

Sapiens+

Ciencia, Tecnología e Innovación

Nuestra Comunidad Científica
Dra. Norma Alejandra
Rodríguez Muñoz

Dr. Marcelo Barraza Salas

Premio Estatal de Ciencia,
Tecnología e Innovación

Capacitaciones y Preparación de
Personal

Observación del Eclipse Solar
2024

Diseño, construcción y
lanzamiento de un vehículo
propulsado por motor cohete

¿Cómo defendernos de las
enfermedades transmitidas por
la vía aérea?

¡A la escuela! Retos y claves para
lograr un entorno escolar seguro
frente a la COVID-19

Una segunda vida para los
invernaderos





Sapiens+

CONTENIDO

Nuestra Comunidad Científica
2

Actividades COCyTED
6

**Premio Estatal de Ciencia,
Tecnología e Innovación**
6

**Capacitaciones y Preparación
de Personal**
9

**Observación del Eclipse
Solar 2024**
11



Artículos de Divulgación

14

Diseño, construcción y lanzamiento de un vehículo propulsado por motor cohete

14

¿Cómo defendernos de las enfermedades transmitidas por la vía aérea?

19

¡A la escuela! Retos y claves para lograr un entorno escolar seguro frente a la COVID-19

23

Una segunda vida para los invernaderos

27

Visíta, Comenta y Comparte nuestras Redes Sociales:



DIRECTORIO

DR. ESTEBAN ALEJANDRO VILLEGAS VILLARREAL

Gobernador del Estado de Durango

DR. GUILLERMO ADAME CALDERÓN

Secretario de Educación en el Estado

DR. JOSÉ BETANCOURT HERNÁNDEZ

Director General del COCyTED

C.P. CÉSAR ERNESTO MARTÍNEZ GUERRERO

Director de Administración y Planeación del COCyTED

M.C. SOFÍA CARRILLO LECHUGA

Directora Regional Laguna del COCyTED

DRA. BLANCA DENIS VÁZQUEZ CABRAL

Jefa del Departamento de Desarrollo Científico

M.C. FRANCISCO ZALDÍVAR ORONA

Jefe del Departamento de Formación de Capital Humano

ING. JORGE ENRIQUE CANTELLANO VARGAS

Jefe del Departamento de Difusión y Divulgación de la CTI

Diseño

ING. ADAN EDMUNDO MARTÍNEZ ROSAS

Comunicación Social COCyTED

COMITÉ EDITORIAL

Presidente

DR. RUBÉN FRANCISCO GONZÁLEZ LAREDO

Vocales

DRA. NORMA ALEJANDRA RODRÍGUEZ MUÑOZ

DRA. SOCORRO GONZÁLEZ ELIZONDO

DRA. ANGÉLICA LECHUGA QUIÑONES

M.C. MARÍA DEL CARMEN ORRANTE REYES

DR. MARCELO BARRAZA SALAS

DR. GERARDO MARTÍNEZ AGUILAR

DR. JOSÉ SALAS PACHECO

DR. BENEDICTO VARGAS LARRETA

DR. JAIME SÁNCHEZ SALAS

DR. FRANCISCO CARRETE CARREÓN

DR. JESÚS GUADALUPE ARREOLA ÁVILA

Diseño

Centro de Impresión y Diseño, S.A. de C.V.

Correo de Contacto:

sapiens.cocytcd@gmail.com

Año 5, Número 11 . Impresa en los talleres de Centro de Impresión y Diseño, S.A. de C.V. en Durango, Dgo., México.

Periodicidad de las Publicaciones: Cuatrimestral

Los artículos publicados en esta revista, expresan la opinión de sus autores y no representan forzosamente el punto de vista del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCyTED)

Las imágenes e ilustraciones incluidas en los artículos, son responsabilidad del o los autores del mismo.

EDITORIAL

Estimados lectores y miembros de nuestra comunidad científica, con el inicio de este nuevo número de nuestra revista, nos complace presentarles una serie de artículos y secciones que reflejan el dinamismo y la pasión con que nuestra comunidad científica avanza, enfrentando retos y proponiendo soluciones innovadoras para los desafíos actuales.

En esta edición, se destacan las más recientes Actividades del COCyTED, donde compartimos las últimas noticias y avances que están marcando la pauta en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Además, tenemos el honor de anunciar a los ganadores del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación, un reconocimiento al esfuerzo y dedicación que contribuyen al progreso de nuestra región.

Uno de los focos principales de este número es la preparación y capacitación de nuestro personal científico y técnico, en donde podrán encontrar las últimas actualizaciones que recibieron equipos de personal docente, estudiantil, servidores públicos y público en general para la observación segura del eclipse total de sol. En este mismo tema, la Observación del Eclipse Solar 2024, fue evento astronómico que sin duda capturó la atención de científicos y aficionados y que tendrá una trascendental importancia en la investigación sobre fenómenos astronómicos y marcará la historia de Durango.

Se han preparado artículos especialmente interesantes. “Diseño, construcción y lanzamiento de un vehículo propulsado por motor cohete” nos lleva a los desafíos técnicos y las innovaciones en el campo aeroespacial. “¿Cómo defendernos de las enfermedades transmitidas por la vía aérea?” aborda las estrategias para enfrentar los riesgos de contagios y mejorar nuestra salud pública. “¡A la escuela! Retos y claves para lograr un entorno escolar seguro frente a la COVID-19” ofrece propuestas concretas para asegurar espacios educativos protegidos para nuestros niños y jóvenes. Y, por último, “Una segunda vida para los invernaderos” nos invita a reflexionar sobre la sostenibilidad y la reutilización en el ámbito de la agricultura.

Con cada número, seguimos comprometidos con la misión de promover el intercambio de conocimientos, impulsar el espíritu de colaboración entre investigadores y fortalecer la vinculación entre la ciencia y la sociedad. Les invitamos a disfrutar de esta edición y, como siempre, a continuar impulsando el conocimiento y la innovación en cada uno de sus proyectos.

NUESTRA COMUNIDAD CIENTÍFICA

**Dra. Norma
Alejandra
Rodríguez Muñoz**

La doctora Norma Alejandra Rodríguez Muñoz estudió Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Los Mochis, además de estudios de posgrado dentro del Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad de Sonora. Como estudiante del posgrado realizó estancias de investigación en la Facultad de Información, Medios e Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Colonia FH-Köln (ahora TH-Köln). Desde 2014 es investigadora CONAHCYT en la Subsección Durango del Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C. (CIMAV), donde realiza actividades de investigación y de docencia a nivel posgrado. La doctora es Nivel 1 dentro del Sistema Nacional de Investigadores (SNII) de CONAHCYT e Investigadora Honorífica por el Sistema Estatal de Investigadores (SEI) de Durango; en el año 2021 fue galardonada con el Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Durango, dentro del área de Ingeniería. Las temáticas donde desarrolla investigación son el uso y ahorro de energía en edificaciones; emisiones de dióxido de carbono (CO₂e) relacionadas a la incorporación de materiales, recubrimientos y sistemas de aire acondicionado, y sobre energía renovable, subsidios eléctricos y normativa de eficiencia energética en edificaciones.

La Dra. Norma se describe como persona y como investigadora de una forma muy especial, ya que ella cree que los estudiantes y colegas podrían tener una definición más objetiva. Ella considera que es una persona que trata de ser clara, justa y ecuánime; pero, por otro lado, tanto en el ámbito personal como laboral también puede llegar a ser obstinada e impaciente.

Ella nos comenta que tuvo una razón que le motivó para para incursionar la investigación, y es que ella cree que su involucramiento se dio de forma natural desde sus estudios de bachillerato relacionados a tecnología de alimentos, ya que estuvo muy expuesta al trabajo en laboratorios y talleres. Durante la licenciatura realizó estancias de investigación dentro de los programas de Verano de la Investigación Científica de la Academia Mexicana de Ciencias. La primera ocasión que participó fue en un proyecto de potabilización de agua en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ) en la ciudad de Querétaro y una segunda ocasión dentro de un proyecto de bioenergía a través de residuos agrícolas en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo en Morelia, Michoacán.

Antes de estas participaciones en los veranos científicos no tenía claro lo que era la investigación científica y tecnológica, por lo que está segura que le impulsaron a decidir estudiar un posgrado. Como parte de sus estudios de maestría y doctorado, se fue involucrando en actividades de investigación como las que le llevaron a realizar estancias de investigación en Alemania. El contacto inicial para las estancias fue debido a la asistencia a un Congreso sobre Eficiencia Energética donde se presentaron posibilidades para la colaboración entre la Universidad de Sonora y la Universidad de Ciencias Aplicadas de Colonia dentro del proyecto "ProClima". A partir de ahí, estuvo más consciente de que tenía gusto por las actividades de investigación científica y que a esto se quería dedicar; y como consecuencia se desenvuelve como investigadora en Durango desde hace nueve años.

La Dra. Norma expresa tener satisfacciones gracias a la investigación y que estas han sido en varios rubros, pero destacaría dos principalmente, uno es el acompañar la formación de nuevos investigadores y otro es que a través de su trabajo cotidiano puede contribuir en la generación de conocimiento que aporta hacia la resolución de problemas locales y regionales

Ella nos explica la forma en que su investigación impacta en Durango, pues con su labor en CIMAV-Durango, ha desarrollado proyectos aplicados a vivienda, especialmente vivienda económica o de interés social; por ejemplo, dentro de un proyecto financiado por CONAHCYT se evaluó el comportamiento térmico y energético de viviendas construidas en la ciudad de Durango con la intención de reducir el uso de energía que requieren las casas de familias duranguenses a la vez que se reduce el impacto ambiental de los energéticos requeridos para vivir confortablemente. También, ha colaborado en proyectos relacionados al desempeño de invernaderos de Durango, evaluación de sistemas termosolares, invernaderos abandonados y reingeniería de intercambiadores de calor en procesos industriales y climatización de edificaciones.

La Dra. Norma nos comparte algunas sugerencias personales para mejorar la investigación en Durango, Naturalmente se requiere mayor inversión para el financiamiento de proyectos de investigación. Inculcar la divulgación de aportes derivadas de las investigaciones, así como la aplicación del conocimiento en la resolución de problemas el aporte en desarrollo económico del país. El estado tiene formación de ingenieras e ingenieros, no obstante, cuando se observan las cifras, Durango es de los estados donde se tienen menos personas dedicadas a la investigación ingenieril. En Durango existen 19 personas (de 278) dentro de Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores en el área VIII: Ingenierías y desarrollo tecnológico (SNII, 2023).



Dr. Marcelo Barraza Salas

El Dr. Marcelo Barraza Salas es Químico Farmacéutico Biólogo de Formación por la Facultad de Ciencias Químicas de la UJED, tiene una Maestría y Doctorado en Biología por la Universidad de Guanajuato y actualmente es profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Químicas de la UJED. Es autor de alrededor de 20 artículos científicos en revistas internacionales de alto impacto, así como la publicación de un capítulo de libro, ha dirigido mas de 40 tesis a nivel Licenciatura, Maestría, Doctorado y Posdoctorado.

Es responsable técnico de 2 proyectos financiados por CONACyT y 2 Proyectos financiados por COCYTED. El es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2015, ganador como grupo de trabajo del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación Durango 2013 y miembro del Sistema Estatal de Investigadores como investigador honorífico desde 2020.

Es interesante conocer ¿Cómo se describe como persona y como investigador?, pues el se considera una persona honesta y comprometida con su trabajo y se preocupa por que la nuevas generaciones de jóvenes se enamoren de la investigación.

El Dr. Marcelo Barraza Salas, menciona que su motivación para para incursionar la investigación científica y tecnológica, radica en el hecho de tener la oportunidad de poder contribuir un poco en la resolución de algún problema que aqueje a nuestra sociedad duranguense, el poder explorar nuevos horizontes y de alguna manera poder contribuir para que las nuevas generaciones tengan una mejor calidad de vida.

Como parte de la comunidad científica, el Dr. Marcelo Barraza Salas, reflexiona constantemente en ¿Qué satisfacciones le ha dado la investigación?, y el ha llegado a concluir que siente plenitud laboral pues le importa mucho la sociedad duranguense y procura que su trabajo ayude lo más que pueda, además, el hecho de poder sembrar la semilla en muchos jóvenes para que puedan incursionar en el mundo de la investigación se vuelve algo muy satisfactorio para él.

Para un investigador, el objetivo principal de su trabajo siempre será que el conocimiento que resulte de ello sea aplicado y pueda ayudar a remediar las condiciones actuales de nuestro contexto, así que es inevitable pensar, ¿Cómo impacta su investigación en problemas sociales, ambientales o económicos del estado de Durango?, y actualmente tiene un proyecto que busca desarrollar algunas líneas de conocimiento asociadas a problemas de salud mental, particularmente el suicidio, al ser un problema de salud pública se enfoca en poder aportar información relevante para instituciones de salud pública, privada u organizaciones que lo necesiten, de manera que coadyuve en la implementación de programas de prevención.

Como todas las cosas en nuestro alrededor, la investigación debe nutrirse de la experiencia, del conocimiento y de las nuevas tecnologías que surgen minuto a minuto, por esa razón Durango no puede quedarse rezagado en el área científica o tecnológica, así el Dr. Marcelo Barraza contestó una pregunta interesante desde es punto de vista de un investigador, la cual es, ¿Qué sugiere para mejorar la investigación en Durango?, y en su opinión, se requiere que existan programas que permitan obtener recursos económicos para el desarrollo de la investigación ya que muchas de las veces se invierten recursos propios derivados del salario para el desarrollo de las mismas.

ACTIVIDADES COCYTED

CEREMONIA DE ENTREGA DE RECONOCIMIENTOS DEL PREMIO ESTATAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DURANGO 2023

El 27 de febrero de 2023, se llevó a cabo la Ceremonia de entrega de reconocimientos a los ganadores del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación Durango 2023; gracias al esfuerzo y dedicación de la comunidad científica y tecnológica del Estado, todos ellos merecen ser reconocidos por su trabajo y el conocimiento de gran valor que generan para nuestra entidad.

La ceremonia fue presidida por el Dr. Francisco Ibarra Guel, Subsecretario de Educación Media Superior y Superior y representante del Sr. Gobernador, el Dr. Esteban Villegas, el Dr. José Betancourt Hernández, Director del Consejo de Ciencia y Tecnología y anfitrión de este evento; también nos brindó su compañía el Dr. José Dimas López Martínez Director General de Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, nos acompañó el Dr. Othón Huerta, Subsecretario Académico de la UJED en representación del Rector de la Universidad Juárez del Estado de Durango, igualmente la Mtra. Adriana Murillo, Subdirectora Académica del Instituto Tecnológico de Durango y la Dra. Luz Idalia Valenzuela, quien lanzó un emotivo mensaje a toda la comunidad científica y tecnológica del Estado, haciendo énfasis en el gran esfuerzo que sus colegas hacen día a día para lograr un mejor y mayor conocimiento en favor de nuestra sociedad, animando a que ese esfuerzo sea incansable y persistente, enhorabuena a todas y todos los ganadores de esta edición del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación.

CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE DURANGO





CAPACITACIONES Y PREPARACIÓN DE PERSONAL

Dentro de las actividades previas al avistamiento del Eclipse Total de Sol, en su trayectoria por el Estado de Durango el 8 de abril de 2024, el Consejo de Ciencia y Tecnología, planeó y programó la organización de actividades para la difusión y divulgación de este fenómeno, para instruir y concientizar acerca de este fenómeno astronómico.

Una de las acciones fue realizar conferencias y videoconferencias de capacitación a directivos, docentes, padres de familia, de todos los niveles educativos en todos los municipios del estado. Estas conferencias fueron el escenario perfecto para que asociaciones y grupos astronómicos ayudaran, compartieran conocimiento y sensibilizaran a la sociedad sobre la importancia de la astronomía y el papel que juega en nuestra vida diaria.

Estas conferencias fueron impartidas por Grupo Astronómico de Gómez Palacio, El Grupo Astronómico BACAB, Cazadores de Estrellas A.C., y personal del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango. La estrategia de estas conferencias fue la transmisión de conocimiento de forma exponencial, llegando a capacitar de manera directa e indirecta a más de 83,000 personas, siendo principalmente personal docente de instituciones de educación superior, estudiantes universitarios, docentes de educación media superior, personal administrativo de instituciones educativas, y público en general.





OBSERVACIÓN DEL ECLIPSE SOLAR 2024

Con el objetivo de construir una cultura científica a través de la astronomía en la que no solo niños y jóvenes, sino la sociedad en general conozca más sobre la influencia de los cuerpos celestes y la manera en que estos influyen en nuestro planeta. En varias locaciones del Estado de Durango, se instalaron puntos de avistamiento para observación segura del Eclipse Solar del 8 de abril de 2024, estas locaciones fueron Canatlán, Durango, Gómez Palacio, Nazas, Pueblo Nuevo y San Juan del Río, en donde se atendieron 12,800 asistentes.

Canatlán

El municipio de Canatlán fue uno de los puntos de observación más especiales por su ubicación privilegiada, pues está muy cerca del punto central que fue Nazas, la locación exacta fue el volcán Jaguey, ubicado en la comunidad de Ricardo Flores Magón.

Personas provenientes de Estados Unidos del Instituto de Astronomía de Hawái, del Instituto de astrofísica de Turín Italia, Argentina, Inglaterra, Chile, y de la Universidad de Brno de la República Checa. Durante el evento hubo lanzamiento de cohetes, actividad dirigida por el Dr. Kurt, los investigadores de la UFC, Universidad Central de la Florida y los cazadores de estrellas. En el lugar estuvo el Gobernador del Estado el Dr. Esteban Villegas Villarreal y el Embajador Inglés Joe Benjamín.



Durango

La explanada del Museo Interactivo Bebeleche, se vistió de alegría y expectación gracias a la asistencia de mas de 2,000 asistentes, que con sus gafas protectoras en mano, equipos telescópicos, cámaras y dispositivos móviles pudieron observar de una manera segura el gran evento que el eclipse ofreció. A este lugar arribó turismo proveniente de Ciudad de México, Chihuahua, Estado de México, Monterrey, Sonora y otras partes del mundo como Canadá, Estados Unidos, Alemania e Inglaterra. Durante el evento hubo talleres interactivos impartidos por personal de la UJED, científicos nacionales e internacionales, también estuvo el grupo de Cazadores de Estrellas dando conferencias y explicaciones sobre el fenómeno. En general este fue un gran día para las familias Duranguenses, de nuestro País y del Mundo, así se vivió este gran fenómeno astronómico en nuestro gran Durango.



Nazas

Nazas fue el punto ideal para los investigadores, científicos y cazadores de eclipses, pues se pudo observar en su totalidad y plenitud este magno suceso, gracias a la ubicación geográfica de Nazas fue posible tener el privilegio de observar este fenómeno durante 4 minutos y 28 segundos.

Hubo científicos nacionales e internacionales provenientes de la NASA.

Durante el evento se contó con diversas actividades, como: eventos culturales, narración del eclipse, demostración de TAI-CHI, paseo ciclista, festival de música electrónica, talleres de artes y manualidades, prácticas de yoga, ceremonias de rapé y demostración de canotaje.



San Juan del Río

San Juan del Río formó parte de los puntos de avistamiento del Eclipse Solar en donde el COCyTED tuvo presencia, facilitando a la población es este municipio equipo de telescopios para su correcta observación, en este punto se atendieron a 300 asistentes y se apoyó al turismo proveniente de Ciudad de México, Jalisco, Querétaro, Puebla, Zacatecas y otras partes del mundo como: Costa Rica, Canadá, Estados Unidos y Puerto Rico.



Durante el evento hubo conferencias y talleres por parte de los astrónomos de Mat X Space y de la UNAM, música en vivo, juegos mecánicos y actividades culturales.



Pueblo Nuevo

El parque natural Mexiquillo fue testigo junto a alrededor de 2,000 personas del paso de la sombra que proyectó nuestra luna el 8 de abril de 2024, en este lugar hubo turismo proveniente de Estados Unidos, Dinamarca, España, Irán, Japón, Italia e Inglaterra. Durante el evento se presentó un espectáculo por parte de Villas del Oeste, paseos a caballo o a cuatrimoto, actividades culturales y deportivas.



ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

Diseño, construcción y lanzamiento de un vehículo propulsado por motor cohete.

Xochitl Silvestre, Alejandro Hernández, Mario Andrade, Alondra Martinez.

Cazadores de estrellas Durango, TecNM - Instituto Tecnológico de Durango.

cazadoresestrellasdgo@gmail.com

En los días 28 al 30 de mayo de 2021, se llevó a cabo el Primer Encuentro Mexicano de Ingeniería en Cohetería Experimental, organizado por el Club de Investigación Universitario de Desarrollo en Sistemas Espaciales de la Universidad Autónoma de Baja California y respaldado por entidades como: la Agencia Espacial Mexicana, Trípoli Rocketry Association SEDE México, Agencia Federal de Aviación Civil y Baja Aerospace Cluster.

Durante estos días, se ofrecieron conferencias magistrales de temas selectos con expertos nacionales en el área, con el propósito de promover, inspirar e impulsar la nueva era aeroespacial mexicana, con enfoque experimental y de innovación

tecnológica, además de facilitar el espacio a los equipos nacionales para probar sus proyectos e investigaciones de manera práctica por medio de un concurso y brindar certificaciones por parte de Trípoli dedicada al avance y funcionamiento de la cohetería amateur de alta potencia. Para esta ocasión, el equipo de cohetería de Cazadores de Estrellas Durango, preparó cuatro cohetes con los cuales se realizaron cinco lanzamientos, en donde, dos de ellos fueron exitosos, consiguiendo una certificación en nivel Trípoli 1 y 2. (Figura 1). Los cohetes diseñados, manufacturados y puestos en experimentación; cuya masa con motores correspondía a 1210 gr para la certificación 1 y 1525 gr para la certificación 2, contaban con las siguientes características (Figura 2):



Figura 1. Equipo de cohetaría Cazadores de estrellas Durango.

1. Cuerpo reutilizable de celulosa vegetal de alta densidad, recubierto con fibra de vidrio y resina epóxica, la longitud de 66 cm y un diámetro exterior de 8.3 cm e interior de 7.6 cm, para completar ambas certificaciones se diseñó un tubo de motor interno estándar de motor de 38mm de diámetro.

2. Tres anillos de centrado para rodear el tubo de motor interno, con un diámetro exterior de 7.6 cm, 4.2 cm de diámetro interior y 0.6 cm de espesor.

3. El diseño base de aletas consta de un sistema triple, elaborado con ingeniería de fabricación aditiva con una longitud de base de 9 cm, un borde superior de 1.3 cm, 10 cm de altura y un ángulo de ataque de 52.4° .

4. La ojiva consta de un diseño LD Haack ayudando a minimizar el arrastre aerodinámico, elaborado con ingeniería fabricación aditiva, cuenta con una longitud de 18.7 cm, un diámetro base de 8.3 cm.

5. De acuerdo con la simulación de vuelo, el cohete alcanza un apogeo de 1111 metros para la certificación 1 (motor A1 H550-14) y de 1735 metros para la certificación 2 (motor B1 J425-14).

6. Para la estabilidad inherente al vehículo en cuestión de su aerodinámica

y masa se determinó un centro de presión localizado a 62.9cm y un centro de gravedad de 46.5cm (con combustible) en relación a la ojiva para una estabilidad estática en su eje longitudinal de 167%.

7. El sistema de recuperación consta de un paracaídas de nylon de geometría redonda con 110 cm de diámetro y 8 tensores de nylon a 1:1 de diámetro del paracaídas.

8. El motor de combustible sólido para la primera prueba debe ser certificado H o I con un impulso entre 160.01 y 640.00 N-seg.
a. Consideraciones de fallo para prueba grado 1: Motor averiado, daño excesivo al aterrizaje, falta de implementación del sistema de recuperación o implementación del sistema de recuperación enredada, cohete fuera del rango planeado o violación del código de seguridad de Trípoli asociada con este vuelo en particular.
b. Para cumplir con los requisitos planteados por el manual de Trípoli se decidió usar como Motor A1 al H550-14 de AeroTech con un impulso total de 313 N-seg, un empuje máximo de 643 N y una masa de 316 gramos. Figura 3.

9. El motor para la segunda prueba debe ser certificado J, K, o L con un impulso de entre 640.01 y 5120.00 N-secs.
a. Consideraciones de fallo para prueba grado 1: Motor averiado, daño excesivo al aterrizaje, falta de implementación del sistema de recuperación o implementación del sistema de recuperación enredada, cohete fuera del rango planeado, falta de estabilidad o violación del código de seguridad de Trípoli asociada con este vuelo en particular.
b. Para cumplir con los requisitos planteados por el manual de Trípoli se decidió usar como Motor B1 al J425-14 de AeroTech con un impulso total de 677 Ns, un empuje máximo de 453 N y una masa de 631 gramos. Figura 4.

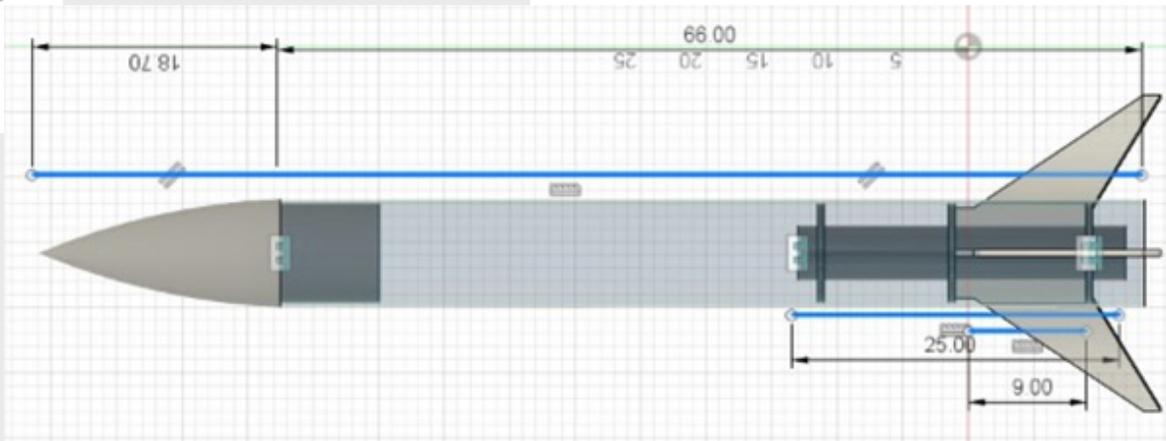


Figura 2. Vista general del diseño del cohete.

Concepto de operaciones del lanzamiento.

1. Montaje y preparación del vehículo propulsado (acoplamiento del motor al cuerpo, montaje del sistema de recuperación, posicionamiento de ojiva al cuerpo). Tiempo de 10 min.
2. Montaje del vehículo propulsado en la torre de lanzamiento. Tiempo de 3 min.
3. Acoplamiento del sistema de ignición del motor del cohete del vehículo. Tiempo de 2 min.
4. Protocolo de seguridad de ignición y despegue en base a la norma de Trípoli. Tiempo de 1 min.
5. Secuencia de despegue y cuenta regresiva . Tiempo de 30 seg.
5. Ignición, despegue y salida de la torre de lanzamiento. Tiempo de 0 seg.
6. Fase de ascenso propulsado. Tiempo de 0 seg.
7. Fase de ascenso no propulsado. Tiempo de 3 seg.
8. Apogeo. Tiempo de 7 seg.
9. Caída libre. Tiempo de 7 seg.
10. Separación de la cofia. Tiempo de 9 seg.
11. Despliegue del paracaídas Tiempo de 9 seg.
12. Descenso controlado. Tiempo de 9.5 seg.
13. Aterrizaje del vehículo. Tiempo de 180 seg.
14. Desensamble y análisis de funcionamiento crítico. Tiempo de 300 seg.

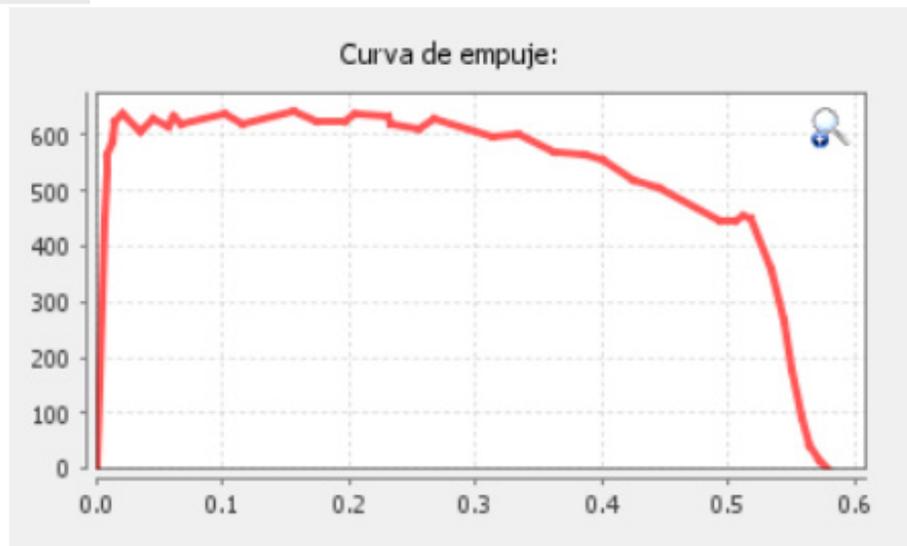


Figura 3. Curva de empuje Motor A1.

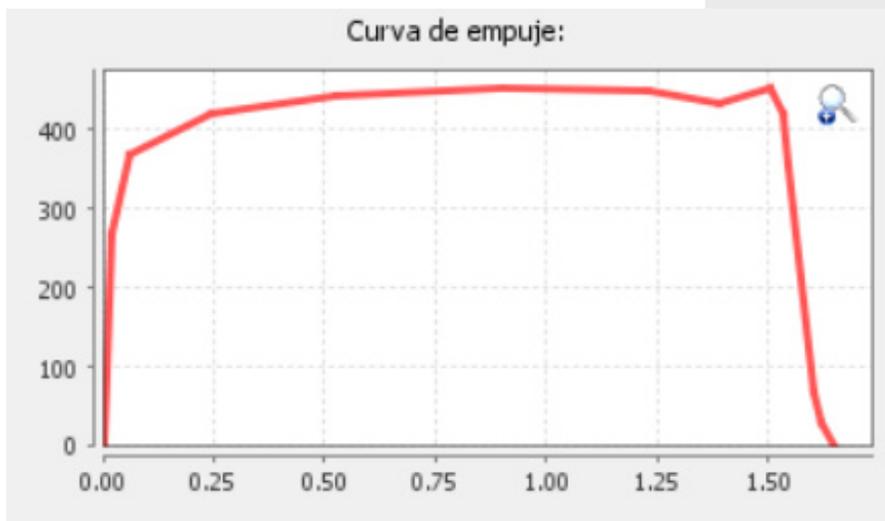


Figura 4. Curva de empuje Motor B1.

Características de vuelo del cohete Hunter 1:

1. Despegue y elevación: El cohete se eleva a una altura estimada entre las calculadas mediante el programa de diseño Open Rocket (Nivel 1: 1000 metros aprox.; Nivel 2: 1500 metros aprox.)
2. Apertura del sistema de recuperación: El paracaídas es expulsado exitosamente gracias a la carga de pólvora de 0.8 gramos con la que cuentan los motores A1 y B1.

Los problemas presentados para los cohetes Hunter 2, Hunter 3 y Hunter 4 fueron:

1. Apertura del sistema de recuperación: Como se observa en la tabla de muestreo de cumplimiento de misión por cohete, el fallo crítico fue presentado por la falta de apertura en los tres casos, con el factor común de enredarse en las correas de sujeción de las ojivas, causando el impacto contra el suelo del vehículo de manera abrupta.
2. Tensores del paracaídas: Se consideró un grosor menor al requerido para la carga a soportar.

Tabla 1. Muestreo de cumplimiento de misión por vehículo.

	Hunter 1	Hunter 2	Hunter 3	Hunter 4
Despegue y elevación.	SI	SI	SI	SI
Apertura del sistema de recuperación.	SI	NO	NO	NO
Vuelo con motor A1, ¿Exitoso?.	Si	NO	NO	NO
Vuelo con motor B1, ¿Exitoso?.	SI	NA	NA	NA

Al realizar las pruebas de lanzamiento se concluye, en la importancia de ejecutar las pruebas estáticas en los diferentes sistemas del vehículo, pese que el despliegue fue exitoso, se observó que el sistema de recuperación resultó ser de los más críticos para garantizar el éxito de la misión, da hincapié para mejorar el diseño en las siguientes iteraciones de dicho sistema. A nivel internacional las ciencias aeroespaciales están trayendo un vertiginoso crecimiento, es por ello que se observa la necesidad de la incorporación del estado mexicano al sector espacial en los años venideros. Programas de creación y lanzamiento de estos dispositivos traen una gran oportunidad para desarrollar estudios científicos en diferentes áreas de la física, química y diversas ramas de la ingeniería. El estado de Durango cuenta con locaciones que pueden ser utilizadas como centros de lanzamiento y de experimentación Aeroespacial, que podrían traer grandes oportunidades y la generación de talento humano.

Referencias

1. Comité Organizador de ENMICE. (2021, abril). Convocatoria general equipos participantes Mayo 2021. Encuentro Mexicano de Ingeniería en Cohetería Experimental (ENMICE). https://enmice.mx/wp-content/uploads/2021/04/Convocatoria-general_ENMICE-2021-Abril_2021.pdf
2. Tripoli Rocketry Association. (2017). Safety Code for High-Power Rocketry. Members Handbook, TRIPOLI. <http://www.tripoli.org/Portals/1/Documents/Safety%20Code/HighPowerSafetyCode%20-%202017.pdf>
3. Tripoli Rocketry Association. (2021, marzo). Tripoli Rocketry Association Safe Launch Practices – March 2021. Members Handbook, Tripoli. <http://www.tripoli.org/Portals/1/Documents/Safety%20Code/SLP2021.pdf>

¿Cómo defendernos de las enfermedades transmitidas por la vía aérea?

Norma Alejandra Rodríguez Muñoz*, Naghelli Ortega Ávila
 CONACYT, CIMAV Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., Durango, Durango.
 norma.rodriguez@cimav.edu.mx, naghelli.ortega@cimav.edu.mx

La pandemia de la COVID-19 nos ha enfrentado a enormes retos, entre ellos la evolución de las medidas de prevención de los contagios, especialmente en el ámbito público, como las escuelas, oficinas y los diversos espacios laborales. Ahora es bien sabido y se ha demostrado que uno de los principales medios de contagio son los aerosoles que se producen al hablar y respirar, ya que pueden permanecer suspendidos por periodos de varias horas en espacios cerrados sin ventilación. Estos aerosoles son tan pequeños que pueden llegar a albergar un solo virus, el cual puede viajar libremente por el aire. La idea de respirar el aire que sale del cuerpo de otra persona debiera parecernos, cuando menos, un poco desagradable; por ejemplo, no bebemos del vaso que bebe algún compañero de trabajo ni utilizamos los mismos cubiertos para comer. Sin embargo, algo similar sí sucede en nuestras oficinas, escuelas y medios de transporte: constantemente respiramos lo que las otras personas expulsan de sus pulmones.

Ahorabien, a pesar de considerarse indeseable, el inhalar el aliento de otra persona no es un gran problema si está sana, pero, ¿qué pasa si está enferma? ¿Estamos respirando “su enfermedad”? La respuesta rápida es: sí. Por ello, es muy importante que todos los ocupantes de los edificios de las empresas, dependencias y escuelas reflexionen para estar consientes sobre cómo debería ser el espacio compartido post-pandemia, ya que debe garantizar lo que siempre debimos haber tenido: aire limpio. Esto es relevante porque la cantidad de patógenos que se acumulan dentro de algún lugar depende de la cantidad de aire fresco que ingresa, el cual permite cambiar el aire viciado por aire limpio.

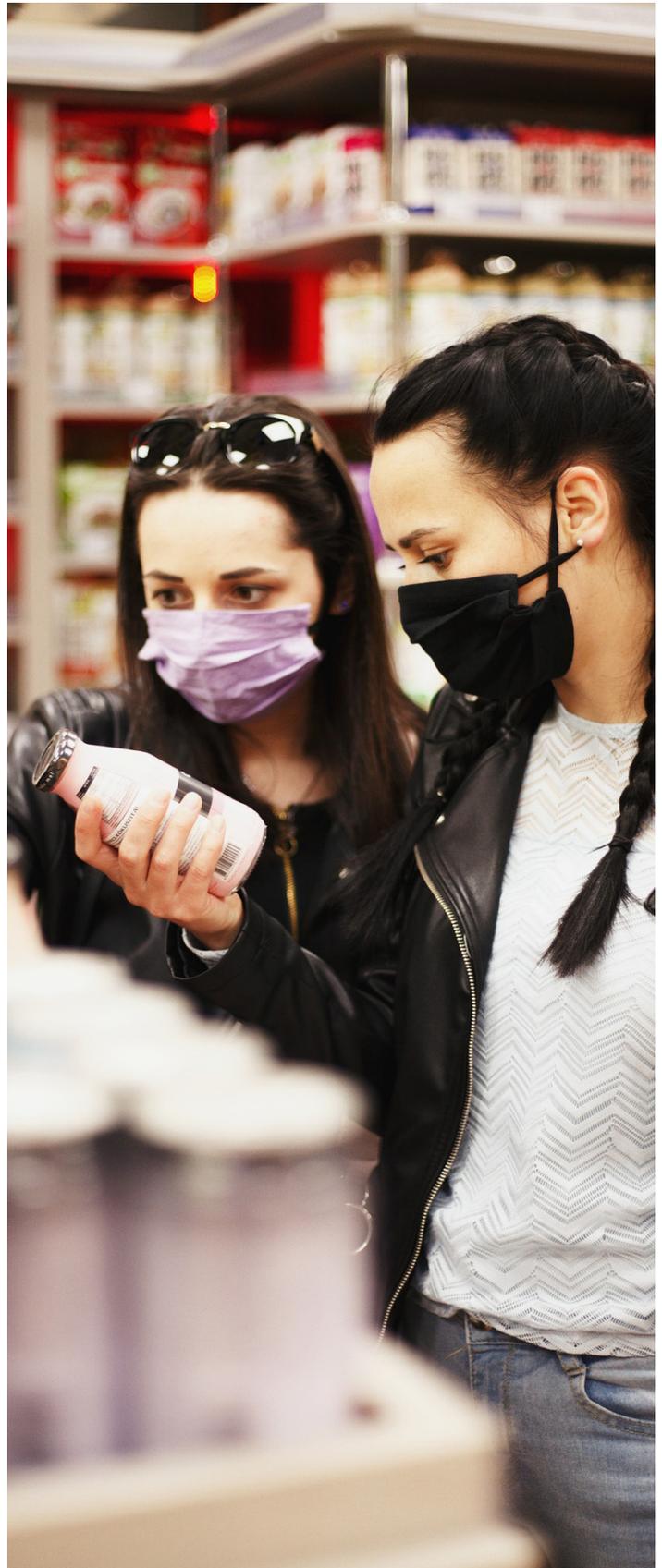
“La dosis produce el veneno”

Es decir, al reducir la cantidad de patógenos que las personas inhalan, es posible evitar la propagación de enfermedades en interiores. No obstante, pocos edificios han sido diseñados con medios de ventilación para restringir la propagación de enfermedades infecciosas, sino por el contrario, el principal objetivo es hacerlos herméticos para reducir

el consumo de energía. Esto propicia la concentración de los contaminantes en el interior, no solo los de nuestros pulmones, sino también los químicos y partículas. Como resultado, hemos vivido y trabajado en una era de edificios enfermos, incluso antes de que llegara el coronavirus. Por esto es muy importante contar con edificios que se ventilen apropiadamente, para que la proporción de aire interior que proviene de los pulmones de otras personas se reduzca a un nivel en el que sea poco probable que se produzca una infección entre las personas que ocupan la habitación.

Queda claro que la calidad del aire debe ser una preocupación de los dueños de comercios, administradores de edificios, clientes, inquilinos y empleados porque esta impacta en la salud, confort, bienestar y productividad. Afortunadamente, hay formas de mejorarla para mantener a todos los ocupantes saludables. Así, como mínimo, se pueden realizar las siguientes acciones para ayudar a reducir las posibilidades de enfermarse y mejorar la calidad del aire en general: (1) Gestionar las fuentes de contaminantes, ya sea eliminándolas del edificio o aislándolas de las personas mediante barreras físicas o controlando el momento de su uso; (2) Diluir los contaminantes y retirarlos del edificio a través de la ventilación, y (3) Filtrar el aire para limpiarlo de contaminantes. Además, es muy conveniente monitorear la posible presencia de contaminantes para establecer medidas que permitan mantener un bajo nivel de riesgo de contagio. Por ejemplo, se recomienda el monitoreo de la concentración de dióxido de carbono (CO₂), ya que a través de esta acción se puede obtener información sobre la calidad de la ventilación en una habitación.

Esta información puede ser útil para mejorar la protección contra la propagación de enfermedades transmitidas por vía aérea como el SARS-CoV-2, influenza, tuberculosis, entre otras. Ahora bien, las estrategias que incorporan el uso de medidores de CO₂ varían en costo y complejidad de implementación; sin embargo, son útiles cuando





no se tiene certeza de la calidad del aire en ciertos recintos, ya que la concentración de CO₂ sirve como un indicador para tomar acciones tan sencillas como disminuir el aforo y el abrir una puerta o ventana.

Finalmente, a través de dos Proyectos de Investigación COVID-19 financiados por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango, se realizaron investigaciones relacionadas con la importancia de la ventilación en aulas escolares típicas del Estado de Durango y en pequeños comercios y para el monitoreo de dióxido de carbono en oficinas gubernamentales y pequeños comercios. Como resultado, se generaron dos guías que permiten establecer acciones de ventilación natural sencillas y efectivas para promover el ingreso de aire limpio del exterior en instituciones educativas y pequeños comercios, así como dos guías sobre el uso de medidores de CO₂ en oficinas gubernamentales y espacios comerciales, las cuales pretenden generar acciones de intervención eficaces para que los ocupantes, tanto trabajadores como clientes y usuarios, permanezcan en ellos con un menor riesgo de contagio y se mantenga la seguridad de las actividades económicas y sociales.

A continuación, se presentan las portadas de las guías prácticas, cada una con un código QR para facilitar su descarga y difusión. ¡Te invitamos a usarlas y compartirlas!



Referencias:

Greenhalgh, Trisha, et al. «Ten Scientific Reasons in Support of Airborne Transmission of SARS-CoV-2». The Lancet, vol. 397, n.o 10285, mayo de 2021, pp. 1603-05. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00869-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00869-2).

Zimmer, Carl, y Jonathan Corum. «Mira al coronavirus en una gota minúscula». The New York Times, 8 de diciembre de 2021. <https://www.nytimes.com/es/interactive/2021/12/08/science/covid-simulacion-aerosol.html>.

Morawska, Lidia, et al. «A Paradigm Shift to Combat Indoor Respiratory Infection». Science, vol. 372, 6543, mayo de 2021, pp. 689-91, <https://doi.org/10.1126/science.abg2025>.

US EPA, OAR. An Office Building Occupants Guide to Indoor Air Quality. 5 de octubre de 2022, <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/office-building-occupants-guide-indoor-air-quality>.

CDC. «Community, Work, and School». Centers for Disease Control and Prevention, 2 de junio de 2021, <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/ventilation.html>.

¡A la escuela!

Retos y claves para lograr un entorno escolar seguro frente a la COVID-19

Naghelli Ortega Ávila*, Norma Alejandra Rodríguez Muñoz, Erick César López Vidaña
CONACYT, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., Durango, Durango
naghelli.ortega@cimav.edu.mx

El 14 de marzo de 2020 representó un punto de inflexión en la vida de millones de personas en México: el Secretario de Educación Pública, Esteban Moctezuma Barragán, anunció el adelanto y extensión de las vacaciones de Semana Santa de ese año, como una medida preventiva ante el brote de Covid-19 [1], por lo que el periodo vacacional inició el 20 de marzo y el retorno a las aulas sería el 20 de abril. La mayoría de los alumnos recibieron esta noticia con alegría, mientras que los padres y tutores no dimensionamos el reto que representaría esto en nuestra rutina cotidiana.

Nadie se imaginó lo que vendría después: el confinamiento obligado de los estudiantes por casi un año y medio, el tener que recibir clases desde casa y el regreso a las aulas de manera escalonada. Ante esta emergencia, el sistema educativo mexicano tuvo que adaptarse y reconstruirse para poder ofrecer una alternativa de educación a distancia, lo que derivó en la creación del programa “Aprende en casa”, el cual permitió ofrecer contenidos educativos de nivel básico por televisión, radio e internet, con lo que fue posible completar los ciclos escolares 2019-2020 y 2020-2021 [2]. Esto requirió un aumento en el tiempo de trabajo por parte de los profesores, debido a la necesidad de adaptar los contenidos educativos, materiales escolares y de evaluación, además de una curva de aprendizaje de los estudiantes, para que desarrollaran los hábitos necesarios para lograr un estudio independiente con condiciones de teletrabajo [3].

A partir de agosto de 2021, y después de casi dos años de tener actividades escolares inusuales, los estudiantes de todos los niveles educativos han regresado gradualmente de manera presencial, lo que ha representado desafíos emocionales y de salud pública. En especial, es de gran importancia para los padres, tutores y profesores el ayudar a regresar a una rutina distinta a la que los alumnos ya se habían logrado adaptar.

En este sentido, la Secretaría de Salud y la Secretaría de Educación Pública dieron a conocer nueve intervenciones recomendadas para el regreso responsable y ordenado a las escuelas, las cuales incluyen diferentes jornadas de limpieza, detección temprana de síntomas en la casa y en la escuela mediante filtros, vacunación del personal educativo, uso obligatorio de cubrebocas, mantener la sana distancia, optimizar el uso de espacios abiertos, suspender ceremonias, reuniones y eventos masivos, entre otras [4]. En particular, dentro de la intervención de limpieza diaria de salones, establecen que “es de vital importancia mantener ventilados los salones, abriendo puertas y ventanas y permitiendo la entrada de la luz del sol” y en la lista de verificación sugieren “incrementar el flujo de aire y ventilación donde el clima lo permita (abrir ventanas evitando corrientes de aire).”

Es evidente que la ventilación en las aulas escolares es muy importante, por lo que este tema ha atraído una atención considerable de investigadores, autoridades y público en general. Hay varias medidas simples que se pueden realizar cotidianamente en los salones de



clase, incluso algunas ya son comúnmente aplicadas por los maestros, especialmente en las aulas donde se requiere reducir la temperatura cuando hace calor o para eliminar olores indeseados. Sin embargo, aún existen deficiencias al orientar sobre las acciones de ventilación a implementar en contextos escolares, por lo que no se obtienen los resultados esperados de reducir el riesgo de contagio de Covid-19 e incluso mejorar el rendimiento escolar.

Por ejemplo, un estudio realizado en escuelas primarias en Inglaterra encontró que una tasa de ventilación baja en el aula reduce la atención y afecta negativamente, tanto a la memoria como a la concentración; esto perjudica directamente el proceso de enseñanza y aprendizaje [5]. También, se ha encontrado que frecuentemente la ventilación en las aulas es deficiente [6], lo que ocasiona problemas respiratorios y otros efectos negativos a la salud. Así, no es difícil concluir que una buena ventilación en las aulas escolares ayuda a mejorar la salud y el desempeño de los estudiantes; existe evidencia clara de una reducción de enfermedades respiratorias, síntomas de alergia, e incluso del abstencionismo [6].

Esto nos indica que se necesitan realizar varias acciones para mejorar la calidad del aire en el interior de las aulas y obtener patrones de ventilación adecuados para evitar infecciones respiratorias y contagios entre sus ocupantes. Por si fuera poco, se ha encontrado que los costos asociados a la ventilación de escuelas son compensados con ganancias en el desempeño de los alumnos y con una reducción de las ausencias por enfermedad [7].

Una manera sencilla de tener aire más limpio en aulas donde no hay sistemas para climatizar es abrir la mayor cantidad de ventanas y puertas, y de ser posible, propiciar una ventilación cruzada, donde se permite la entrada del aire por un costado del aula y la salida por el lado opuesto. Lo importante es lograr sacar del interior el aire viciado, para extraer los contaminantes existentes.

Por la misma razón, en los lugares donde se tienen ventiladores de techo es primordial mantener las ventanas o puertas abiertas, o si no se cuenta con ellos se pueden usar ventiladores de piso, que deben estar orientados hacia las puertas o ventanas que estén abiertas.



Por otro lado, en los lugares donde se tiene aire acondicionado o calefacción, se debe tener mayor cuidado, ya que estos sistemas únicamente recirculan el aire del aula y no son capaces de introducir aire limpio del exterior, por lo que hay que tener estrategias claras para evitar que el aire se vicie al interior del aula. Esta situación trae mayores retos a las escuelas durante las temporadas de calor o frío, cuando se requiere el uso de equipo de climatización y no es deseable o posible mantener las ventanas o puertas siempre abiertas porque se debe cuidar el confort de las personas y evitar el desperdicio de energía. En estos escenarios es recomendable vigilar la calidad del aire en el interior de las aulas, lo que se puede lograr de forma asequible si se monitorea el nivel de dióxido de carbono (CO₂) [8] para intentar mantenerlo por debajo del límite de 1000 partes por millón sugerido por la Organización Mundial de la Salud. A partir de esta medición, los profesores y autoridades escolares pueden tomar las medidas necesarias cuando se sobrepase este límite, como abrir ventanas o puertas e incluso tomar pequeños descansos.

En este sentido, actualmente existe en Durango un proyecto de intervención en diferentes lugares, incluidas escuelas, para conocer y difundir las ventajas de realizar el monitoreo de la concentración de CO₂, a fin de desarrollar manuales sobre cómo se debe de realizar dicho monitoreo y qué medidas sencillas de ventilación se pueden aplicar. De esta manera, hemos observado que al inicio de la intervención la presencia del sensor de CO₂ genera mucha curiosidad en los alumnos, pero rápidamente se adaptan e incluso los mismos estudiantes y los profesores están al pendiente de la concentración. Esto nos permite esperar que se logrará garantizar un entorno escolar seguro, a partir de una buena información

y coordinación de las autoridades escolares para implementar acciones claras y oportunas de ventilación, que logren complementar las intervenciones recomendadas por las Secretarías de Salud y de Educación Pública. Confiamos en que, en un futuro cercano, todas estas medidas estarán cada vez más difundidas y serán de uso cotidiano en todos los recintos públicos, como resultado de la adaptación a la nueva normalidad.



*Investigación realizada para el proyecto en desarrollo número 480, financiado por el Programa de Apoyos Institucionales y Proyectos de Investigación del COCyTED, en su edición de Proyectos de Investigación Científica Aplicada ante la contingencia por COVID-19 en el Estado de Durango, Convocatoria 2020-01.

Referencias:

- [1] L. Poy Solano, "SEP adelanta vacaciones de Semana Santa ante brote de Covid-19," *La Jornada*, 14-Mar-2020.
- [2] K. Rodríguez, "Reconocen resultados de Aprende en Casa," *El Universal*, 10-Jul-2021.
- [3] L. I. Portillo-Peñuelas, Samuel Alejandro, Reynoso-González, Oscar Ulises, Castellanos-Pierra, "El inicio de un nuevo ciclo escolar en México ante el COVID-19. Comparativo entre contextos rural y urbano," *Rev. Conrado*, vol. 16, no. 77, pp. 218–228, 2020.
- [4] Secretaría de Educación Pública (SEP), "Guía para el regreso responsable y ordenado a las escuelas. Ciclo escolar 2021-2022," México, 2021.
- [5] Z. Bakó-Biró, D. J. Clements-Croome, N. Kochhar, H. B. Awbi, and M. J. Williams, "Ventilation rates in schools and pupils' performance," *Build. Environ.*, vol. 48, no. 1, pp. 215–223, 2012.
- [6] W. J. Fisk, "The ventilation problem in schools: literature review," *Indoor Air. Int. J. Indoor Environ. Heal.*, vol. 27, no. 6, pp. 1039–1051, 2017.
- [7] J. C. Winck, S. M. Almeida, G. Correia, M. F. Gabriel, G. Marques, and M. G. Silva, "A call for a national strategy for indoor air quality," *Pulmonology*, 2022.
- [8] D. Zhang, E. Ding, and P. M. Bluysen, "Guidance to assess ventilation performance of a classroom based on CO2 monitoring," *Indoor Built Environ.*, vol. 31, no. 4, pp. 1107–1126, 2022.

Una segunda vida para los invernaderos

Dagoberto Rodríguez Ortiz, *Erick C. López Vidaña, Naghelli Ortega Avila, Jorge A. Escobedo Bretado, Norma A. Rodríguez Muñoz, Mario Nájera Trejo, Ignacio R. Martín Domínguez
 Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. Subsede Durango
 *erick.lopez@cimav.edu.mx

Anivel global hasta un tercio de los alimentos producidos para consumo humano se desperdicia anualmente. En el caso de México, se desperdician alimentos a razón de 94 kg/persona/año, lo que equivale a 11,979,364 toneladas/año. Por otro lado, existen aproximadamente 24.6 millones de mexicanos (aproximadamente 20 %), con algún tipo de carencia alimentaria. El desarrollo de la agroindustria en las áreas rurales ha favorecido el vínculo de sus habitantes con actividades de mayor valor agregado y los servicios han cobrado importancia como fuentes de empleo e ingresos (FAO, 2021).

El secado de alimentos es una técnica milenaria que ha sido utilizada para conservar los alimentos de forma sencilla y económica. Esto representa una ventana de oportunidad para la mitigación en el desperdicio de alimentos, agregar valor a los productos alimenticios y fuentes de empleo. Investigadores de la UNAM calculan que aproximadamente el 75% de los invernaderos en México se encuentran abandonados (Expansión, 2018) y que es factible darles una segunda oportunidad de vida, ahora como sistemas de secado solar.

En Durango una parte importante de los invernaderos instalados se encuentran en estado de abandono o con la cubierta dañada, generando pérdidas económicas, así como un problema de contaminación por los residuos plásticos de la cubierta. Según la Secretaría de

Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de Durango (SAGDR, 2021), se cuenta con 356 invernaderos, equivalente a 146 hectáreas distribuidos en 26 municipios del estado de Durango, de los cuales el 60% se encuentran abandonados, esto representa el 31% de la superficie protegida (45.5 hectáreas). En Durango, tradicionalmente se consumen y producen algunos alimentos secos como el chile pasado, la carne de res, los chuales, el pinole, orégano, entre muchos otros; sin embargo, sólo algunos productos de importancia comercial se secan en grandes cantidades, como el chile o la madera.

En la Subsede Durango del Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), se construyó un invernadero (Figura 1) con algunas modificaciones para explorar la posibilidad de usar los invernaderos abandonados como secadores solares, para darles un uso alternativo y generar ganancias económicas adicionales para los propietarios, no obstante, aún es importante evaluar la viabilidad de esta aplicación. Esta investigación plantea una serie de interrogantes sobre el estado de la agricultura y la producción de alimentos en nuestro país, así como las posibles consecuencias ambientales y económicas que esta situación puede acarrear.

Normalmente, la mayoría de los alimentos (hierbas, frutas, plantas, verduras, carnes, etc.) se deshidratan entre los 35 °C y 65 °C, lo cual es un buen indicador de

la posible aplicación de los invernaderos como secadores solares, ya que estas temperaturas se alcanzan normalmente al interior de los mismos. Éstos cuentan con numerosas ventajas respecto a los secadores convencionales como la cantidad de alimentos que se puede secar y el aprovechamiento de la radiación solar promoviendo la reducción de combustibles fósiles. La combinación de la radiación solar directa con la energía térmica acumulada por el efecto invernadero conforma un entorno óptimo para el secado de alimentos, permitiendo un mejor control de la temperatura comparado con el secado tradicional. En el invernadero instalado en el CIMAV-Durango se han adaptado seis ventiladores que pueden introducir y evacuar aire de forma independiente, según la necesidad, permitiendo una mejor homogeneidad de la temperatura. Con el estudio de estas estrategias es posible optimizar el secado de alimentos, reduciendo el tiempo de secado y poder explorar su viabilidad técnica y económica de los secadores solares tipo invernadero.

Durante los experimentos realizados en el invernadero durante el 15 de junio del 2023 al 19 de junio del 2023 hemos registrado temperaturas máximas de 57.4°C con humedad relativa de 11.5%RH cuando el invernadero está completamente cerrado. En contraste cuando se extrae aire caliente las temperaturas promedian alcanzan un máximo de 53.0°C con una humedad relativa de 18%RH.



Figura 1. Izq. Diseño de invernadero en 3D. Der. Invernadero Instalado en CIMAV, Dgo.

El uso de invernaderos como secadores solares protegen los productos contra factores ambientales como la lluvia, polvo, insectos, roedores, generando un proceso de mayor temperatura, controlado y mejores condiciones higiénicas lo que promueve una mayor calidad en los productos secos. Los secadores solares son relativamente económicos, de bajo mantenimiento y pueden ser utilizados para secar gran variedad de alimentos que se producen en México.

Dado que las secadoras convencionales utilizan energía eléctrica o gas LP, contribuyen al calentamiento global y a las emisiones de gases de efecto invernadero. Por lo que integrar en los procesos convencionales el secado solar es una alternativa factible que ayudaría a disminuir los costos de operación y garantizar la viabilidad del proceso en cualquier época del año. Para las diferentes regiones productoras del país, el secado solar representa grandes oportunidades para dar valor agregado a los productos y mejores oportunidades de comercialización. El aprovechamiento de la infraestructura abandonada o subutilizada podría coadyuvar en la mitigación del desperdicio de alimentos y traería como consecuencia una generación más eficiente y sustentable de productos secos que se podían producir en cantidades considerables en el estado de Durango.

Agradecimientos

Investigación realizada en el marco del proyecto 966: “Viabilidad técnico-económica y requerimientos para la adaptación de invernaderos inactivos o abandonados para ser utilizados como secadores solares de productos agroindustriales”, el cual fue financiado por el Programa de Apoyos Institucionales y Proyectos de Investigación del COCyTED a través de la Convocatoria 2020-01 de Impulso a la Investigación Aplicada con Carácter de Desarrollo Regional y Pertinencia Social, Ambiental y Económica en el Estado de Durango.



Referencias

1. EFE. «Un 75% de los invernaderos en México están abandonados». Expansión, 2 de enero de 2018, <https://expansion.mx/nacional/2018/01/02/un-75-de-losinvernaderos-en-mexico-estan-abandonados>.
2. United Nations Environment Programme (2021). Food Waste Index Report 2021. Nairobi.
3. CabascangoMolina O., De la Vega J. 2018. Manual de deshidratación. Universidad Técnica del Norte (UTN,ECOPAR/ PPD). Ibarra-Ecuador.



2022 **DURANGO** 2028
GOBIERNO DEL ESTADO

COCYTED

CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEL ESTADO DE DURANGO

