa de Toledo Triffoni-Melo

Sônia Marli Zingaretti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50121200910>

SOBRE AS ORGANIZADORAS..... 128

ÍNDICE REMISSIVO..... 129

CAPÍTULO 5

ESTUDIO DEL MODELO CINÉTICO Y PROPIEDADES GEOMÉTRICAS EN EL PROCESO DE SECADO CONVECTIVO DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.)

Data de aceite: 01/09/2021

Data de submissão: 01/07/2021

Alfredo Fernandez Ayma

Universidad Nacional Micaela Bastidas de
Apurímac
Abancay - Perú
<https://orcid.org/0000-0002-8042-7658>

Maryluz Cuentas Toledo

Universidad Nacional Micaela Bastidas de
Apurímac
Abancay - Perú
<https://orcid.org/0000-0003-2001-2642>

Osmar Cuentas Toledo

Universidad Nacional de Moquegua
Moquegua - Perú
<https://orcid.org/0000-0003-3612-1309>

RESUMEN: El aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) es una fruta de alto valor nutricional, su consumo reduce el estrés, depresión, cansancio mental y disminución del colesterol, con el secado convectivo se pretende alargar la vida útil, los objetivos de este estudio fueron determinar el tiempo de secado, modelo cinético, difusividad efectiva, energía de activación, esfericidad y encogimiento; usando temperaturas de 40, 60 y 80°C, estado de madurez de 3 y 6, forma cilíndrica y lámina, donde el menor tiempo de secado fue para el estado de madurez 6 a 80°C por 6 horas; los mejores modelos fueron para estado de madurez 6, Midilli y para estado de madurez 3, logarítmico; La difusividad efectiva obtenida para

estado de madurez 6 y 3 variaron entre $1,080 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{s}$ a $5,094 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{s}$ y $8,959 \times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$ a $3,593 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{s}$ respectivamente. Las energías de activación para madura cilíndrica de 22,23 kJ/mol, madura lámina de 20,31 kJ/mol, pintona cilíndrica de 22,59 kJ/mol y pintona lámina de 24,01 kJ/mol respectivamente; La mayor esfericidad de 0,807 se obtuvo en el estado de madurez madura de forma cilíndrica a 40°C; mientras tanto el mayor encogimiento de 0,448 se obtuvo en el estado de madurez pintona de forma lámina tratada a 40°C.

PALABRAS CLAVE: Aguaymanto, cinética de secado, difusividad efectiva, modelamiento, propiedades geométricas.

STUDY OF THE KINETIC MODEL AND GEOMETRIC PROPERTIES IN THE AGUAYMANTO CONVECTIVE DRYING PROCESS (*Physalis peruviana* L.)

ABSTRACT: Aguaymanto (*physalis peruvian* l.) is a fruit of high nutritional value, its consumption reduces stress, depression, mental fatigue and lower cholesterol, with convective drying is intended to extend the shelf life, the objectives of this study were determine drying time, kinetic model, effective diffusivity, activation energy, sphericity and shrinkage; using temperatures of 40, 60 and 80°C, maturity status of 3 and 6, cylindrical shape and foil, where the shortest drying time was for maturity status 6 to 80°C for 6 hours; the best models were for maturity state 6, midilli and for maturity state 3, logarithmic; The effective diffuseness obtained for maturity status 6 and 3 ranged from $1,080 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{s}$ to $5,094 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{s}$ and $8,959 \times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$ to $3,593 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{s}$ respectively. Activation energies for mature

cylindrical 22,23 kJ/mol, mature sheet of 20,31kJ/mol, cylindrical pintone 22,59 kJ/mol and 24,01 kJ/mol sheet pintone respectively; The highest sphericity of 0,807 was obtained in the mature state of maturity cylindrically at 40°C; meanwhile the largest shrinkage of 0,448 was obtained in the state of pintone maturity in a treated sheet form at 40°C.

KEYWORDS: Aguaymanto, drying kinetics, effective difusiveness, geometric properties, modeling.

INTRODUCCIÓN

Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), es una planta originaria de los Andes sudamericanos, específicamente de Perú. Pertenece a la familia de las Solanáceas, al género *Physalis*. Se caracteriza por su fruto (Basoalto *et al.*, 2010). Este fruto es de apariencia esférica y evoluciona de un color verde a un amarillo-anaranjado, posee un diámetro entre 1,25 y 2,5 cm, y un peso entre los 4 y 10 g (Luchese, Gurak, y Ferreira, 2015; Herrera, 2009). El aguaymanto es un antioxidante, el cual previene el envejecimiento y su accionar como un práctico antidiabético que estabiliza el nivel de glucosa en la sangre y es rico en vitaminas A, B y C, hierro, fósforo, fibra y carbohidratos (Bonilla *et al.*, 2009). Debido a la gran presencia de nutrientes y vitaminas, preserva la salud de los tejidos como la retina, tejidos de la piel y las membranas mucosas (Puente *et al.*, 2011). Su consumo mejora de la función cardiovascular, y la producción glóbulos rojos, además, actúa como antirreumático, desinflamando las articulaciones, disminuye los niveles de colesterol en la sangre, estabiliza el nivel de glucosa en la sangre (Wu *et al.*, 2006; Tacanga, 2015). La cosecha comienza cuando los frutos toman color amarillo-anaranjado (grado 3 a 5) y presentan entre 14 y 15°Brix, de diámetro y de 1,7 a 2,3 cm. de longitud, el cual toma una coloración amarillo-verdosa y comienza a endurecerse (Basoalto *et al.*, 2010; Fischer, Miranda, Piedrahíta, y Romero, 2005). Los productos derivados se comercializan en forma de pulpas, bebidas, productos azucarados, deshidratados, jarabes, salsas, mermeladas, bocadillos y dulces (Fischer *et al.*, 2005; Vásquez *et al.*, 2013; Tacanga, 2015).

El secado, es la reducción del contenido de humedad que permite obtener productos sólidos con un bajo contenido de agua, para el almacenamiento, envasado, distribución y consumo (Singh y Heldman, 2014; Toledo, Singh y Kong, 2018; Holdsworth, 2016); sin embargo, durante el proceso hay cambios físicos, químicos y bioquímicos en la materia prima (Ibarz y Barboza, 2014); los modelos de secado se encuentran los modelos de Newton, Page, Page modificado, Henderson y Pabis modificado (Delgado, 2014); Cabrera *et al.* (2017) indica que el aumento de la temperatura de secado disminuye el tiempo de proceso de secado. Las propiedades geométricas de la esfericidad y encogimiento son usadas para el almacenamiento (Mohammad, 2016) y para el diseño de empaques, en el análisis de calidad y en el control de procesos (Berk, 2018).

En las investigaciones anteriores encontraron la difusividad efectiva de la humedad uchuva estaba en el rango de 4,67 a $14,9 \times 10^{-10}$ m²/s con activación energía de 38,78 kJ/mol

(Vega *et al.* 2012), mientras; Youssef (2015), indica que la difusión de la humedad eficaz aumentó con el aumento de la temperatura, se encontró que la energía de activación de 38,78 kJ/mol; Ávila *et al.* (2016) indica que los sólidos solubles totales tendieron a aumentar, la acidez titulable a disminuir.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Departamento de Apurímac. El aguaymanto se recolectó y se separaron los que presenten daños mecánicos y ataques biológicos; la clasificación se hizo en función al tamaño y se observó el color externo según el grado de color de aguaymanto en estado de madurez entre 3 y 6 según la Norma Técnica Colombiana 4580 (ICONTEC, 1999). Los Sólidos Solubles Totales (°Brix), se determinó por el método 932.12 de la A.O.A.C. (2016) usando un refractómetro digital PR101 marca ATAGO Master con una capacidad de 0-60 °Brix; la acidez titulable se determinó por el método 942.15 de la A.O.A.C. (2016). Se troceó el aguaymanto de diferentes formas geométricas y se colocó en el secador registrándose la temperatura y peso durante el secado, hasta que la muestra alcance el contenido de humedad de equilibrio con las temperaturas del aire de secado fueron (40°C, 60°C y 80°C).

Cinética de secado de aguaymanto

El estudio de la cinética de secado implica la eliminación de agua, los diversos estados de agua en sólidos son parámetros más importantes que definen el contenido de agua, indica la cantidad total de agua (Wernecke y Wernecke, 2014; Toledo y Kong, 2018). En los procesos de secado el contenido de humedad del producto se define como la relación entre la cantidad de agua en el alimento y la cantidad de sólidos secos, y se expresa como (Ibarz y Barboza, 2014):

$$M_t = \frac{m_t - m_{ss}}{m_{ss}} \quad (1)$$

Donde, m_t es el peso total en un momento dado (kg), m_{ss} es peso de sustancia seca (kg s.s.) y M_t es la razón de humedad (kg H₂O/ kg s.s.)

El contenido de humedad libre en la curva de secado es obtenido mediante el trazado del contenido de humedad libre contra el tiempo de secado (Delgado y Barbosa de Lima, 2014; Toledo y Kong, 2018). En 1975, Crank dio la primera solución analítica para diversas geometrías (esfera, cilindro, placa rectangular), la solución a la ecuación de Fick, es el número de términos en las series (n=1) (Delgado, 2014; Rao, 2014).

Difusión de la ecuación de difusión no estacionario por una lámina infinita de espesor medio L, el secado de ambas superficies planas y la solución simplificada es:

$$RM = \frac{M - M_e}{M_o - M_e} = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 D_e t}{4L^2}\right) \quad (2)$$

La transferencia de masa es simétrica con respecto al centro eje y la humedad de la superficie contenido alcanza instantáneamente equilibrio con el alrededor. La solución analítica de la ecuación (Ibarz y Barboza, 2014).

$$RM = \frac{M - M_s}{M_o - M_s} = \frac{4}{r_a^2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{\beta_n^2} e^{(-\beta_n^2 D_e t)} \quad (3)$$

Dónde, r_a es el radio del cilindro (m) y β_n son las raíces de la función de Bessel.

Para las geometrías las ecuaciones de tipo Arrhenius entre la difusividad y la temperatura efectiva (Delgado, 2014).

Lámina:

$$\ln(RM) = \ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) - \frac{\pi^2 D_e}{4L^2} t \quad (4)$$

Cilindro:

$$\ln(RM) = \ln\left(\frac{4}{\lambda_1^2}\right) - \frac{\lambda_1^2 D_e}{r_o^2} t \quad (5)$$

Los modelos de secado preferidos por los investigadores se encuentran los modelos de Newton, Page, Page modificado, Henderson y Pabis modificado para modelar diferentes productos (Delgado, 2014):

$$RM = \frac{M - M_e}{M_o - M_e} \quad (6)$$

Donde, RM es la razón de humedad, M es la humedad (kg agua/kg s.s.) registrada en el tiempo t (s), M_e es la humedad de equilibrio (kg agua/kg s.s.) asumida como el valor registrado a tiempos prolongados de proceso (Guiné y Barroca, 2011) y M_o es el contenido de humedad inicial (kg agua/kg s.s.) como se muestra en la (Tabla 1).

Nombre del modelo	del Modelo	Referencias
Henderson Pabis	$RM = a \exp(-kt)$	Doymaz (2014), Simha y Gugalia (2013)
Midilli	$RM = a \exp(-kt^n) + bt$	Midilli <i>et al.</i> (2002), Ratti (2009), Simha y Gugalia (2013)
Logarítmico	$RM = a \exp(-kt) + c$	Doymaz (2014) y Ratti (2009)
Page	$RM = \exp(-kt^n)$	Doymaz (2014) y Ratti (2009)
Lewis	$RM = \exp(-kt)$	Doymaz (2014) y Ratti (2009)

Razón de humedad (RM), constantes (a, b, c, k, n) y tiempo (t).

Tabla 1. Modelos matemáticos en estudio.

El efecto de la temperatura sobre el coeficiente de difusión es un importante factor para mejorar la calidad de los valores de razón de humedad (RM), y se puede abordar con relación de Arrhenius.

$$D_e = D_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad (7)$$

Donde, D_0 es una constante de difusividad equivalente a la difusividad infinitamente a alta temperatura (m^2/s), E_a es la energía de activación (kJ/mol) y T es la temperatura absoluta ($^{\circ}K$).

La Ecuación 10 se puede reordenarse de la siguiente forma

$$\ln(D_e) = \ln(D_0) - \frac{E_a}{R(T + 273,15)} \quad (8)$$

Trazado los valores experimentales de $\ln(D_e)$ como una función de $1/T$, se obtiene una línea recta donde la intersección da D_0 y la pendiente da $-E_a/R$ (Delgado, 2014).

Propiedades geométricas de alimentos

La esfericidad es un parámetro importante utilizado, la esfericidad se puede definir de diferentes formas (Serpil y Servet, 2009). La esfericidad denominada como factor de forma para partículas no esféricas, que se define como como la razón entre el área superficial de una esfera de volumen igual a la partícula y el área superficial de la partícula (Alvarado y Aguilera, 2001).

$$\text{Esfericidad} = \frac{S_s}{S_p} \quad (9)$$

Donde, S_p es área superficial inicial de sólido (m^2) y S_s es el área superficial de una esfera de volumen de la partícula (m^2).

El encogimiento se define como la razón entre el volumen aparente a un determinado contenido de humedad y el volumen aparente inicial de sólidos (Serpil y Servet, 2009).

$$\% \text{ de encogimiento} = \frac{V_{ap}}{V_{apo}} * 100 \quad (10)$$

Dónde, V_{ap} es el volumen aparente a un contenido de humedad y V_{apo} = volumen aparente inicial.

Análisis estadístico

El diseño estadístico fue el diseño factorial diseño completamente al azar (DCA) con $2 \times 2 \times 3$, con 3 repeticiones. Los factores que se considera son: madurez (estado de madurez 3 y estado de madurez 6), forma cilíndrica y lámina y la temperatura en el secado ($40^{\circ}C$, $60^{\circ}C$ y $80^{\circ}C$). Para el procesamiento de datos se usó software estadístico Sthtatgrafs Centurión XVII versión 16.1.18, para estudiar el modelo se usó el coeficiente de determinación (R^2) y

coeficiente de determinación ajustado (R_{aj}^2) (Gutiérrez y De la vara, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tiempo de secado de aguaymanto

Para determinar la cantidad de agua de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) se usó la norma colombiana NTC 4580 (ICONTEC, 1999, p. 15). El índice de madurez para el estado de madurez 6 fue de 9, la humedad en base seca se determinó usando la Ecuación 1, se analizó la humedad para estado de madurez 6 fue de 78,4% de agua y la humedad de equilibrio aproximado es de 7,4% (0,08 kg agua/kg s.s.), el contenido inicial de agua o humedad libre al inicio se mantiene a 3,628 kg agua/kg s.s. por el contenido de humedad en base húmeda inicial de 78,4% para la muestra húmeda y la humedad libre al final del proceso varió entre 0,074 a 0,101 kg agua/kg s.s (Figura 1).

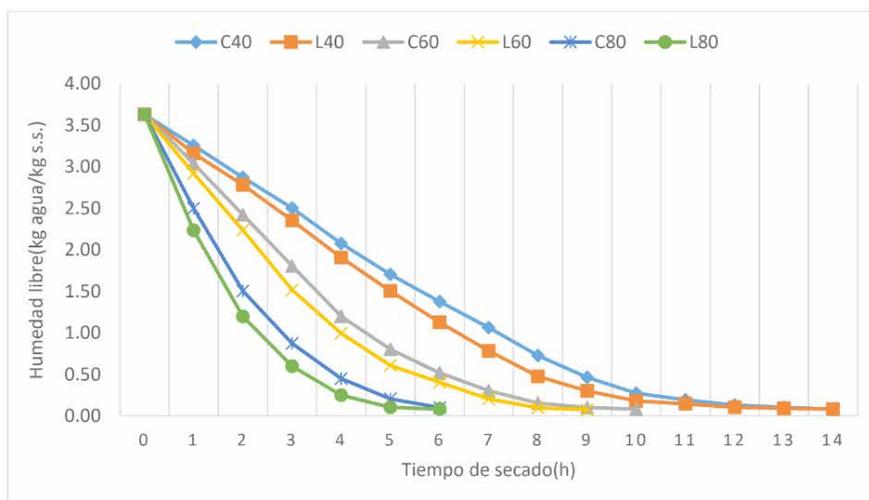


Figura 1. Diagrama de cinética de secado para aguaymanto estado de madurez (madura): Cilíndrico a 40°C(C40), cilíndrico a 60°C(C60), cilíndrico a 80°C(C80), lámina a 40°C(L40), lámina a 60°C(L60) y lámina a 80°C(L80).

El índice de madurez para el estado de madurez 3 con valor de 6,13 con la humedad de 80,5% y la humedad de equilibrio de 7,4% (0,08 kg agua/kg s.s.), el contenido inicial de agua al inicio es 4,13 kg agua/kg de sólido seco y humedad libre al final del proceso varió entre 0,08 a 0,09 kg agua/kg s.s. cómo se muestra en la (Figura 2).

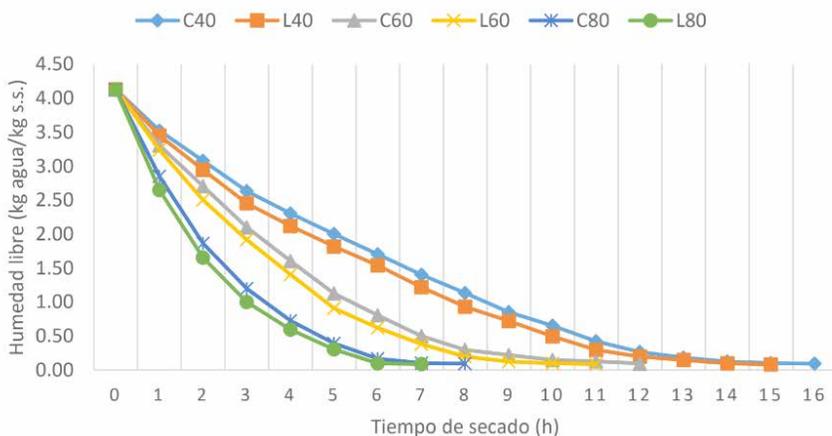


Figura 2. Diagrama de cinética de secado para aguaymanto de estado de madurez 3 (pintona): Cilíndrico a 40°C(C40), cilíndrico a 60°C(C60), cilíndrico a 80°C(C80), lâmina a 40°C(L40), lâmina a 60°C(L60) e lâmina a 80°C(L80).

Se aprecia la remoción de la humedad libre fue más rápida en los primeros 3 horas para los 6 tratamientos a 80°C, seguidamente a 60°C y 40°C respectivamente la eliminación de agua fue casi constante y lineal se hizo más lenta hasta el punto de equilibrio (Vega *et al.*, 2012; Yasin *et al.* 2015).

A continuación se muestra los valores del tiempo de secado menor fue de estado de madurez 6 tratada a 80°C fue de 6 horas, mientras tanto para el estado de madurez 3 para la muestra cilíndrica a 80°C fue de 8 horas y lâmina a 80°C de 7 horas respectivamente (Tabla 2).

Estado de madurez	C40	L40	C60	L60	C80	L80
Madura (grado de color 6)	14	14	10	9	6	6
Pintona (grado de color 3)	16	15	12	11	8	7

Cilíndrico a 40°C(C40), cilíndrico a 60°C(C60), cilíndrico a 80°C(C80), lâmina a 40°C(L40), lâmina a 60°C(L60) e lâmina a 80°C(L80).

Tabla 2. Tiempo de secado (h).

Modelo cinético

El ajuste de las curvas de secado, al transformar los contenidos de humedades libres en relación de humedad según Ecuación 6, que la razón de humedad en función del tiempo de secado para los 6 tratamientos para estado de madurez 6. Donde la relación de humedad al inicio del proceso es 1 y disminuye conforme la humedad es removida (Rao *et al.* 2014) como se muestra en la (Figura 3).

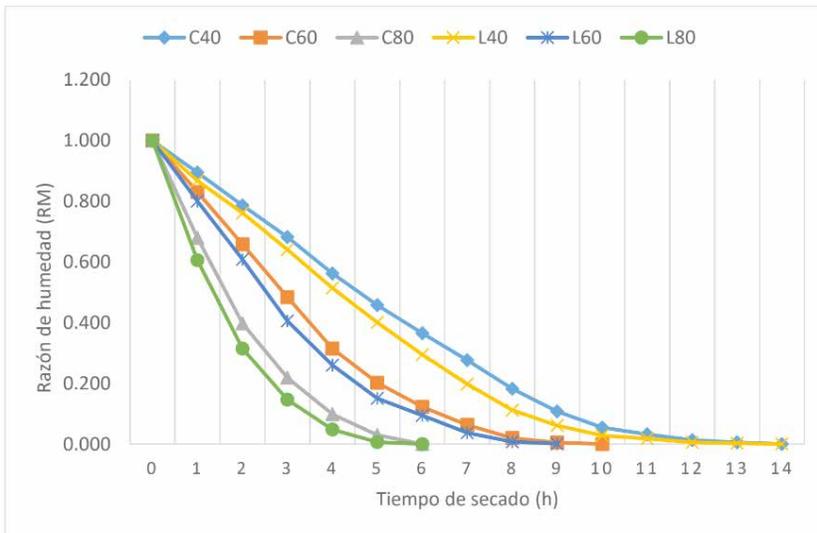


Figura 3. Razón de humedad (RM) en función del tiempo de secado de aguaymanto en estado de madurez 6 (madura): Cilíndrico a 40°C(C40), cilíndrico a 60°C(C60), cilíndrico a 80°C(C80), lámina a 40°C(L40), lámina a 60°C(L60) y lámina a 80°C(L80).

De acuerdo a los resultados obtenidos el valor de R^2 para los modelos de Midilli para los tratamientos son significativamente mayores ($p < 0,05$) y para los tratamientos C80 y L80, mientras en segundo lugar modelo logarítmico para los tratamientos C80 y L80 y el modelo Page para los tratamientos C60, L80 y L60 (Figura 4).

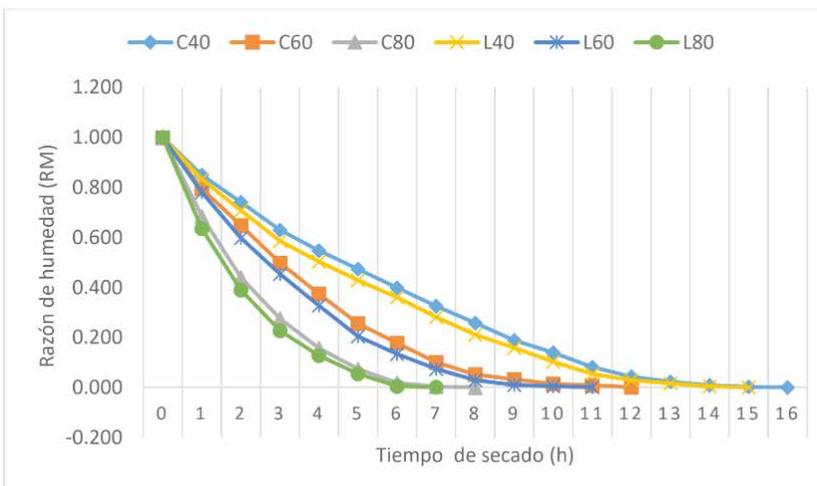


Figura 4. Razón de humedad (RM) en función del tiempo de secado de aguaymanto en estado de madurez (pintona): Cilíndrico a 40°C(C40), cilíndrico a 60°C(C60), cilíndrico a 80°C(C80), lámina a 40°C(L40), lámina a 60°C(L60) y lámina a 80°C(L80).

Los resultados del modelado de la presente investigación concuerdan con los resultados obtenidos por Vega *et al.* (2012). Cuando se compara el experimental con valores de humedad predichos, se encontró modelo Midilli-Kucuk que dio la mejor calidad de ajuste (SSE <0,001; χ^2 <0,001; R^2 > 0,99), mostrando esta ecuación para predecir con precisión el secado de uchuva.

El mejor modelo fue elegido al tratamiento con mayor valor de Δ^2 y menores valores de MSE y RMSE. De acuerdo a los resultados los modelos de Midilli para los tratamientos C60, L60 y L80 son significativamente mayores ($p < 0,05$), seguido del modelo logarítmico para los tratamientos L80, C80 y L40. Además, el valor de MSE y RMSE obtenido para los modelos de Page y Midilli son significativamente menores ($p < 0,05$) que los valores de MSE y RMSE obtenidos para los modelos de logarítmico, Lewis y Henderson-Pabis. Para tiempos cortos el modelo de Page presenta mejor correlación sin embargo para tiempos prolongados de secado, el modelo de Midilli.

Difusividad efectiva del agua

La representación de los valores de $\ln(RM)$ experimentales en función del tiempo para estado de madurez 6, las pendientes varían entre -0,4533 a -1,257. Los altos valores del coeficiente de determinación ($R^2 > 0,9088$). Así mismo para estado de madurez 3, las pendientes varían entre -0,3454 a -0,9682. Los altos valores del coeficiente de determinación ($R^2 > 0,918$) el valor ajustado de De indican que la segunda ley de la difusión de Fick explica al menos el 95% de los valores experimentales para ambos estados de madurez, los valores de la difusividad efectiva del agua (Tabla 3).

T (°C)	Madura		Pintona	
	Cilindro	Lámina	Cilindro	Lámina
40	1,080x10 ⁻⁹	2,092x10 ⁻⁹	8,959x10 ⁻¹⁰	1,268x10 ⁻⁹
60	1,751x10 ⁻⁹	2,83x10 ⁻⁹	1,306x10 ⁻⁹	2,367x10 ⁻⁹
80	2,844 x10 ⁻⁹	5,094 x10 ⁻⁹	2,408x10 ⁻⁹	3,593x10 ⁻⁹

Tabla 3. Valores del coeficiente de difusividad efectiva del agua (m²/s).

Los resultados obtenidos de De están en el rango normal esperado de 8,959x10⁻¹⁰ a 5,094x10⁻⁹ m²/s para alimentos (Vega *et al.*, 2012). Durante el procesamiento en cuatro temperaturas (60, 70, 80 y 90°C) para la uchuva reportaron la difusividad efectiva de la humedad uchuva estaba en el rango de 4,67 a 14,9x10⁻¹⁰ m²/s. respectivamente; Yasin *et al.*, (2015) investigo el secado de la baya de oro (*Physalis peruviana* L.) a 70, 75, 80 y 85°C con 1,5 m/s de velocidad de flujo de aire donde, difusividad efectiva varió entre 1,94 a 3,19·10⁻⁹m²/s, 1,21 a 2,93·10⁻⁹ y 1,66 a 2,67·10⁻⁹m²/s, respectivamente; al respecto Rao

et al. (2014) indican que la presencia de grasas disminuye significativamente la difusividad del agua.

Energía de activación

La energía de activación fue calculada por la Ecuación 8 como se puede apreciar la energía de activación para madura cilíndrica de 22,23 kJ/mol, madura lámina de 20,31kJ/mol, pintona cilíndrica de 22,59 kJ/mol y pintona lámina de 24,01 kJ/mol respectivamente. Los valores del coeficiente de determinación ($R^2 > 1;0,95;0,97$ y $0,99$ indican que la dependencia de *De* con la temperatura del aire de secado está representada por la ecuación de Arrhenius para todos los tratamientos. Los valores de la energía de activación se encuentran dentro del rango general para los alimentos de 12,7–110 kJ/mol según, Doymaz (2014). Al respecto Vega *et al.* (2012). durante el procesamiento en cuatro temperaturas (60, 70, 80 y 90°C) determinó la energía activación un valor de 38,78 kJ/mol; mientras tanto Youssef, (2015) llevaron a cabo a 60 y 70°C, así como a velocidades de aire de 0,4 y 0,6 m/s se encontró que la energía de activación fue de 38,78 kJ/mol.

Esfericidad

La esfericidad para la forma cilíndrica se ve claramente que es influenciada por la temperatura, estado de madurez y forma geométrica después del secado. La mayor esfericidad obtuvo en el estado de madurez madura de forma cilíndrica a la temperatura de 40°C con valor de 0,807, mientras tanto la menor esfericidad obtuvo en el estado de madurez 3 de forma lámina tratada a la temperatura de 80°C con valor de 0,744 indica la variación fue mucho mayor en su forma geométrica (Figura 5).

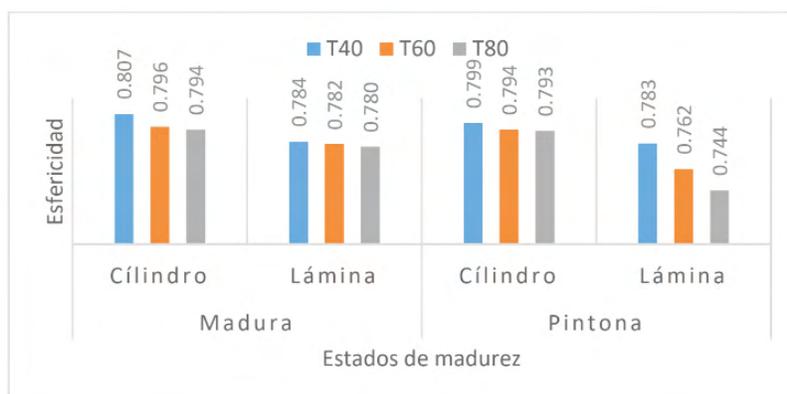


Figura 5. Gráfico de combinación de tratamientos para esfericidad de aguaymanto: Temperatura a 40°C(T40), temperatura a 60°C (T60) y temperatura a 80°C (T80).

En análisis de varianza se encontró diferencia estadística alta para los 3 factores; en cambio no se encontró diferencia alguna para las interacciones de los factores evaluados a

($p \leq 0,05$), a un nivel de confianza del 95,0%. El R-Cuadrada indica 84,9% de la variabilidad en esfericidad, el R-cuadrada ajustada es 78,0%, el coeficiente de variabilidad es de 3,25%.

La ecuación es de regresión lineal múltiple que se ha ajustado es:

$$\text{Esfericidad} = 0,8081 - 0,000388T + 0,004833E - 0,003333G - 0,00018TE - 0,0002TG - 0,003833EG \quad (11)$$

Donde, T es temperatura, E es estado de madurez y G es geometría

El valor máximo de esfericidad es 0,8036; para estado de madurez madura de forma cilíndrica tratada a 40°C; se puede observar que mayor esfericidad hay a 40°C.

Encogimiento

Asimismo, Rao *et al.* (2014) indican que la formación de una capa seca en la parte externa. Ratti (2009) indica que esta depende del método de secado y del alimento pues su valor se acerca a la unidad para el secado convencional, como se muestra en la (Figura 6).

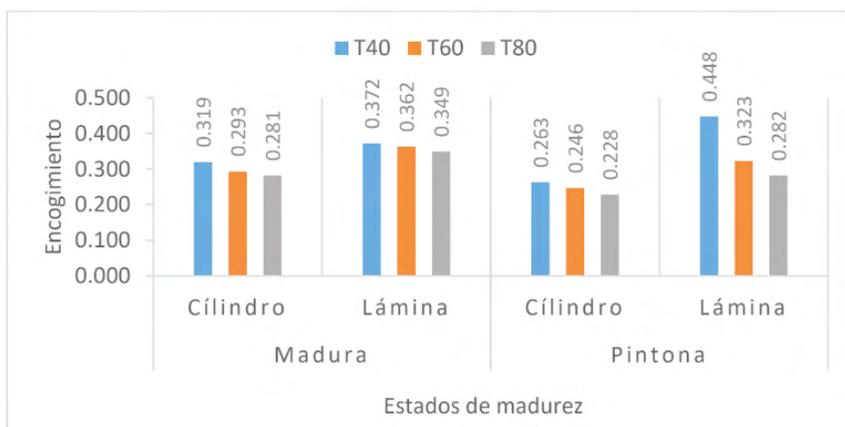


Figura 6. Gráfico de combinación de tratamientos para el encogimiento de aguaymanto: Temperatura a 40°C (T40), temperatura a 60°C (T60) y temperatura a 80°C (T80).

En análisis de varianza, se encontró diferencia estadística altamente significativa para los 3 factores, de primer orden y de segundo orden. En este caso todos son evaluados a ($p \leq 0,05$), el estadístico R-Cuadrada es 84,9% en el encogimiento, el R-cuadrada ajustada es 78,0%, el coeficiente de variabilidad de 3,25%.

La ecuación es de regresión lineal múltiple que se ha ajustado es:

$$\text{Encogimiento} = 0,306 - 0,0328T - 0,0155E + 0,042G + 0,0118T^2 - 0,0175TE - 0,0145TG + 0,011EG \quad (20)$$

El valor máximo de 0,4197, se obtuvo en estado de madurez pintona de forma lámina tratada a 40°C; el mayor encogimiento existe a 40°C mientras incrementa la temperatura hay disminución de encogimiento, hay mayor encogimiento en estado de madurez 6 conforme cuando el grado de madurez disminuye también el encogimiento disminuye y por último con

respecto a la geometría lámina tiene mayor encogimiento con respecto al cilindro.

CONCLUSIONES

El menor tiempo de secado de la baya de aguaymanto hasta llegar a la humedad de equilibrio resultó para el estado de madurez 6 a 80°C fue de 6 horas. El mejor modelo para estado de madurez 6 fue elegido el modelo de Midilli y Page, mientras para estado de madurez 3 fue el modelo logaritmico y Page; los valores de la difusividad efectiva incrementaron con la temperatura; Las energías de activación para madura cilíndrica de 22,23 kJ/mol, madura lámina de 20,31kJ/mol, pintona cilíndrica de 22,59 kJ/mol y pintona lámina de 24,01 kJ/mol respectivamente. La mayor esfericidad se obtuvo en el estado de madurez madura de forma cilíndrica a 40°C, mientras que el mayor encogimiento obtuvo en el estado de madurez pintona de forma lámina tratada a 40°C.

REFERENCIAS

ALVARADO, J. D., Y AGUILERA, J. M. **Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos** (No. TX 541. M47 2001), 2001.

A.O.A.C. **Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists**, Washington, USA, 2016.

ÁVILA, J. A., MORENO, P., FISCHER, F. Y MIRANDA, D. Influencia de la madurez del fruto y del secado del cáliz en uchuva (*Physalis peruviana* L.), almacenada a 18°C. **Acta Agronómica**, 55(4), p. 29-38, 2016.

BASOALTO, H., CORREA, R. Y FERNÁNDEZ, C. Cultivo de Goldenberry (*Physalis peruviana* L.) en la zona central de Chile. **Fundación para la Innovación Agraria -Chile**: Andrea Villena M, 2010.

BERK, Z. **Food process engineering and technology**. Academic press, 2018.

BONILLA, M.H., ARIAS, P.A., LANDINEZ, M.L., MORENO, J.M., CARDOZO, F. Y SUAREZ, M.S. *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la uchuva en fresco para exportación en Colombia*. Bogotá- Colombia: Editores Giro Ltda, 2009.

CABRERA, Y. A., ESTRADA, E. M. Y CORTES, M. La influencia del secado sobre la calidad fisiológica de los frutos la uchuva (*Physalis peruviana* L.) agregados con componentes activos. **Agroindustria y Ciencia de los Alimentos- Colombia**, 66 (4), p. 512 – 518, 2017.

DELGADO, J. M. Y BARBOSA DE LIMA, A.G. Fenómenos de Transporte y el secado de sólidos y materiales particulados. **Biosystems Engineering**, 92 (2), p. 237–245, 2014.

FISCHER, G., MIRANDA, D., PIEDRAHITA, W. Y ROMERO, J. *Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.)*. Universidad Nacional de Colombia, p. 165-190, 2005.

GUINÉ, R. P., PINHO, S., Y BARROCA, M. J. Study of the convective drying of pumpkin (*Cucurbita maxima*). **Food and bioproducts processing**, 89(4), p. 422-428, 2011.

GUTIERREZ, H. Y DE LA VARA, R. **Análisis y diseño de experimentos**. México: McGRAW-HILL/ Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2012.

HERRERA, A. A. *Manejo poscosecha de la uchuva en producción, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.)*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Colombia, 2009.

HOLDSWORTH, S. D. Y SIMPSON, R. **Tratamiento térmico de los alimentos envasados**. Washington State University USA: Springer Cham Heidelberg, 2016.

IBARZ, A. Y BARBOZA, G. **Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos**. México: Ediciones Mundi-Prensa, 2014.

MOHAMMAD, U. H. J., AZHARUL, K., KUMAR, C., BROWN, J. R. *Porosity Establishing the Relationship between Drying Parameters and Dried Food Quality*. Universidad de Wisconsin-Madison, EE.UU.: Richard W. Hartel, 2016.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4580. *Fruta fresca, Uchuva, Especificaciones*. **Instituto Colombiano de Normas Técnicas**. Bogotá, 1999.

LUCHESE, C. L., GURAK, P. D., Y FERREIRA, L. D. Osmotic dehydration of physalis (*Physalis peruviana* L.): Evaluation of water loss and sucrose incorporation and the quantification of carotenoids. *LWT - Food Science and Technology*, 63(2), p. 1-9, 2015.

PUENTE, L. A., PINTO, C. A., CASTRO, E. S. Y CORTES M. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit. **A review. Food, Research International**, 44, p. 1733-1740, 2011.

RAO, M. A., RIZVI, S. H., DATTA, A. K. Y AHMED, J. **Ingeniería de propiedades de alimentos**. London New York: CRC Press, 2014.

RATTI, C. *Advances in Food Dehydration* (Vol. 5). United States of America: Taylor y Francis Group, 2009.

SERPIL, S. Y SERVET, G. S. **Propiedades físicas de los alimentos**. Zaragoza – España: Acribia, S.A, 2009.

SINGH, P. Y HELDMAN, D. **Introducción a la Ingeniería de los Alimentos**. Zaragoza – España: Acribia, S.A, 2014.

TACANGA, A. *Características y propiedades funcionales del aguaymanto (Physalis peruviana L.)*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú, 2015.

TOLEDO, R. T., SINGH, R. K. Y KONG, F. **Fundamentals of food process engineering** (Nº. 664 T65 1980.). New York: Van Nostrand Reinhold, 2018.

VÁSQUEZ, J. E., OCHOA, C. I. Y BUSTOS, M., Effect of Chemical and Physical Pretreatments on the Convective Drying of Cape Gooseberry Fruits (*Physalis peruviana*), doi:10.1016/j.jfoodeng.2013.06.037, J. Food Eng, 119(3), 648–654, 2013.

VEGA, G. A., PUENTE, D. L., LEMUS, M. R., MIRANDA, M. Y TORRES, M. J. El modelado matemático del secado en capa fina Cinética de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Diario de Procesamiento y conservación de alimentos Chile**, 38, p. 728-736, 2012.

WERNECKE, R. Y WERNECKE, J. **Humedad industrial y Medición-Una guía práctica**. Alemania: Edición, Wiley-VCH Verlag GmbH y Co. KGaA, 2014.

WU, S. J., TSAI, J. Y., CHANG, S. P., LIN, D. L., WANG, S. S. Y HUANG, S. N. Supercritical carbon dioxide extract exhibits enhanced antioxidant and anti-inflammatory activities of *Physalis peruviana*. *Journal of Ethnopharmacology*. 108, p. 407-413, 2006.

YASIN, O., AYSUN, O. Y SENEM, T. Efecto de dos tratamientos previos de inmersión en la cinética de secado de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). **Instituto Central de Investigación de Horticultura-Turquía**. 11 (1), p. 40-47, 2015.

YOUSSEF, K. M. Impacto de la temperatura de secado caliente y velocidad del aire en la cinética de secado, color, fotoquímicos y actividad antioxidante de Uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Ciencia de alimentos de frutas y lácteos Egipto**, 6 (1), p. 23 – 40, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aguaymanto 59, 60, 61, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72

Aislante térmico 85

Alimentos 1, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 48, 49, 57, 63, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 86, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 108, 117, 123, 124, 127, 128

Antioxidante 6, 47, 48, 49, 53, 54, 56, 57, 58, 60, 72, 116, 121, 124

Atividade antioxidante 6, 47, 48, 54, 56, 57, 58

B

Bandinha de feijão 1, 4, 5, 11, 14, 17

Bioindicators 74

Biotecnologia 116

C

Cana-de-açúcar 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 44, 45, 74

Cinética de secado 59, 61, 64, 65, 72

Classificação 1, 3, 4, 82, 108

Compostos fenólicos 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58

Covid-19 99, 100

D

Difusividad efectiva 59, 60, 67, 70

E

Eficiencia energética 85

Emergência 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

Empratamento 99, 100, 103

Ensino remoto 99

F

Farinha da casca da pitaya 47, 49, 50, 52, 54, 56, 57

Fermentação 7, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 99, 100, 103, 104, 106, 116, 119, 120, 122, 123

Fotografia 99, 100, 101, 102, 103, 105

G

Germinação 101, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 120

L

Leguminosa 1, 2, 3, 9

M

Microrganismos isolados 34

Modelamiento 59

N

Napier grass 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82

Nematicidas 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31

Nematoídes 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 31

P

Phaseolus vulgaris L 1, 2, 4, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18

Polifenóis 6, 7, 48, 49, 116, 123, 124

Produtividade agrícola 19, 20, 21, 24

Propiedades geométricas 59, 60, 63

Q

Qualidade fisiológica 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115

S

Saccharomyces cerevisiae 33, 34, 45, 46, 119, 120, 126

Sistema de refrigeración 85

Soil quality 74, 77, 80

V

Valor nutricional 1, 3, 6, 59

Z

Zea mays L. 107, 108, 109

GESTÃO DA QUALIDADE E (BIO)TECNOLOGIA APLICADA A ALIMENTOS



-  www.arenaeditora.com.br
-  contato@arenaeditora.com.br
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  www.facebook.com/arenaeditora.com.br

GESTÃO DA QUALIDADE E (BIO)TECNOLOGIA APLICADA A ALIMENTOS



-  www.arenaeditora.com.br
-  contato@arenaeditora.com.br
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  www.facebook.com/arenaeditora.com.br