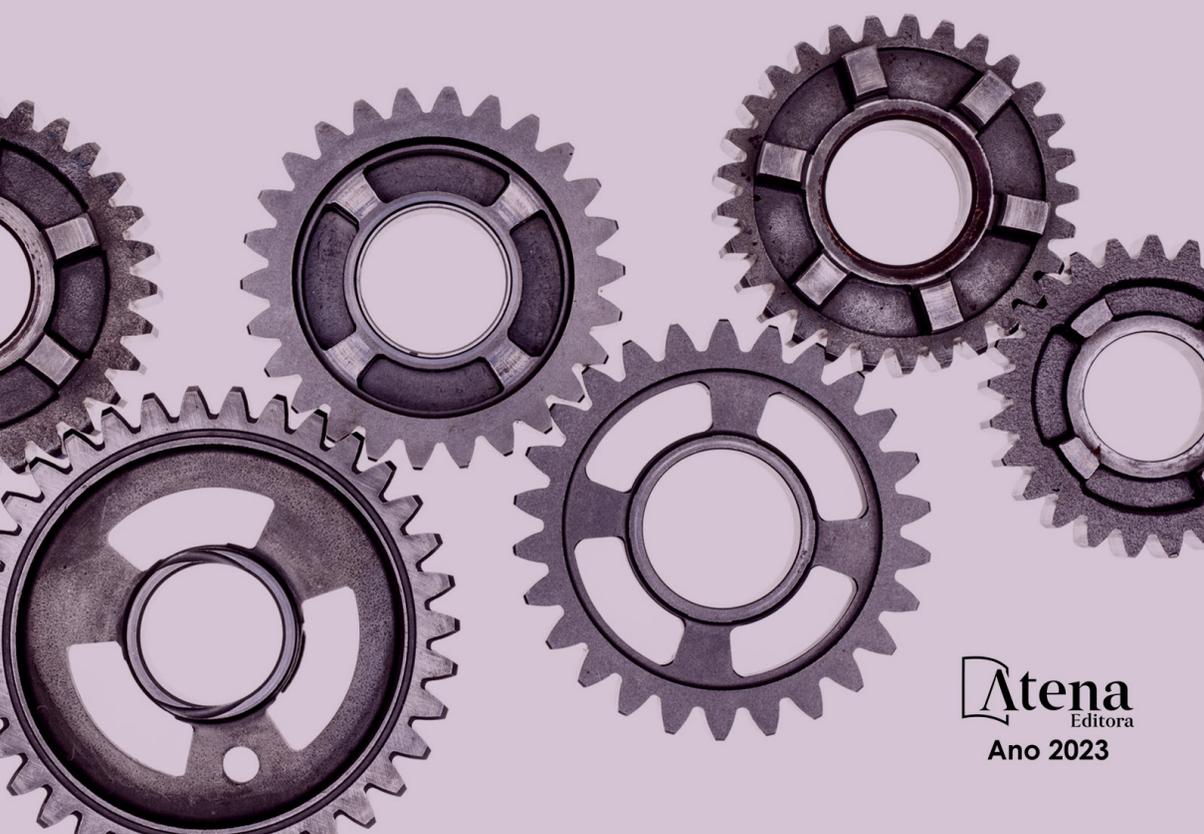


# INGENIERÍA:

Innovación, ciencia y tecnología

Organizadora:

Amanda Fernandes Pereira da Silva



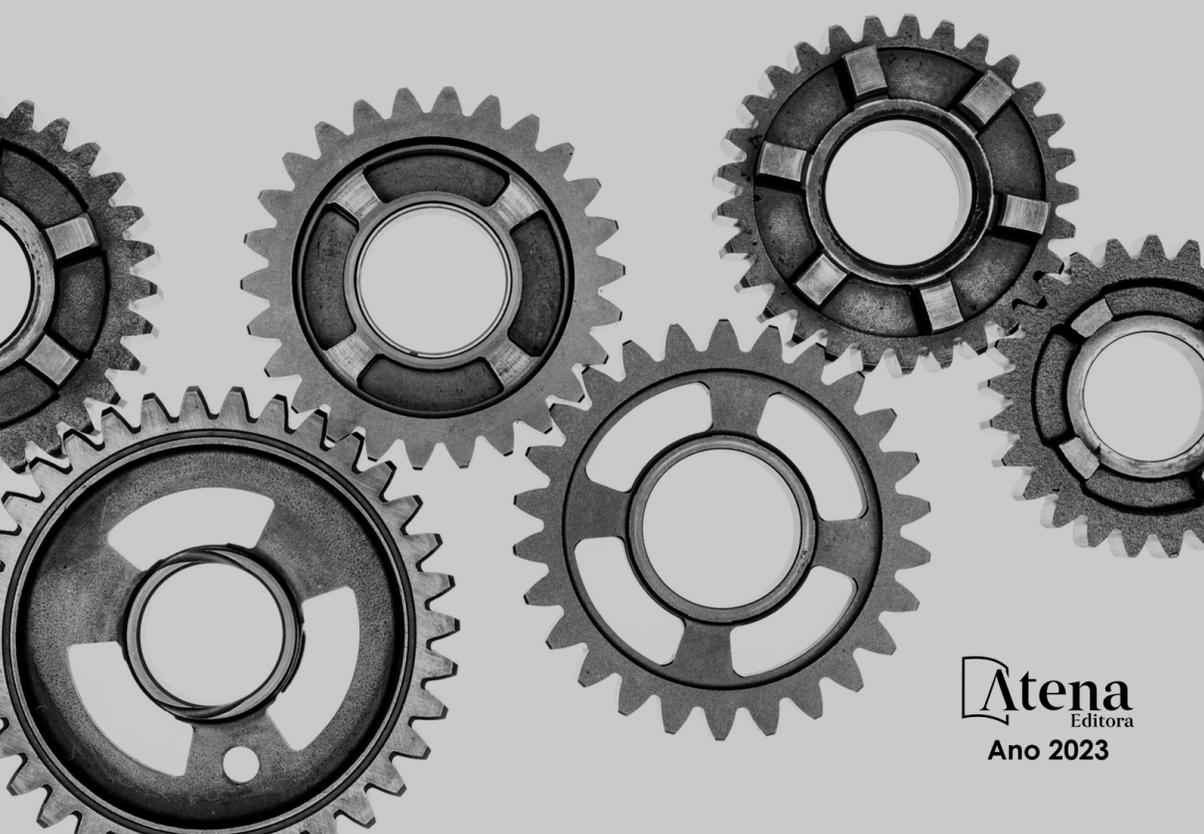
**Atena**  
Editora  
Año 2023



# INGENIERÍA:

Innovación, ciencia y tecnología

Organizadora:  
Amanda Fernandes Pereira da Silva



**Atena**  
Editora  
Ano 2023

**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

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas

Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Profª Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

## Ingeniería: innovación, ciencia y tecnología

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Soellen de Britto  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Amanda Fernandes Pereira da Silva

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
l46	<p>Ingeniería: innovación, ciencia y tecnología / Organizadora  Amanda Fernandes Pereira da Silva. – Ponta Grossa -  PR: Atena, 2023</p> <p>Formato: PDF  Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  Modo de acesso: World Wide Web  Inclui bibliografía  ISBN 978-65-258-1952-5  DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.525232410">https://doi.org/10.22533/at.ed.525232410</a></p> <p>1. Ingeniería. I. Silva, Amanda Fernandes Pereira da  (Organizadora). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 620</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://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.

La producción de artículos académicos en la tríada de ingeniería, tecnología y desarrollo representa la base del progreso científico contemporáneo. Estos vehículos de comunicación científica son cruciales para la difusión del conocimiento, permitiendo la validación y mejora de ideas y descubrimientos. A través de rigidez metodológica y fundamentos teóricos, dichos artículos brindan credibilidad y confiabilidad a los avances científicos alcanzados.

En el contexto de la ingeniería, los artículos académicos materializan la esencia de la innovación y el desarrollo tecnológico. Estos documentos son el vehículo principal para difundir nuevos métodos, materiales y proyectos, permitiendo la replicabilidad y la aplicación práctica de las soluciones propuestas. Además, permiten la construcción de un cuerpo de conocimientos coherente y evolutivo, crucial para el progreso de la disciplina.

La tecnología, a su vez, encuentra en la producción de artículos académicos la validación de sus aplicaciones y la demostración de su efectividad. A través de experimentación controlada y análisis detallado, los artículos proporcionan un marco crítico para evaluar y mejorar las tecnologías emergentes. Este proceso contribuye decisivamente a la selección y adaptación de las soluciones tecnológicas más adecuadas para satisfacer demandas específicas.

En el contexto del desarrollo, los artículos académicos consagran las estrategias y políticas que impulsan el progreso socioeconómico. Al documentar los resultados de las intervenciones y políticas, dichos artículos proporcionan una base empírica esencial para guiar las decisiones y acciones futuras. De esta manera, catalizan la optimización de los recursos invertidos, promoviendo un desarrollo sostenible y equitativo.

En resumen, la elaboración de artículos académicos en el campo de la ingeniería, la tecnología y el desarrollo no es sólo un ejercicio académico, sino un imperativo para el avance de la sociedad contemporánea. Estos registros científicos son los pilares que sustentan la evolución de la ciencia aplicada, brindando un legado de conocimiento sólido y progreso sostenido para las generaciones futuras que se puede ver en este trabajo.

¡Buena lectura!

Amanda Fernandes Pereira da Silva

**CAPÍTULO 1 ..... 1****CARGADOR DE MÓVIL PARA BICICLETAS**

Alfonso Jorge Quevedo Martínez  
 Martín Hernández Hernández  
 Esiquio Martín Gutiérrez Armenta  
 Marco Antonio Gutiérrez Villegas  
 Israel Isaac Gutiérrez Villegas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5252324101>

**CAPÍTULO 2 ..... 7****COMPARATIVO DEL SECADO SOLAR Y HORNO ELÉCTRICO MEDIANTE UN ESTUDIO DE COLORIMETRÍA EN PLANTAS AROMÁTICAS**

Margarita Castillo Téllez  
 Beatriz Castillo Téllez  
 Diana C. Mex Álvarez  
 Gerardo A. Mejía Pérez  
 Julio A. Gutiérrez González  
 Joahan J García Narvaez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5252324102>

**CAPÍTULO 3 ..... 17****ELECTRODOS DE SILICIO AMORFO PARA BATERÍAS DE ION-LITIO**

Barrio R.  
 González N.  
 Morant C.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5252324103>

**CAPÍTULO 4 ..... 32****ESTUDIO DE LA CONVECCIÓN MIXTA ALREDEDOR DE UN CILINDRO PARA UN FLUIDO NO NEWTONIANO**

José Melesio Sánchez Huerta  
 Luis Arturo Navarro Baena

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5252324104>

**CAPÍTULO 5 ..... 44****EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ÁCIDO OXÁLICO DURANTE EL PROCESO DE CONGELADO DE LA OCA (*oxalis tuberosa* Mol) EN EL PROCESAMIENTO DE LA KCAYA**

Olivia Magaly Luque Vilca  
 Lenin Quille Quille  
 Rocio Maritza Escarcena Quispe  
 Noe Benjamin Pampa Quispe  
 Tania Jakeline Choque Rivera  
 Carlos Ricardo Hanco Cervantes  
 Yimy Hanco Cayllahua  
 Edgardo Martín. Figueroa Donayre  
 Jhon Richard Huanca Suaquita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5252324105>

**CAPÍTULO 6 .....55**

LOS MEMES COMO RECURSO EN LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS PROFESIONALES: CREATIVIDAD E IMAGINACIÓN

Javier Eduardo Viau  
 María Alejandra Tintori Ferreira  
 Natalia Vanesa Bartels  
 Carmen Benitez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5252324106>

**CAPÍTULO 7 .....62**

MODELO EMPÍRICO PARA ESTIMAR VALORES DE ÍNDICE ULTRAVIOLETA

Ciro William Taipe Huamán  
 Matias Huillca Arbieto  
 Eva Genoveva Mendoza Mamani  
 Leandro Paucara Cahuana  
 Marisol Rojas Barreto  
 Russel Allidren Lozada Vilca  
 Valeriano Pari Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5252324107>

**CAPÍTULO 8 .....70**

PERCEPCIÓN SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS EN EL SECTOR HOTELERO DE VALLADOLID, YUCATÁN

Delghi Yudire Ruiz Patrón  
 Jesús Antonio Santos Tejero  
 Mirna Yamili Yam Puc  
 José Efraín Ramírez Benítez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5252324108>

**CAPÍTULO 9 .....84**

RELEVAMIENTO DE PERCEPCIONES SOBRE LA VIRTUALIDAD PARA DECISIONES DE GESTIÓN EN PANDEMIA COVID-19

María Velia Artigas  
 Stella Maris Figueroa  
 Guillermo Lombera  
 Lucrecia Moro  
 Diego Paladino  
 Leticia María Seijas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5252324109>

**CAPÍTULO 10.....97**

MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS EN LA ESTRUCTURA DE UN TECHO: ESTUDIO DE CASO

Amanda Fernandes Pereira Da Silva

Marcos Alécio Campos Da Silva  
Diego Silva Ferreira  
Hildegard Elías Barbosa Barros  
Lilian Vitória Viana Lima Santos  
Elías Antonio De Sousa Gomes  
Natanael Da Silva Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52523241010>

**SOBRE A ORGANIZADORA ..... 107**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 108**

# COMPARATIVO DEL SECADO SOLAR Y HORNO ELÉCTRICO MEDIANTE UN ESTUDIO DE COLORIMETRÍA EN PLANTAS AROMÁTICAS

*Data de aceite: 02/10/2023*

### **Margarita Castillo Téllez**

Universidad Autónoma de Campeche  
Facultad de Ingeniería  
San Francisco de Campeche, Campeche

### **Beatriz Castillo Téllez**

Universidad de Guadalajara  
Centro Universitario de Tonalá  
Guadalajara, Jalisco

### **Diana C. Mex Álvarez**

Universidad Autónoma de Campeche  
Facultad de Ingeniería  
San Francisco de Campeche, Campeche

### **Gerardo A. Mejía Pérez**

Universidad de Guadalajara  
Centro Universitario de Tonalá  
Guadalajara, Jalisco

### **Julio A. Gutiérrez González**

Universidad Autónoma de Campeche  
Facultad de Ingeniería  
San Francisco de Campeche, Campeche

### **Joahan J Garcia Narvaez**

Universidad Autónoma de Campeche  
Facultad de Ingeniería  
San Francisco de Campeche, Campeche

de plantas medicinales para tratar enfermedades, así como aromáticas para el uso gastronómico. Actualmente se conocen muchas especies con características importantes para aliviar muy diversos problemas de salud, principalmente en las áreas rurales, donde la utilización de estos recursos es muy elevada, incluso llega a sustituir casi de manera completa a la medicina científica. En este trabajo se presenta la deshidratación de plantas medicinales y aromáticas que se cultivan en el Estado de Campeche mediante tecnologías solares directas e indirectas con el fin de evaluar la influencia del flujo de aire y temperatura en el color del producto final mediante la escala  $L^*a^*b^*$ , analizándose durante el proceso de secado la actividad de agua y humedad. Los resultados experimentales mostraron que el secador solar directo con convección forzada presenta un cambio poco significativo de color en un tiempo de secado de 7 horas en promedio, garantizando la nula proliferación bacteriana y alcanzando una humedad final entre 9 % y 11 %.

**PALABRAS CLAVE:** Secado solar, Escala CIELAB, Colorimetría, Cinética de secado

**RESUMEN:** Desde hace miles de años, los seres humanos han utilizado cientos

## 1 | INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los registros históricos, el cultivo de plantas aromáticas y medicinales es tan antiguo como el propio ser humano, ya que, desde la antigüedad se ha sacado provecho a la herboristería desde aplicaciones medicinales hasta el uso de las mismas de manera aromática y para enriquecer los sabores en nuestra gastronomía mexicana.

El uso dado a cada una de las plantas comenzó con la clasificación en plantas con propiedades curativas y aquellas que poseen un agradable aroma. Si bien, no todas las plantas aromáticas son medicinales ni viceversa. Sin embargo, según estudios, se ha encontrado que aproximadamente un 80% de las especies vegetales resultan pertenecer a ambas clasificaciones, cumpliendo con propiedades tanto curativas como medicinales.

Tenemos como primer ejemplo de ellas a la Hierbabuena (*Mentha sativa L.*) ofreciendo un fuerte aroma debido al mentol (componente de sus aceites esenciales) que la distingue de las demás plantas, por lo que es excelente para la gastronomía, obtención de su esencia, como aromatizante en repostería y a su vez contando con propiedades antiespasmódicas, antisépticas, colerético, analgésico, entre muchas más.

Como segundo ejemplo tenemos a la Menta (*Mentha x piperita L*) con propiedades antiespasmódicas y antisépticas, de gran provecho en el tratamiento de enfermedades respiratorias, estomacales y del hígado al igual que en alteraciones cardiacas e hipertensión, pero de igual manera con características aromáticas que permiten utilizarla en la industria de alimentos, para la preparación de vinagres aromáticos e incluso en cosméticos debido a su alto contenido de mentol que es el principal responsable de su aroma.

Ambas plantas son pertenecientes al grupo de las herbáceas y arbustos debido a que pueden o no formar madera, contando con tejidos tiernos en el caso del primer grupo.

## 2 | DATOS Y METODOLOGÍA

Se presenta el estudio experimental del proceso de secado de dos plantas, analizando las hojas de hierbabuena (*Mentha sativa L.*) y las hojas de menta (*Mentha x piperita L*), elegidas debido a que son clasificadas como plantas aromáticas y a su vez cuentan con propiedades medicinales.

El objetivo principal de este estudio es el de analizar las condiciones de su secado con respecto de su colorimetría. Esto se logró gracias a tecnologías solares que, en este caso se optó por un secador solar tipo gabinete debido a que la radiación directa es el principal factor que afecta la coloración de las hojas, y un secador convencional con calentamiento eléctrico no convectivo a una temperatura aproximada de 55 °C, ya que ésta es la temperatura óptima de secado en hojas.

Se seleccionaron hojas maduras de las plantas para proceder a cortar y separarlas de las ramas y así obtener un grupo homogéneo. Los factores de selección fueron la

frescura, madurez y color de las hojas. Seguidamente se lavaron y pesaron para medir el ancho, largo y espesor. Y en ambos secadores se registraron tanto el peso y tamaño de las muestras, como la temperatura alcanzada al interior y exterior (ambiente), la irradiancia solar y la humedad relativa.

### **Colorimetría y sistema CIELAB**

Como parte de la metodología y para lograr describir el comportamiento de los parámetros climatológicos que influyen en el secado y deshidratación se presenta el estudio de la colorimetría, ciencia que estudia la medida de los colores y las técnicas se basan en la medida de la absorción de radiación en la zona visible por muestras o sustancias coloradas. Existe el sistema CIELAB que es normalmente utilizado para determinar los colores cuando de alimentos se trata, en él, la  $L^*$  representa el centro del eje, definiendo la claridad y mostrando  $L=0$  (negro o absorción total) en el fondo, la  $a^*$  denota el valor rojo-verde, corriendo de izquierda a derecha y la  $b^*$  el valor amarillo-azul, representando un cambio que corre hacia el color amarillo.

De igual manera se presenta el estudio de las cinéticas y velocidad de secado, así como el contenido de humedad obtenidas en ambos tipos de secadores para finalmente correlacionar ambos resultados con los parámetros colorimétricos.

### **Secador solar tipo gabinete**

Para el secador solar directo tipo gabinete se empleó de material plástico transparente construido con una superficie de tratamiento de  $0.5 \text{ m}^2$ . Conteniendo una cámara con una charola absorbidora de la radiación solar que permite colocar la muestra o producto. Cuenta con perforaciones en las partes del fondo, trasera y laterales que permiten la circulación y extracción del aire húmedo caliente. En la superficie frontal se tiene una pendiente de  $20^\circ$  que permite aprovechar la radiación solar incidente, y que la condensación y escurrimiento del agua se lleve a cabo de manera adecuada.

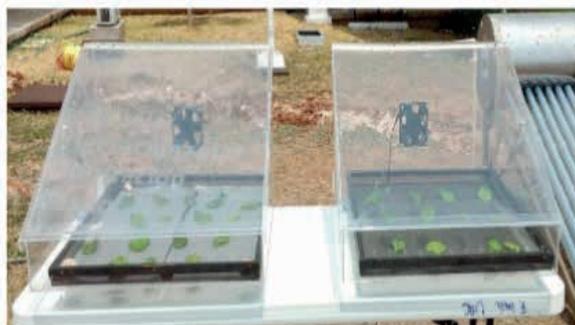


Imagen 1 Secador solar tipo gabinete

## Secador convencional con calentamiento eléctrico no convectivo

Para la obtención de la cinética de secado se empleó un secador convencional con calentamiento eléctrico marca Riossa que no cuenta con convección de aire, registrándose la pérdida de peso a través de un software, variando las temperaturas de secado.



Imagen 2 Secador convencional con calentamiento eléctrico no convectivo

### Instrumentación:

**Peso de las muestras.** Para medir el peso de las muestras se utilizó una balanza Boeco, modelo BPS40plus con una precisión de  $\pm 0.001\text{g}$ .

**Temperatura.** Con ayuda de un termo higrómetro marca Brannan se logran tomar estas mediciones dentro de las cámaras de secado, cuentan con una precisión de temperatura y humedad relativa de  $\pm 1^\circ\text{C}$  y  $\pm 3\%$ , respectivamente.

**Humedad.** Se utilizaron dos balanzas con analizador de humedad, marca Ohaus MB45, con una precisión de  $\pm 0.01\%$  mg respectivamente. Para esto se colocaron muestras de aproximadamente 1.0 g y se procedió a su deshidratación para poder obtener los valores de humedad. Procedimiento realizado antes y después del secado de la hoja.

Para determinar la estabilidad de los alimentos con respecto a la humedad ambiental se utilizó un equipo de la marca Rotronic Hygropal portátil con una precisión de  $\pm 0.01\%$  mg.

**Color.** Para realizar las pruebas de medición de color tanto en las muestras frescas como en las deshidratadas, se utilizó un colorímetro digital marca Huanyu, modelo SC-10, repetibilidad  $\leq 0.03 \Delta E^* ab$ .

**Parámetros climatológicos.** La estación meteorológica ubicada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche registró los parámetros meteorológicos a lo largo del periodo de pruebas. Las características (datos del fabricante) son los mostrados en la Tabla 1:

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MODELO	ERROR MÁXIMO
Radiación global	Piranómetro marca LI-COR	LI-200R	Azimut: <math>\pm 1\%</math> sobre 360° a 45° de elevación
Humedad relativa	NRG Systems	RH-5X	$\pm 3\%$
Temperatura ambiente	NRG Systems	110S	$\pm 1.1^{\circ}\text{C}$
Dirección del viento	NRG Systems	Series #200P	$\pm 3^{\circ}$
Anemómetro	Windsensor	P2546C-OPR	$\pm 0.3\text{ m/s}$

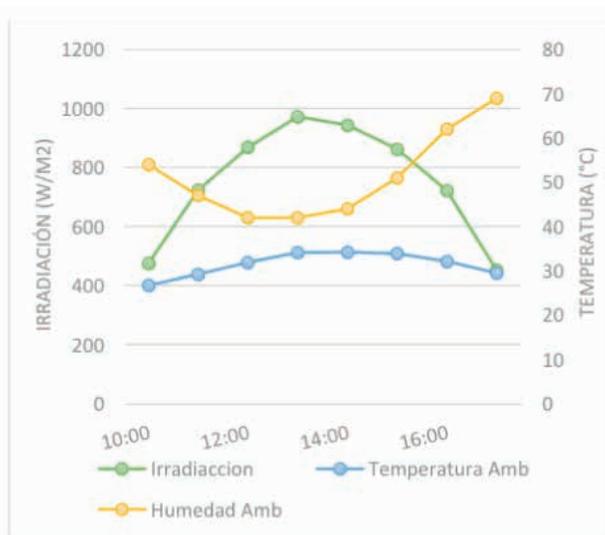
Tabla 1 Características y descripción de los instrumentos de medición de la estación meteorológica

Fuente: Elaboración propia con datos del proveedor.

### 3 I RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Secado Solar de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche. Teniendo como periodo de pruebas del 1 de marzo al 30 de junio del 2019.

En la Gráfica 1 se muestra el comportamiento de los parámetros climatológicos, tomando como referencia un día de prueba soleado, siendo el 23 de marzo en este caso. Se puede observar que la irradiancia global máxima alcanzó los  $972\text{ W/m}^2$ , siendo el intervalo de los valores máximos promedio entre  $868.7\text{ W/m}^2$  y  $943.5\text{ W/m}^2$ . Tuvimos la medición de la temperatura ambiente máxima de  $34.2^{\circ}\text{C}$ , oscilando entre los  $33.8$  y  $34^{\circ}\text{C}$  como intervalo de valores máximos y siendo el promedio de  $33.9^{\circ}\text{C}$ . Por otro lado, el valor mínimo alcanzado de humedad relativa fue del  $80\%$  y el promedio mínimo en los días de prueba osciló entre  $79\%$  y  $82\%$ .



Gráfica 1 Irradiancia solar global, temperatura ambiente y humedad relativa el día 4 de abril del 2019.

Fuente: Elaboración propia

## Cinéticas de Secado

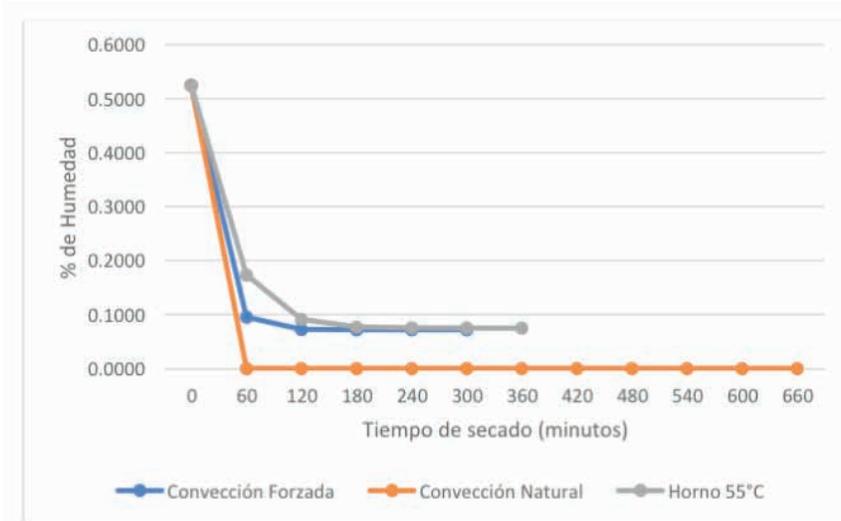
Se hicieron pruebas de deshidratación de las hojas de plantas aromáticas obteniendo las cinéticas de secado a temperaturas controladas de 55°C, en un secador solar tipo gabinete con convección natural y convección forzada, realizando tres experimentos en cada caso, empezando las cinéticas con 10 g de hojas frescas aproximadamente. En la Tabla 2, se presentan las humedades y actividad del agua iniciales y finales promedio de las hojas frescas y secas. Las humedades iniciales y finales presentaron valores dentro de los rangos reportados en la literatura como normales. Los valores finales de la aw indican que no hay posibilidad de crecimiento microbiano en el producto deshidratado obtenido.

<b>Convección Natural</b>				
<b>Planta aromática</b>	<b>Humedad inicial (%)</b>	<b>Humedad final (%)</b>	<b>Aw inicial</b>	<b>Aw final</b>
Hierbabuena	79.58	8.74	0.96	0.53
Menta	81	13.57	0.95	0.56
<b>Convección Forzada</b>				
<b>Planta aromática</b>	<b>Humedad inicial (%)</b>	<b>Humedad final (%)</b>	<b>Aw inicial</b>	<b>Aw final</b>
Hierbabuena	79.58	11.03	0.96	0.5
Menta	82	11	0.95	0.4
<b>Horno a 55°C</b>				
<b>Planta aromática</b>	<b>Humedad inicial (%)</b>	<b>Humedad final (%)</b>	<b>Aw inicial</b>	<b>Aw final</b>
Hierbabuena	79.58	11.11	0.96	0.5
Menta	82	10	0.95	0.4

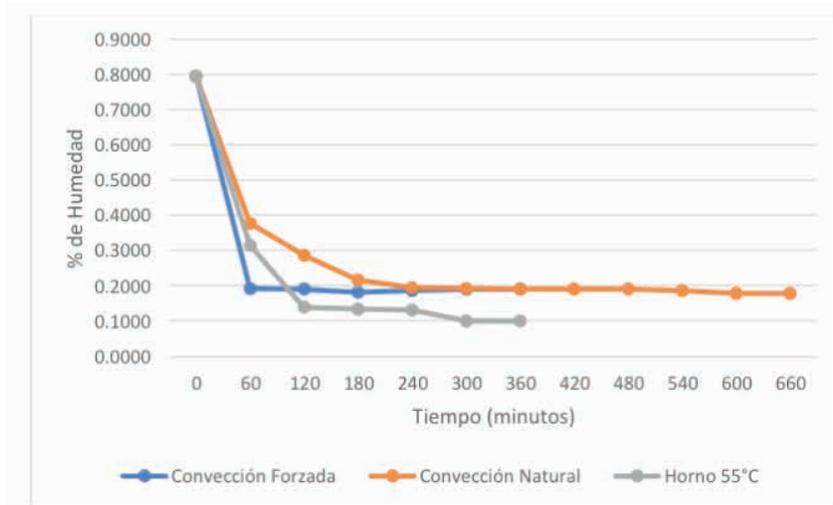
Tabla 2 Humedades (%) y actividad del agua (aw) para las tres temperaturas seleccionadas.

**Fuente: Elaboración propia**

En la Gráfica 2 y 3 se presenta el contenido de humedad con respecto del tiempo en las hojas de estudio. Se puede observar que, en el caso de la Hierbabuena, la cinética de secado fue más rápida con convección natural, mientras que con la Menta lo fue con convección forzada. Los tiempos de secado para ambos casos se redujeron a 120 min. Finalmente, en el caso del secador con convección forzada resultó ser más lento ya que la hierbabuena se terminó de secar a los 660 min al igual que la menta en la aplicación de este método.



Gráfica 2 Variación del contenido de humedad respecto al tiempo de secado de la Menta en condiciones controladas a 55 °C y secadores solares con convección natural y convección forzada.



Gráfica 3 Variación del contenido de humedad respecto al tiempo de secado en condiciones controladas a 55 °C y secadores solares con convección natural y convección forzada.

## Estudio de Colorimetría.

Se presentan en las tablas 3 y 4 de manera resumida los resultados obtenidos en las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en los diferentes modos de operación de los secadores solares y en un horno a 55°C.

Hoja de Hierbabuena	Tecnología Solar	Medición de color en fresco		Medición de color en seco		Color	Muestra seca
		L*	a*	L*	a*		
FRESCA	Convección natural	L*	39.78	L*	30.02		
		a*	-5.54	a*	6.90		
		b*	20.83	b*	12.91		
	Convección forzada	L*	39.78	L*	40.64		
a*		-5.54	a*	-1.31			
 	Horno a 55°C	b*	20.83	b*	14.44		
		L*	39.78	L*	41.51		
		a*	-5.54	a*	1.46		
	b*	20.83	b*	22.26			

Tabla 3 Resultados del estudio de colorimetría obtenidos en la hoja de hierbabuena.

Fuente: Elaboración propia

Hoja de Menta	Tecnología Solar	Medición de color en fresco		Medición de color en seco		Color	Muestra seca
		L*	a*	L*	a*		
FRESCA  	Convección natural	L*	37.8	L*	21.47		
		a*	-6.27	a*	7.46		
		b*	15.69	b*	14.26		
	Convección forzada	L*	37.8	L*	40.64		
		a*	-6.27	a*	1.31		
		b*	15.69	b*	14.44		
	Horno a 55°C	L*	37.8	L*	16.97		
		a*	-6.27	a*	7.42		
		b*	15.69	b*	14.0		

Tabla 4 Resultados del estudio de colorimetría obtenidos en la hoja de menta.

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 3 y 4 se puede observar que en el caso del modo de operación con convección natural:

Los tres parámetros medidos son: luminosidad (L), enrojecimiento (a) y amarillez (b). El valor de L varía de 100 (para blanco perfecto) a 0 (para negro) (Doymaz, 2002), entonces, la diferencia en la claridad es analizada mediante  $\Delta L$  y la desviación del punto acromático rojo-verde es  $\Delta a$ , mientras que la desviación de amarillo-azul es  $\Delta b$ ; finalmente, el cambio total de color es  $\Delta E$ .

Los resultados obtenidos indican que en el caso del secador que funcionó con convección natural mostró un incremento importante de  $a^*$ , lo cual revela una tendencia hacia los colores rojizos y, por lo tanto, disminución del color verde; la luminosidad disminuyó en las tres plantas de forma muy similar. Fue muy notable la conservación del color verde tanto en convección forzada como en el horno a 55 °C, en comparación con convección natural. En lo que respecta a  $b^*$ , en los tres casos disminuyó este valor, esto indica una tendencia hacia los colores grises.

## 4 | CONCLUSIONES

La cinética de secado fue más rápida con convección natural, los tiempos de secado para cada planta con este modo de operación en el caso de la hierbabuena y menta se redujo a 200 min, pero se presentó en todos los casos analizados un incremento del parámetro  $a^*$ , lo cual indica un acercamiento a los colores rojizos en este modo de operación. En horno fue muy similar en ambas plantas: la cinética en la hierbabuena y en la menta se estabilizó en 300 min, en el caso del secador con convección forzada la hierbabuena y la menta se terminaron de secar en 400 min por lo tanto la cinética fue más larga, con una diferencia entre 30 min y 60 min, esta diferencia de tiempo se compensa con la conservación de la coloración, muy semejante al horno. En todos los casos hubo una disminución de  $L^*$ , es decir, más acercamiento a los colores opacos, acentuándose en la convección natural.

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que en los dos casos analizados se obtuvo un producto deshidratado en el que se garantiza la nula proliferación de microorganismos patógenos además de una humedad final semejante a los productos que se encuentran comúnmente en los mercados, por lo tanto, es factible el secado solar, específicamente utilizando convección forzada puesto que mantiene mejores propiedades de coloración al finalizar el secado, logrando de esta forma un ahorro energético importante para los productores del país, contribuyendo además al cuidado del medio ambiente y apoyando en evitar el uso de energía convencional fomentando el aumento de las energías renovables.

## REFERENCIAS

[1] Montalván Miguel (Junio 2003). Plantas curativas, plantas aromáticas. Artículo por la Facultad de Ciencias Pecuarias y Agroindustriales PDF.

[2] Sánchez Ester, García Dinah, Carballo Caridad, Crespo Maritza (1996). Mentha x piperita. Revista Cubana Plantas Medicinales 1(3):40-45 PDF.

[3] PROTEGE (2009). Menta / Menta negra. Artículo por Medicamentos Herbarios Tradicionales.

[4] X-Rite, Incorporated (2002). Guía para entender la Comunicación del Color. PDF.

[5] Waizel Bucay J., Martínez Rico IM. (2007). Plantas empleadas en odontologías. Revista ADM; 64 (5): 173-186

[6] Can Ortiz Genaro Octavio, Aguilar Cordero Wilian de Jesús, Ruenes Morales Rocío. (2017). Médicos tradicionales mayas y el uso de plantas medicinales, un conocimiento cultural que continúa vigente en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México. Teoría y Praxis 21:67-89.

[7] Luardini Maria Arina, Asi Natalina, Garner Mark. (July 2019). Ecolinguistics of ethno-medicinal plants of the Dayak Ngaju community. Language Sciences, 74, 77-84.

**AMANDA FERNANDES PEREIRA DA SILVA** - Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA), Mestra em Ciência e Engenharia dos Materiais pelo Programa de Pós-Graduação (PPGCM) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Doutoranda em Ciência e Engenharia dos Materiais pelo Programa de Pós-Graduação-UFPI. Foi Aluna Especial na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Atuou na área de pesquisa Materiais Magnéticos, Semicondutores e Semicondutores Magnéticos Diluídos com aplicações antibacterianas sob orientação do Professor Doutor Ramón Raudel e Professora Doutora Francisca Araújo. Além disso, seus temas de interesse são: Construção Civil, Patologia das Construções, Materiais da Construção Civil, Perícia Judicial, Concreto, Análise do Comportamento de Solos, Engenharia de Materiais, Ensino de Engenharia e Educação à Distância. Atualmente, está inserida na área de linha de pesquisa de Materiais Conjugados e Poliméricos na Universidade Federal do Piauí-UFPI.

**A**

Ánodos 17, 18, 20, 21, 28  
 Antioxidantes 44, 45, 51, 54

**B**

Baterías de ion-litio 17, 18, 20, 26, 28  
 Bicicleta 1, 2, 3, 6

**C**

Cambio climático 1, 2  
 Cilindro 32, 33, 34, 35, 42  
 Cinética de secado 7, 10, 12, 15  
 Colorimetría 7, 8, 9, 13, 14  
 Congelado Kcaya 45  
 Convección de calor 32

**D**

Desarrollo de la creatividad 56  
 Dinamo 1, 2, 3, 4  
 Dióxido de carbono 2

**E**

Edificio 1, 97, 98, 101  
 Educación superior 2, 61, 85, 86, 94, 95, 96  
 Electricidad 2  
 Electroodos 17, 18, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 29  
 Enseñanza de la física 55  
 Escala CIELAB 7  
 Estructuras de madera 98, 99, 100, 105, 106

**F**

Fluido 32, 33, 34, 35, 37, 40, 41, 42

**G**

Gestión institucional 85, 92

**I**

Índice UV 62  
 Ingeniería 6, 7, 10, 11, 32, 44, 54, 55, 56, 57, 59, 61, 70, 84, 85, 86, 87, 94, 95,

97, 99, 106

Innovación didáctica 55, 56

Interfaz gráfica 62, 63, 66, 68

## **M**

Modelo empírico 62, 63, 68

## **N**

Nanohilos 17, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28

## **O**

Oca 44, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 54

## **P**

Pandemia Covid-19 84

Patología 98, 106

Percepción 70, 72, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 93, 95, 99

Plan de manejo 70, 71, 72, 74, 78

Plantas aromáticas 7, 8, 12, 16

Pseudoplástico 32, 40

## **R**

Reformulación de la práctica docente 56

Residuos sólidos 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 80, 81, 82, 83

## **S**

Secado solar 7, 11, 15

Silicio amorfo 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29

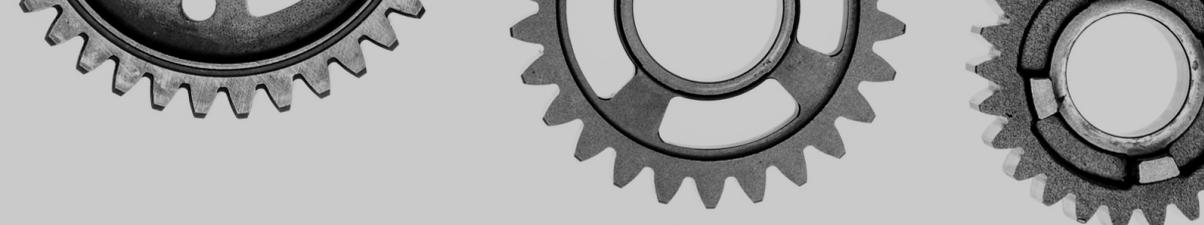
## **T**

Techo 78, 97, 98, 99, 101, 102, 103

Transporte 2, 3, 6, 82, 103

## **V**

Valorización 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 79, 80



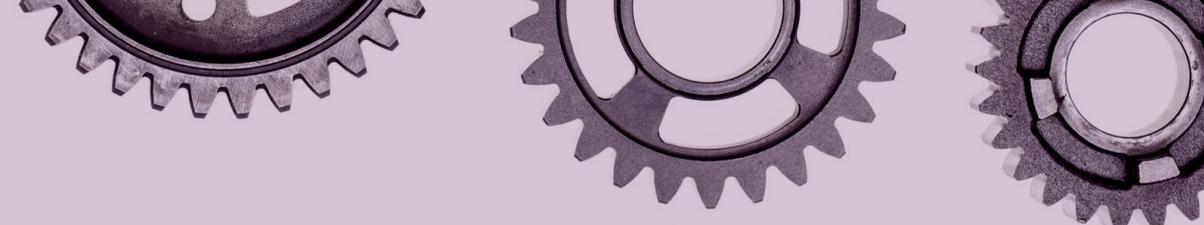
# INGENIERÍA:

Innovación, ciencia y tecnología

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

 **Atena**  
Editora  
Ano 2023





# INGENIERÍA:

Innovación, ciencia y tecnología

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

 **Atena**  
Editora  
Ano 2023

