

Un día caluroso
sin AIRE ACONDICIONADO
es como un pastel sin glaseado

Carmina Villegas Toraya

El Instagram
de los deportistas

Pía Soler Álvarez

**Actividad física en niños escolares y adolescentes:
APEGO A LAS RECOMENDACIONES E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

Natalia Martinsanchez Vázquez, Carlos Rojas Butrón, Paola V. Miranda Alatríste,
Patricia Inda Icaza, Carlos A. Cuéllar-Ramos, Eloísa Colín-Ramírez

Programas de
posgrado de la

Facultad de Ingeniería

Trimestrales

Inicio: enero, abril, julio y octubre

- Maestría en Ingeniería de Gestión Empresarial
- Maestría en Logística
- Maestría en Tecnologías de Información e Inteligencia Analítica
- Maestría en Tecnologías para el Desarrollo Sustentable

Semestral

Inicio: enero y agosto

- Doctorado en Ingeniería Industrial

Facultad de
Ingeniería

CADIT
CENTRO DE ALTA DIRECCIÓN EN
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Trasciende con herramientas



Trasciende
con visión

Descuento del

20%

a egresados

Informes:

Centro de Atención de Posgrado
y Educación Continua

 55 54 51 61 77
55 79 18 21 59

posgrado@anahuac.mx

anahuac.mx/mexico/posgrados

 Posgrados Anáhuac

 @Anahuac_P

 @PosgradosAnahuac

Posgrados
ANÁHUAC

UNIVERSIDAD ANÁHUAC MÉXICO

RECTOR

Dr. Cipriano Sánchez García, L.C.

VICERRECTORÍA ACADÉMICA

Dr. Jose Rodrigo Pozón López
Dra. Lorena Rosalba Martínez Verduzco

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Mtro. Mario Buenrostro Perdomo

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Honorio Cárdenas Vidaurri

EDITOR DE REVISTAS ACADÉMICAS

Lic. Alexander Ramírez López

+ CIENCIA

REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

AÑO 12, N.º 35, MAYO-AGOSTO 2024

DIRECTORA EDITORIAL
Dra. María Elena Sánchez Vergara

COORDINACIÓN EDITORIAL
Miriam Cherem Sitton

ASESOR Y REVISOR DE CONTENIDO
P. Sergio Salcido Valle, L.C.

COMITÉ EDITORIAL
Mtro. Mario Buenrostro Perdomo
Director de la Facultad de Ingeniería

Dra. María Elena Sánchez Vergara
Coordinadora del Centro de Innovación Tecnológica

Nicole Niobe Palacios Gutiérrez
Pía Soler Álvarez
Alumnas de Ingeniería Industrial

Miriam Cherem Sitton
Ricardo Ángel Llorente Vázquez
Yoana Navidad Seseña Gómez
Alumnos de Ingeniería Biomédica

Rolando Ademar Molina Velasco
José Miguel Rocha Flores
Ingrid Sofía Rincón Von Pastor
Alumnos de Ingeniería Mecatrónica

María José Canseco Juárez
Carmina Villegas Toraya
Alumnas de Ingeniería Ambiental

CORRECCIÓN DE ESTILO
Armando Rodríguez Briseño

CONCEPTO, DISEÑO EDITORIAL Y PORTADA
Daniel Hurtado Rivera

FOTOGRAFÍA DE PORTADA
Sailors men women. Author: tpsdave
all-free-download.com

+Ciencia. Revista de la Facultad de Ingeniería, año 12, número 35, mayo-agosto 2024, es una publicación cuatrimestral editada por Investigaciones y Estudios Superiores, S.C. (conocida como Universidad Anáhuac México), a través de la Facultad de Ingeniería. Avenida Universidad Anáhuac 46, colonia Lomas Anáhuac, Huixquilucan, Estado de México, C.P. 52786. Tel. 55 5627.0210. Editor responsable: María Elena Sánchez Vergara. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2022-091511373400-102, ISSN electrónico: 2954-4408. Cualquier información o artículo, así como opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Asimismo, el editor investiga sobre la seriedad de sus anunciantes, pero no se responsabiliza de las ofertas relacionadas con los mismos. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del editor.

CONTENIDO

5 EDITORIAL

La coordenada (0,0)
Miriam Cherem Sitton

¿SABÍAS QUE...?

- 6 Todo lo que vemos en el espacio está en el pasado
- 7 ¡Plástico del futuro! La increíble innovación que se autorrepara y desvanece ante los ojos de la naturaleza
¡Luces Cósmicas! El Espectáculo Celestial que Iluminó el Planeta
José Miguel Rocha Flores

8 INGENOTICIAS

Pía Soler Álvarez

14 UNOS AÑOS DESPUÉS...

De la vida después de la universidad
Héctor J. Maldonado R.

16 1 IDEA = 1 CAMBIO

Revolucionando el movimiento: los brazos robóticos
Nicole Niobe Palacios Gutiérrez

20 CIENCIA A TODO LO QUE DA

Actividad física en niños escolares y adolescentes: apego a las recomendaciones e instrumentos de medición
Natalia Martinsanchez Vázquez, Carlos Rojas Butrón, Paola V. Miranda Alatríste, Patricia Inda Icaza, Carlos A. Cuéllar-Ramos, Eloísa Colín-Ramírez

29 ¡MAQUINÍZATE!

Explorando el funcionamiento de la máquina de liposucción: ¿Cómo elimina la grasa del cuerpo?
Yoana Navidad Seseña Gómez

33 DE LA NECESIDAD AL INVENTO

Un día caluroso sin AIRE ACONDICIONADO es como un pastel sin glaseado
Carmina Villegas Toraya

35 CIENCIA POR ALUMNOS

Tren motriz del Fórmula E Generación 3
Conversación con Dorian Boisdrón y Jennifer Kempf
Sebastián Valdés-Reza

39 UTILÍZALO

El Instagram de los deportistas
Pía Soler Álvarez

41 ¡INTEGRANDO INGENIERÍA

Creación de un bioplástico a partir de huesos de pollo
José Miguel Rocha Flores

45 +PODCAST

El Liderazgo en la Era de la Inteligencia Artificial: Un Nuevo Paradigma
Rolando Ademar Molina Velasco

47 SUPLEMENTO ESPECIAL

En la Frontera
Ciencia Phoenix

CONTÁCTANOS EN:

<https://ingenieria.anahuac.mx/>

 @mascienciaanahuac

 @mas.ciencia



LA COORDENADA (0,0)

Es un honor y un orgullo para +Ciencia, y todos sus integrantes, presentar esta edición número 35 de la revista. En ella, encontrarán información interesante acerca de diferentes temas científicos, con los que esperamos mantener nuestro propósito de divulgación científica en beneficio de todos nuestros lectores.

Empieza la edición con “¿Sabías que...?”, en la que José Miguel Rocha Flores nos presenta datos increíbles sobre el espacio y la teoría de la relatividad, el desarrollo de un plástico mineral biodegradable y el fenómeno de las auroras boreales en México.

En nuestra sección de “Ingenoticias”, Pía Soler Álvarez nos reseña la participación de +Ciencia en la Semana de Ingeniería 2024, organizada por la sociedad de alumnos y la Facultad de Ingeniería, así como en la Feria Internacional del Libro del Palacio de Minería en su edición 45.

En “Unos años después...”, el ingeniero Héctor J. Maldonado reflexiona sobre el camino a seguir después de terminar la carrera y nos deja un mensaje de que todo llega en su tiempo exacto, por lo que no debemos perder el ánimo, que los planes cambian y que lo que menos nos esperamos nos puede sorprender, así que nuestra formación es la que puede ayudarnos a enfrentar lo que se nos presente en el camino.

Por otra parte, en “1 idea = 1 cambio”, Nicole Nio-be Palacios Álvarez nos comenta el impacto de los brazos robóticos en el mundo de hoy, así como en “Ciencia a todo lo que da”, miembros de la Facultad de Ciencias de la Salud y Ciencias del Deporte de nuestra Universidad y del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán” nos ofrecen un análisis acerca de la actividad física en niños y adolescentes, además de recomendaciones para mejorar y herramientas que se pueden utilizar a fin de promover la actividad física.

Por otra parte, Yoana Navidad Seseña Gómez, en “¡Maquízate!”, nos cuenta la historia y el origen de la máquina de liposucción. Con relación a lo anterior, Carmina Villegas Toraya, en “De la necesidad al invento”, nos platica sobre la historia del aire acondicionado y cómo ha revolucionado nuestro entorno.

En la sección “Ciencia por alumnos”, tuvimos el honor de que Sebastián Valdés-Reza entrevistara a Dorian Boisdron, del equipo de Nissan, y a Jennifer Kempf, de DOW Mobility Science, sobre la Fórmula E, con el propósito de que nos cuenten cómo se desarrolla un campeonato de tal calibre, así como la composición de sus autos y toda la ingeniería que tienen detrás.

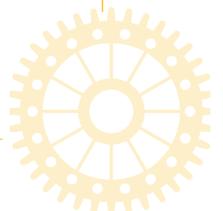
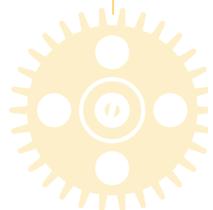
En “Utilízalo”, Pía Soler Álvarez nos enseña Strava, una increíble app para corredores y personas que buscan una comunidad deportiva con la cual acompañarse a lo largo de todo su proceso. En “Integrando Ingeniería”, José Miguel Rocha Flores nos platica sobre un proyecto en el que realizó un bioplástico a partir de huesos de pollo, aprovechando sus propiedades. Y en +Podcast, Rolando Ademar Molina Velasco nos habla sobre la inteligencia artificial en la ingeniería y en el mundo en un futuro no tan lejano.

Para cerrar con broche de oro, presentamos en la sección “En la Frontera”, el suplemento especial “Ciencia Phoenix”, a cargo de la Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli.

Queridos lectores, esperamos que esta edición les guste y los invitamos a colaborar con nosotros ya sea con artículos o en nuestros eventos y concursos. No olviden seguirnos en nuestras redes.

¡Muchas gracias!

Miriam Cherem Sitton





TODO LO QUE VEMOS EN EL ESPACIO ESTÁ EN EL PASADO

JOSÉ MIGUEL ROCHA FLORES
Ingeniería Mecatrónica, 3.^{er} semestre

Todo lo que puede observarse en el espacio ya ha sucedido hace unos minutos o millones de años en el pasado. Esto se debe a que, según la teoría de la relatividad de Einstein, nada viaja más rápido que la luz, pero esta sigue necesitando tiempo para recorrer largas distancias como las que vemos en el universo, indica la NASA.

En otras palabras, como la luz no llega instantáneamente a todas partes, cuanto más lejos esté de su origen más tardará en ser observable. Por eso también utilizamos los *años luz* para medir las distancias en el universo.

En la práctica, si hoy un astrónomo ve explotar una estrella que está a 100 años luz de la Tierra, significa que ese suceso ocurrió hace 100 años porque la luz tardó todo ese tiempo en llegar a nuestro planeta.

Referencia.

National Geographic (10 de mayo de 2023). Los 3 datos curiosos sobre el universo que probablemente no sabías. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographicla.com/espacio/2023/05/los-3-datos-curiosos-sobre-el-universo-que-probablemente-no-sabias>



¡PLÁSTICO DEL FUTURO! LA INCREÍBLE INNOVACIÓN QUE SE AUTORREPARA Y DESVANECE ANTE LOS OJOS DE LA NATURALEZA

JOSÉ MIGUEL ROCHA FLORES

Ingeniería Mecatrónica, 3.º semestre

El equipo de investigación de Helmut Cölfen desarrolló un plástico más duro, reutilizable, no inflamable y con la capacidad de repararse a sí mismo. En 2016, el equipo de Cölfen había desarrollado un material con estas características: un plástico mineral, sin embargo, este no contaba con la calidad de biodegradabilidad que

buscaba el equipo. Para lograr esta característica, se empleó ácido poliglútamico, una sustancia producida y degradada por microorganismos, como sustituto del ácido poliacrílico empleado en el material anterior, el cual, no era biodegradable y provocaba una gran contaminación. Para comprobar sus propiedades biodegradables, biólogos sometieron el plástico a la intemperie de un bosque, demostrando que el plástico tardaba únicamente 32 días en ser completamente metabolizado por diferentes organismos.

Referencia

ECOticias (2023, agosto 1) Plástico autorreparable, reciclable y biodegradable. <https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/plastico-autorreparable-reciclable-y-biodegradable>

Imagen obtenida de: <https://th.bing.com/th/id/R.378503e04e8c5919231c1f1ca04ef874?rik=e2t3rglyjY3dew&riu=http%3a%2f%2f>



¡LUCES CÓSMICAS! EL ESPECTÁCULO CELESTIAL QUE ILUMINÓ EL PLANETA

JOSÉ MIGUEL ROCHA FLORES

Ingeniería Mecatrónica, 3.º semestre

Una inusual aparición de auroras boreales en el norte de México el viernes 10 de mayo dejó a muchos sorprendidos. Este fenómeno, que se extendió desde los polos hasta el país, fue provocado por una intensa tormenta solar que interactuó con el campo electromagnético terrestre, alterando la atmósfera y creando una ola de colores en el cielo. Las auroras se forman cuando partículas ionizadas del sol impactan los gases en la atmósfera alta, siendo los polos la región más propensa a este fenómeno. Sin embargo, la intensidad excepcional de esta tormenta hizo que los cielos cercanos al trópico se llenaran de colores, un fenómeno raramente visto en estas latitudes. Los estados del sur de Estados Unidos y del norte de México, como Arizona, Florida, Durango, Coahuila, Sonora y Michoacán, fueron testigos de este espectáculo único, con luces rojizas y rosadas que iluminaron la noche.

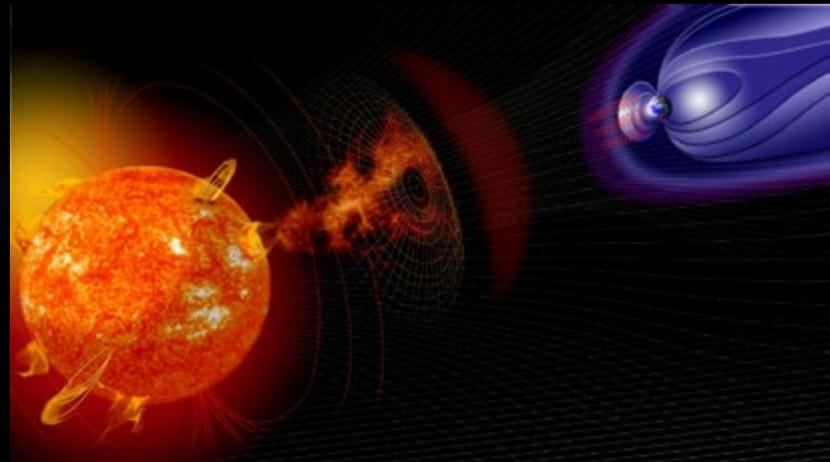


Imagen obtenida de: https://e.rpp-noticias.io/xlarge/2022/02/16/292029_1218238.jpg

Referencia

National Geographic (2024, mayo 13). Qué hay detrás de una aurora y de la tormenta geomagnética que nos hizo mirar al cielo. *National Geographic en Español*. <https://www.ngenespanol.com/el-espacio/que-hay-detras-de-una-aurora-y-de-la-tormenta-geomagnetica-que-nos-hizo-mirar-al-cielo/>



PÍA SOLER ÁLVAREZ
Ingeniería Industrial, 3.^{er} semestre

1. ¡Primera Piedra de los Anáhuac LABS!

La ceremonia de la Primera Piedra de los Anáhuac LABS fue un evento emocionante para alumnos y miembros de la Facultad de Ingeniería, ya que la Universidad Anáhuac México dio un paso hacia el futuro con estos innovadores laboratorios.

Este evento fue conducido por el director de Desarrollo Institucional, el maestro José Antonio Gea Guinovart. Durante su discurso, nuestro rector, el Dr. Cipriano Sánchez García, Legionario de Cristo, destacó la importancia y el compromiso de la institución de formar ingenieros con

valores éticos y responsabilidad social y expresó el anhelo de que Anáhuac LABS sea un lugar que fomente el conocimiento, liderazgo y bienestar.

Asistentes, administrativos y estudiantes colocaron la primera piedra de Anáhuac LABS, simbolizando la unión de esfuerzos y la construcción de un futuro prometedor. Estamos todos muy emocionados y entusiasmados por ver completo este proyecto y poder realizar ahí nuestras prácticas de laboratorio y proyectos.





2. Semana de Ingeniería

Este año, los estudiantes de la Facultad de Ingeniería tuvimos la oportunidad de sumergirnos en una semana llena de innovación, creatividad y aprendizaje. La tan esperada Semana de Ingeniería nos permitió interactuar con destacados profesionales del campo en diferentes pláticas, paneles de discusión y visitas.



El evento sirvió para que, como alumnos, pudiéramos presentar distintos proyectos supervisados por un profesor en un tipo *shark tank*, difundiendo aplicaciones importantes que contribuyen al desarrollo científico y tecnológico de nuestro país.

Agradecemos a todas las personas que hicieron posible esta increíble semana que nos brindó información y habilidades muy importantes para nuestro desarrollo profesional y personal.

3. Segunda edición de las Olimpiadas +CienciaA

La segunda edición de las Olimpiadas organizadas por la revista +CienciaA fueron un éxito rotundo con 19 equipos participando con la mejor actitud y espíritu competitivo. En esta edición de las Olimpiadas pudimos ver diferentes concursos como cálculo mental, basta ingenieril, 100 ingenieros dijeron y un concurso de construcción. Después de una divertida y reñida competencia, los estudiantes Eduardo Adolfo Colín Hernández, Darinel Ortiz Montaño, Carlos Alberto Guerrero Carballo y Franco Triay Robles se llevaron el triunfo. ¡Muchas felicidades a los ganadores!

Actividades como estas ayudan de una manera muy divertida a los



alumnos a fortalecer habilidades como trabajo en equipo, pensamiento creativo, comunicación efectiva, memoria, además de desarrollar capacidades científicas y matemáticas. Agradecemos la participación del comité de la revista, de todos los alumnos y los profesores que otorgaron puntos a los ganadores y participantes.



4. Visita a Eutelsat Group organizada por la revista +CienciaA

Este año, como parte de las actividades de la Semana de Ingeniería, tuvimos una visita al centro de control satelital de Eutelsat Group, organizada por los integrantes del comité de la revista +CienciaA.

Eutelsat es una empresa de telecomunicaciones que cuenta con una flota de 35 satélites geoestacionarios (GEO) y una constelación en órbita terrestre baja (LEO) de más de 600 satélites. El grupo de Eutelsat atiende las necesidades de clientes en todo el mundo en cuatro sectores claves: conectividad móvil, conectividad fija, servicios gubernamentales y todos los mercados de rápido crecimiento.

En esta visita conocimos acerca de los satélites GEO y LEO, cómo funcionan y llegan al espacio, y aprendimos la manera en que los manejan desde su centro de control. También pudimos ver las antenas de estos dos diferentes satélites y aprendimos la operación de cada una.

Agradecemos a Omar Méndez Zamora, gerente de Control Satelital de Eutelsat Group, y a María del Carmen Álvarez Muñoz, directora de Mercadotecnia Américas de Eutelsat OneWeb, por todas sus atenciones, recibirnos y guiarnos durante esta interesante visita.



Fotografía cortesía de Ricardo Ángel Llorente Vázquez



5. Comité de la revista +CienciaA participa en la 45 Feria Internacional del Libro del Palacio de Minería



En la reciente edición de la Feria Internacional del Libro del Palacio de Minería (FILPM) participaron los talentosos miembros del comité de la revista +CienciaA: Ingrid Sofía Rincón von Pastor, María José Canseco Juárez, Miriam Cherem Sitton y Ricardo Ángel Llorente Vázquez. Su trabajo como colaboradores en la revista, bajo la dirección de la Dra. María Elena Sánchez Vergara, fue el centro de atención del evento.

Los alumnos hablaron sobre su experiencia en la revista y cómo el participar en esta les ha ayudado a alimentar su curiosidad, profundizar en temas que les interesan e incluso compartieron que les ha brindado oportunidades laborales gracias al

gran currículum que proporciona estar en este gran proyecto.

El evento contó con la distinguida presencia del Mtro. Mario Buenrostro Perdomo, director de la Facultad de Ingeniería, la Dra. María Elena Sánchez Vergara, directora del Centro en Innovación Tecnológica (CENIT) y editora de la revista +Ciencia, así como la Mtra. Adriana Sánchez Escalante, Editora de Publicaciones, y el Lic. Alexander Ramírez López, Editor de Revistas Académicas. La FILPM se convirtió así en el escenario perfecto para celebrar el compromiso y la pasión de estos jóvenes ingenieros por la ciencia y su divulgación.





6. Concurso de “carritos ratonera”

Este desafiante concurso consiste en que los alumnos, en equipos de dos integrantes, armen un carrito que sea impulsado por una ratonera y materiales reciclados. Ganaba el equipo que lograra que su carrito alcanzara una mayor distancia. Es importante mencionar que participaron alumnos de la Universidad Panamericana y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Anáhuac.



Felicitemos a los ganadores (Primer lugar: José Miguel Sánchez Kuri y Cecilia López Olavarría. Segundo Lugar: Álvaro Corral y Alejandro López. Tercer lugar: Rodrigo Ayala Hoyos y Diego Alberto Álvarez Zamora) por su esfuerzo, creatividad y constancia.

7. ¡Tenemos TikTok!

¡La revista +Ciencia está expandiendo su alcance con la incorporación a TikTok! Ahora, nuestros seguidores pueden disfrutar de contenido científico fresco y entretenido en esta popular plataforma de redes sociales. El TikTok de +Ciencia promete acercar más la ciencia a los jóvenes de una manera divertida y accesible. Síguenos en esta plataforma para mantenerte al día con nuestras publicaciones.

8. ¡Síguenos en nuestras redes sociales!



Estamos comprometidos en difundir +Ciencia, por lo tanto, te invitamos a seguirnos en nuestras redes sociales. Allí encontrarás contenido interesante y relevante, además de mantenerte al día con nuestras colaboraciones, revistas, podcasts, videos y eventos. ¡Escanear el QR y descubre lo que tenemos para ti!

¿ERES EMPRESARIO, TIENES EN MENTE UN PROYECTO DE BASE TECNOLÓGICA Y NO CUENTAS CON SUFICIENTES RECURSOS PARA DESARROLLARLO?

La Universidad Anáhuac ofrece los servicios del Centro de Innovación Tecnológica Anáhuac (CENIT), destinados a empresas que quieran realizar proyectos de base tecnológica y que posteriormente requieran ser fondeados con presupuesto federal y estatal.

Para conocer un poco más acerca de todos los servicios que ofrece el CENIT visita la siguiente página:

<http://ingenieria.anahuac.mx/cenit/>



En ella encontrarás los diferentes tipos de servicios que puede realizar el CENIT, los cuales incluyen desde pruebas, análisis y uso de laboratorio, hasta asesoría y servicios especializados enfocados a la obtención de fondos dependiendo del proyecto a desarrollar.

Si estás interesado o deseas más información escribe un correo electrónico a:

elena.sanchez@anahuac.mx



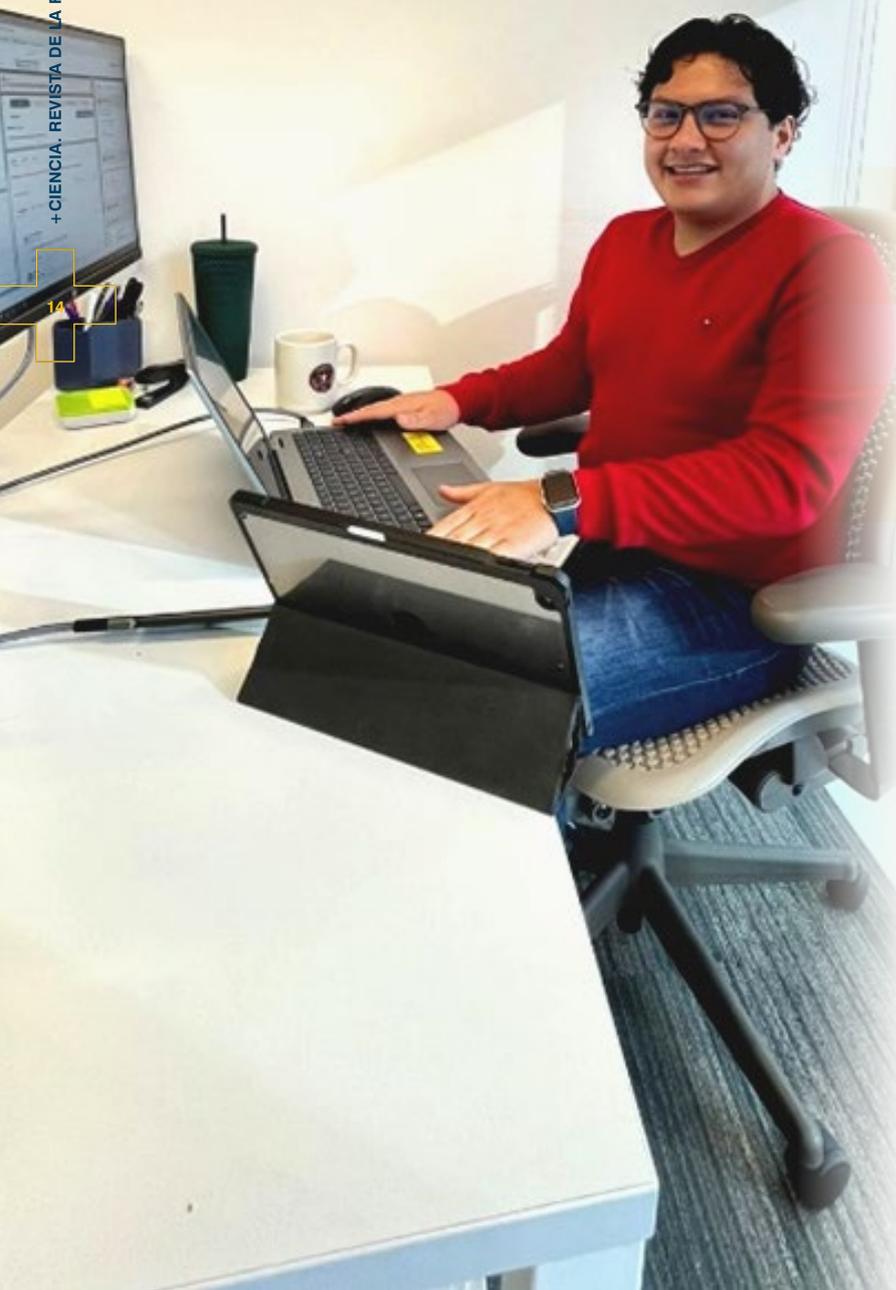


Unos años después...

De la vida después de la universidad

ING. HÉCTOR J. MALDONADO R.
Ingeniería Química, generación 2018–2022

+CIENCIA. REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



La vida después de la universidad asusta. Da miedo “el no saber qué sigue”, ya que cuando estás en la escuela siempre sabes el siguiente capítulo, las próximas materias, exámenes, maestros. Sin embargo, cuando la vida te alcanza y es momento de volverte joven adulto, te asaltan mil preguntas: ¿este es el camino correcto?, ¿esta es la carrera profesional que busco?, ¿esta es la rama en la que voy a trabajar por más de 40 años? Todas válidas y muy difíciles de responder cuando llevas uno o dos años graduado. Y la respuesta correcta es que no hay una. Literal, a veces la vida te lleva por caminos que no esperabas, que tal vez no hubieras querido conscientemente, pero, te puedo decir, y sin ánimos de sonar como un viejito, todo tiene una razón de ser. No hay que desesperarse si no conseguiste ese *dream job*, si sientes que tal vez estás estancado y que el resto de tus amigos están avanzando. No te preocupes, todo va a su tiempo y lugar; tal vez no tuviste esa oportunidad porque una mejor está por abrirse o porque simplemente no estás listo aún. Sin importar cuál sea el motivo, no debes perder el ánimo.

Yo quería trabajar en planta, ya que, siendo ingeniero químico, pues me imaginaba como un ingeniero de procesos. Tuve oportunidad de visitar varias plantas y me di cuenta de que realmente no era mi ambiente ni lo que me gustaba, y ahora estoy trabajando para una empresa francesa, líder en su mercado, desde mi propia oficina en Plaza Carso con todas las comodidades que un trabajo de Godín da. Tiempos flexibles, *home office*, días para salud mental, todo eso lindo que ofrece una empresa que sabe lo que vales y aportas.



Por momentos puedes sentir como que estás perdiendo el tiempo o que lo que estás haciendo no es importante, cuando en realidad lo que te debes preguntar es: ¿lo que estoy haciendo me gusta? ¿Me está haciendo feliz? Al final del día, el éxito no es si ganas miles de pesos o si lograste ser el primero de tus amigos en comprar un depa; el éxito es cuánta felicidad tienes y cuánta de esa felicidad se debe a que tienes un trabajo digno, lo demás viene con el tiempo.

Definitivamente estoy en Zalkin Americas porque es una empresa que toma en cuenta a sus empleados, que incluso ellos, estando en Estados Unidos y Francia, me hacen sentir parte del equipo y aplauden mi ayuda con los países latinoamericanos (soy el Customer Care Coordinator para Latinoamérica), y esta oportunidad se dio gracias a la preparación que recibí en la Universidad Anáhuac, a la visión internacional que tiene y que nos permite ver más allá de los números, es decir, las personas.

Últimamente he defendido a mis clientes argentinos como no tienen una idea, porque su gobierno está tomando terribles decisiones centralistas que afectan los pagos a proveedores extranjeros, pero esas decisiones están fuera de las manos de los clientes, entonces yo tengo que ser intermediario entre nuestro contador (que es irlandés y muy cuadrado) y mis clientes, que literalmente están en medio de una crisis política. La Anáhuac me dio esa capacidad de entender que no solo es sobre el dinero, sino sobre las personas que están de por medio y que tratan de hacer su mejor esfuerzo, pero se ven limitadas en este caso por un gobierno corrupto (creo que eso suena familiar, ¿no?).

Por otra parte, y algo que literalmente no había apreciado tanto como ahora, fue ese tiempo que estuve en el grupo de investigación de la doctora María Elena Sánchez, pues durante ese periodo aprendí a colaborar a la vez con investigadores en Europa, Puebla y CDMX. Ese aprendizaje aho-

ra lo llevo con mis colegas en Francia y Georgia, ese ánimo de mejorar procesos y aclarar situaciones, todo en un clima de respeto y admiración. Esas herramientas son invaluable. Los invito a que hagan tantas actividades extracurriculares como les sea posible, equipos deportivos, periódico escolar, talleres, etc. Eso los llena de habilidades que en un principio no notan, pero cuando salen a la vida real son de las que más valen.

Es muy gracioso lo que pasa porque, al menos yo, estaba bajo la idea de que la universidad solo te preparaba para la vida profesional, pero en realidad te prepara para todos los aspectos de la vida: social, económica, personal, etc. Los golpes son fuertes, pero no imposibles de sortear, siempre encuentras una forma de rodear el obstáculo. Ser ingeniero me permite llevar la vida de una forma bastante metódica, basada en la información que sabes y buscando la que desconoces, con mucha curiosidad. No sé qué me depara el futuro, pero estoy seguro de que tengo la preparación para enfrentar lo que sea que se interponga en el camino.

Disfruten la vida universitaria, llénense de amigos, vayan a todas las fiestas (SIN DESATENDER las notas) porque una vez que salen a la vida real (incluso si hacen maestría) nada vuelve a ser igual que tu vida como estudiante de la Anáhuac.

Les dejo esta cita de la persona del año, de acuerdo con la revista *Time*, Taylor Swift:

Do not kill the part of you that is cringe. Kill the part of you that cringes, because every part of you that you've ever been, every phase you've ever gone through, was you working it out in that moment with the information you had available to you at the time.

You should celebrate who you are now, where you are going, and where you've been.



REVOLUCIONANDO EL MOVIMIENTO: LOS BRAZOS ROBÓTICOS



NICOLE NIOBE PALACIOS GUTIÉRREZ
Ingeniería Industrial, 6º Semestre

Del pensamiento a la innovación, ¿alguna vez te has preguntado qué hace que un brazo robótico sea tan extraordinario? Es esencialmente una réplica mecánica de nuestro propio brazo humano, pero con una capacidad única: la programación para una variedad de tareas. Su importancia va más allá de las fábricas, donde realizan labores precisas y repetitivas como el ensamblaje, la pintura, la soldadura y el manejo de objetos voluminosos. Estos ingeniosos dispositivos no se limitan a los dominios de empresas poderosas, sino que también están presentes en bares y restaurantes, transformando la forma en que interactuamos con el mundo que nos rodea.

Un poco de su historia

La historia de los brazos robóticos comienza en la mente visionaria de Nikola Tesla en 1890, cuando predijo que las máquinas reemplazarían eventualmente el trabajo mecánico humano. Pero no fue sino hasta 1921 que el término *robot* cobró vida gracias al escritor checo Karel Capek, quien lo derivó de la palabra checa *robota*, que significa “esclavo” [5].

Los primeros pasos hacia la robótica industrial se dieron en 1948, cuando George Devol y Joseph Engelberger patentaron el primer robot industrial, un hito crucial que dio paso al na-

cimiento de Unimate, el pionero instalado en una fábrica de General Motors para ensamblar motores con precisión.

Desde entonces, avances clave como Elsie en 1950, Shakey con sensores táctiles y cámaras, Mars Rover para explorar terrenos hostiles y el CART del SRI que modelaba obstáculos, sentaron las bases para la revolución robótica que presenciamos hoy [5, 6].

Revelando la ingeniería detrás

El brazo robótico es una combinación ingeniosa de mecánica, electrónica, informática y control automático. Su estructura se asemeja al esqueleto de un brazo humano, compuesto por segmentos unidos por articulaciones que permiten movimientos en diferentes direcciones. Estos segmentos suelen estar hechos de aleaciones ligeras y resistentes para mantener la precisión y soportar cargas.

Para su funcionamiento, cuenta con actuadores, que son los motores eléctricos encargados de proporcionar movimiento al controlar la posición y velocidad. También se emplean sistemas hidráulicos y neumáticos en aplicaciones que requieren mayor fuerza, aunque su precisión es menor en comparación con los actuadores eléctricos [3].



Los sensores son otra parte esencial del brazo robótico. Los *encoders* detectan la posición y velocidad para cada segmento, mientras que los sensores de fuerza y torsión permiten al brazo detectar y reaccionar ante la interacción con los objetos y su entorno [4].

El control del brazo robótico se lleva a cabo mediante dos componentes principales: las unidades de control, que actúan como el cerebro del sistema al procesar la información de los sensores y enviar comandos a los actuadores, y el *software*, programas especializados que facilitan la programación de tareas, la simulación de los movimientos y la integración con sistemas de visión artificial.

Los paneles de control y el *software* de programación son elementos clave para la interacción entre el operador humano y el brazo robótico. Permiten la programación de tareas y ajuste de parámetros. Además, las cámaras, así como el *software* de procesamiento de imágenes, posibilitan al brazo identificar objetos y evaluar su posición y orientación para manipularlos correctamente [3].

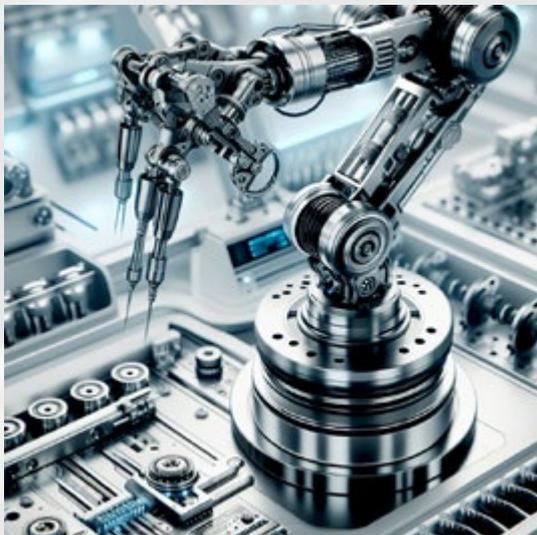


Imagen de un brazo robótico creada por Microsoft Copilot, generada el miércoles 3 de abril del 2024.

Hablando de la fabricación

Los brazos robóticos se producen en diversas partes del mundo, pero potencias industriales como Japón, Alemania, Suiza y China destacan por su robusta infraestructura, experiencia técnica y recursos necesarios para fabricar tecnología robótica avanzada. Estos países no solo fabrican los brazos robóticos en sí, sino que también ofrecen servicios de soporte y mantenimiento, así como soluciones personalizadas para satisfacer las necesidades específicas de diferentes industrias.

Entre las empresas más prominentes en la fabricación de brazos robóticos a nivel mundial se encuentran ABB, Yaskawa Electric Corporation, Midea Group (KUKA), Fanuc Corporation y Kawasaki Heavy Industries. Estas empresas líderes en la industria robótica no solo producen brazos robóticos de alta calidad, sino que también están presentes a nivel global, ofreciendo soluciones innovadoras para una amplia gama de aplicaciones industriales [7, 8].

Empresas que usan robótica

El empleo de robots colaborativos por empresas líderes como BMW, Tesla y Toyota en el ensamblaje y control de calidad marca la vanguardia de la incorporación de la robótica en la industria, lo que conlleva una mejora significativa en la seguridad y eficiencia de estas tareas. Además, compañías como Boeing y SpaceX hacen uso de brazos robóticos para ensamblar aviones y naves espaciales, así como para realizar labores de soldadura y pintura [7].

Estos robots trabajan en estrecha colaboración con los empleados, lo que resulta en un aumento de la producción sin comprometer la seguridad en el lugar de trabajo. Pero la aplicación de los brazos robóticos no se limita únicamente a grandes empresas; negocios como bares en Praga y Sevilla también están adoptando esta tecnología para la selección y



1 Idea = 1 Cambio

servicio de vinos, así como la preparación de cocteles, ofreciendo una experiencia innovadora a sus clientes [1].

Un cambio total

Los brazos robóticos han experimentado una transformación fundamental en la industria por varias razones contundentes. En primer lugar, su capacidad para trabajar de manera ininte-

rumpida durante largos periodos impulsa notablemente la producción. Además, realizan tareas con una precisión y consistencia excepcionales, lo que garantiza una calidad superior en los productos fabricados.

Desde una perspectiva a largo plazo, estos brazos robóticos también contribuyen a reducir los costos operativos al minimizar el desperdi-

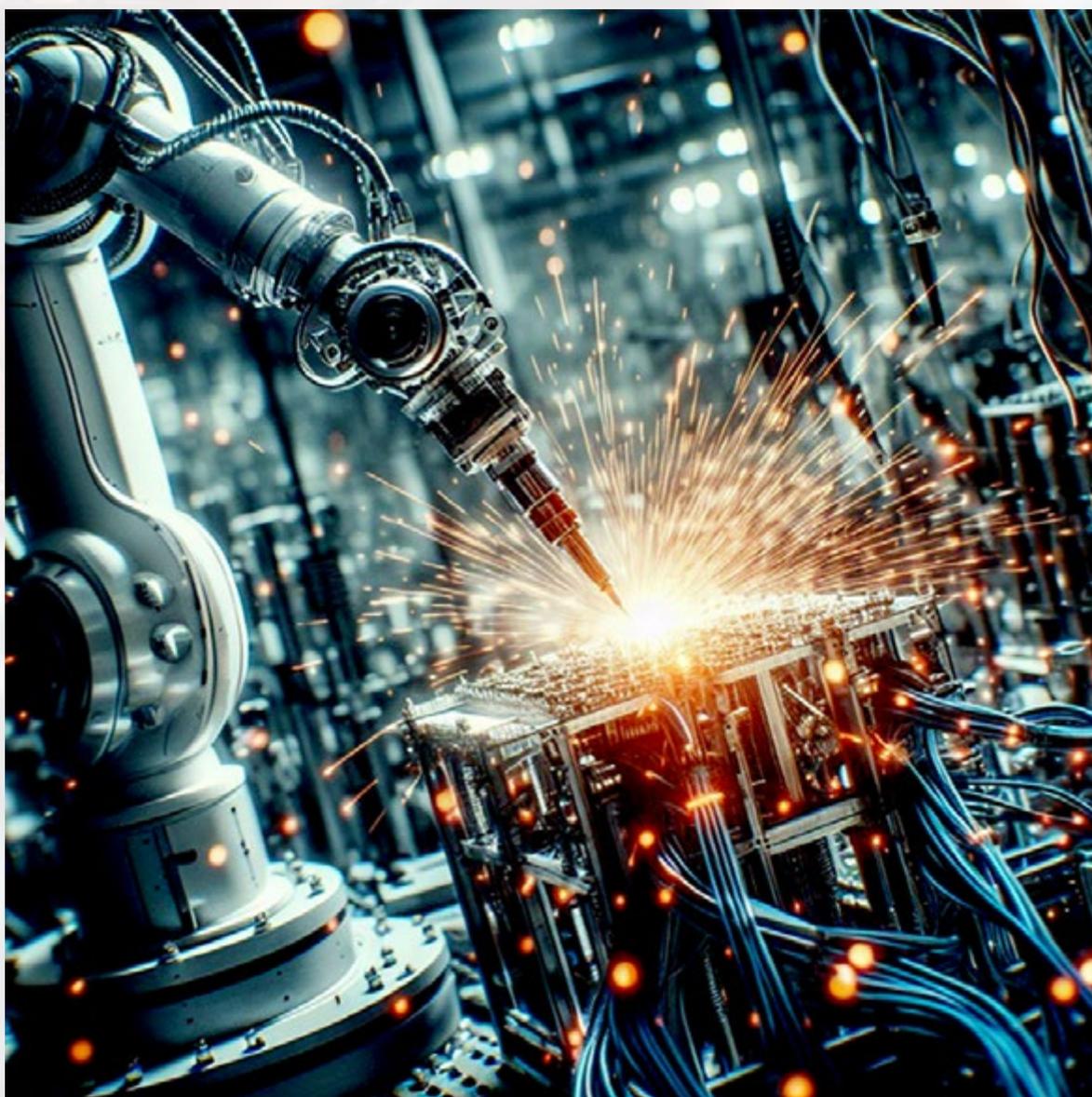


Imagen de un brazo robótico creada por Microsoft Copilot, generada el miércoles 3 de abril del 2024.



cio de materiales y la necesidad de retraining. Además, al encargarse de tareas peligrosas o repetitivas, mejoran significativamente la seguridad en el lugar de trabajo, lo que reduce el riesgo de lesiones para los trabajadores.

La integración de inteligencia artificial y sensores les permite aprender nuevas tareas y adaptarse a diferentes entornos de producción, ampliando enormemente sus aplicaciones potenciales. En resumen, los brazos robóticos representan una innovación transformadora que no solo impulsa la eficiencia y la calidad, sino que también promueve un entorno laboral más seguro y adaptable a las demandas cambiantes de la industria [2].

Mejorando el futuro

Permitamos que el futuro continúe asombrándonos. Cada vez la asistencia se vuelve más indispensable, y los brazos robóticos son solo un ejemplo entre muchos inventos que han producido un cambio radical. Más que maravillas de la ingeniería, estos brazos representan la capacidad humana de innovar y transformar el entorno. Han revolucionado industrias, mejorado vidas y ampliado lo que consideramos posible.

Desde su concepción, los brazos robóticos han encarnado la audacia y la visión de futuro humanas. Al ofrecer eficacia y precisión, han inspirado a generaciones a aspirar a la excelencia y la mejora continua.

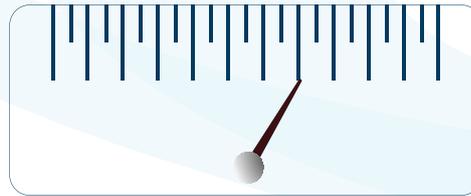
Reconocer los brazos robóticos como una de las creaciones más destacadas no es un simple elogio; son un cambio fundamental, un camino hacia un futuro donde la inteligencia artificial y la habilidad humana colaboran para llevar a la humanidad hacia horizontes de realización y bienestar aún inexplorados.

En última instancia, los brazos robóticos representan mucho más que una herramienta; son

un símbolo de progreso, un punto de referencia en innovación y una prueba sólida del valor de la tecnología como motor del bienestar humano. Su legado perdurará como un cambio innovador en la historia de la humanidad.

Referencias

- [1] Seitz, M. (17 de marzo de 2017). Qué países tienen más robots en sus fábricas y cuán cierto es que nos están robando los puestos de trabajo. *BBC News Mundo*.
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-39267567>
- [2] Castillo, G. (28 de junio de 2023). Brazos robóticos: Qué son y por qué mejoran la productividad. *Innovación Digital360*.
<https://www.innovaciondigital360.com/industria-4-0/brazos-roboticos-que-son-y-por-que-mejoran-la-productividad/>
- [3] BF México (24 de octubre de 2018). Partes de un robot industrial: Componentes básicos para su funcionamiento. *British Federal México*.
<https://bfmx.com/automatizacion/partes-de-un-robot-industrial/>
- [4] BF México (2 de enero de 2019). Los 3 tipos de sensores internos de un robot industrial. *British Federal México*.
<https://bfmx.com/instrumentos-de-medicion/sensores-internos-de-un-robot-industrial/>
- [5] Esneca (15 de febrero de 2022). Brazo robot: tipos y funciones en la industria. *Esneca*.
<https://www.esneca.com/blog/que-es-brazo-robot/>
- [6] Muy Interesante (6 de junio de 2021). Las empresas que ya están sustituyendo a humanos por robots. *Muy Interesante*.
<https://www.muyinteresante.com/actualidad/37692.html>
- [7] Hitbot (2023). ¿Qué industrias utilizan brazos robóticos? *Huiling Tech*.
<https://www.hitbotrobot.com/es/que-industrias-utilizan-brazos-roboticos/>
- [8] Ikato (16 de mayo de 2021). Top 10 empresas fabricantes de robots industriales en el mundo. *Ikato Solutions*.
<https://www.ikato.mx/post/top-10-empresas-fabricantes-de-robots-industriales-en-el-mundo>



ACTIVIDAD FÍSICA EN NIÑOS ESCOLARES Y ADOLESCENTES: APEGO A LAS RECOMENDACIONES E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

NATALIA MARTIN SÁNCHEZ VÁZQUEZ Y PATRICIA INDA ICAZA
Universidad Anáhuac México, Campus Norte, Facultad de Ciencias de la Salud.
natalia.martinsanchez@anahuac.mx, patricia.inda@anahuac.mx

CARLOS ROJAS BUTRÓN
Universidad Anáhuac México, Campus Norte, Centro de Investigación
en Ciencias de la Salud (CICSA), Facultad de Ciencias de la Salud.
carlos.rojasb44@anahuac.mx

PAOLA V. MIRANDA ALATRISTE Y ELOÍSA COLÍN-RAMÍREZ*
Departamento de Nefrología y Metabolismo Mineral, Instituto Nacional
de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.
paola.mirandaa@incmnsz.mx, ecolin@anahuac.mx

CARLOS A. CUÉLLAR-RAMOS Y ELOÍSA COLÍN-RAMÍREZ*
Universidad Anáhuac México, Campus Norte, Escuela de Ciencias del Deporte.
carlos.cuellarra@anahuac.mx, * Autor correspondiente



Introducción

Durante las últimas décadas, las instituciones y organismos de salud internacionales han trabajado en conjunto con el objetivo de disminuir y contrarrestar el creciente problema que representan el sobrepeso, la obesidad y sus complicaciones sistémicas. De acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2016 más de 1900 millones de adultos (18 años y más) y más de 381 millones de niños y adolescentes fueron afectados por alguna de estas condiciones [1]. En México, datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSA-NUT) Continua 2020-2022 reportan una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad de 37.3% en niños de 5 a 11 años [2].

La obesidad en la edad pediátrica se asocia a múltiples comorbilidades entre las que destacan resistencia a la insulina, diabetes mellitus tipo 2, dislipidemia, hipertensión arterial, apnea obstructiva del sueño y esteatohepatitis, entre otras, sin dejar de lado las consecuencias psicosociales como baja autoestima, ansiedad, depresión y pobre calidad de vida relacionada con la salud [3]. Asimismo, la obesidad presente durante la infancia incrementa el riesgo de desarrollar condiciones como hipertensión arterial, dislipidemias, resistencia a la insulina, diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad coronaria en la edad adulta, con un impacto importante sobre el riesgo de eventos cardiovasculares y mortalidad [4].

La OMS define el sobrepeso y la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de tejido adiposo que puede resultar perjudicial para la salud de un individuo. Esta condición resulta principalmente de un desequilibrio energético derivado del aumento en el consumo de alimentos con alto contenido energético, así como del descenso en los niveles de actividad física y ejercicio condicionados por la adaptación a un estilo de vida sedentario [1]. Un menor número de casos de obesidad

están asociados a condiciones genéticas (síndrome de Prader-Willi), endocrinas (hipotiroidismo, síndrome de Cushing y síndrome de ovario poliquístico), el consumo de ciertos medicamentos (corticoesteroides, antidepresivos y anticonvulsivantes) y factores emocionales [5]. Por tanto, una dieta inadecuada y un estilo de vida sedentario siguen siendo responsables de la mayoría de los casos de obesidad.

Así, la actividad física juega un papel fundamental como parte de un estilo de vida saludable que contribuye a fomentar y preservar una buena salud. Entre los beneficios atribuibles a la actividad física en niños y adolescentes se encuentran los siguientes: mejora la capacidad física (cardiorrespiratoria y muscular), salud cardiometabólica (presión arterial, dislipidemia, glucosa y resistencia a la insulina), salud ósea y rendimiento académico; asimismo, reduce los síntomas de depresión y la adiposidad [6]. A nivel mundial, en 2019 se reportaron 0.83 millones de muertes atribuibles a una baja actividad física en población mayor de 15 años [7].

En este trabajo se abordan las recomendaciones de actividad física en niños y adolescentes y el apego a las mismas, así como los instrumentos de medición de la actividad física en este sector de la población.

Recomendaciones de actividad física en niños y adolescentes

La OMS ofrece recomendaciones de actividad física para los diversos grupos de edad con la finalidad de mejorar y conservar la salud de los individuos. Para los niños de 5 a 17 años sugiere al menos 60 minutos al día de actividades moderadas a vigorosas, principalmente aeróbicas, así como actividades de fortalecimiento muscular y óseo al menos tres días a la semana. También recomienda limitar las actividades sedentarias, particularmente horas frente a pantalla [6].



El estudio sobre el Comportamiento de Salud en Niños en Edad Escolar (HBSC, por sus siglas en inglés), realizado por la OMS y en el que participan 49 países de Europa y América del Norte, mostró que la participación en actividades físico-deportivas tiende a disminuir desde la infancia hasta la adolescencia. Dicho estudio señala que mientras alrededor del 25% de los niños de 11 años cumple con el tiempo de actividad física diaria recomendado por la OMS, esta cifra se reduce a sólo un 16% para los jóvenes de 15 años [8].

En México, datos de la ENSANUT 2022 señalan que más del 65% de los escolares de 10 a 14 años y más del 40% de los adolescentes de 15-19 años no cumplen con las recomendaciones de actividad física [9]. Por otro lado, un estudio realizado en población pediátrica mexicana reportó que el 81.7% de los niños y el 83.5% de las niñas entre 8 y 13 años evaluados no cumplieron con las recomendaciones de actividad física establecidas por la OMS [8]. Estos datos en conjunto resaltan la necesidad de promover y facilitar la actividad física en la población pediátrica mexicana a fin de incrementar sus niveles y los beneficios a la salud asociados a su práctica, sobre todo si se considera que la actividad física es el único componente del gasto de energía que puede modificarse voluntariamente [8].

Sedentarismo o comportamiento sedentario

Cuando una persona presenta niveles deficientes de actividad física, tal que no cumpla con las recomendaciones correspondientes, se considera que es físicamente inactiva. La inactividad física es un término que no debe confundirse con un comportamiento sedentario, mismo que se describe a continuación [6].

La OMS define el sedentarismo o comportamiento sedentario como cualquier comportamiento durante la vigilia caracterizado por un gasto energético menor o igual a 1.5 equivalentes metabólicos (MET), adoptando una po-

sición sentada, reclinada o acostada. La mayoría de los trabajos de oficina, que conllevan pasar horas frente a un escritorio, manejar o transportarse en automóvil, ver televisión o pasar tiempo frente a una pantalla son ejemplos de comportamientos sedentarios. En niños y adolescentes, el comportamiento sedentario está asociado con adiposidad aumentada; salud cardiometabólica, condición física y comportamiento pro-social pobres, así como una duración del sueño disminuida [6].

Medición de la actividad física

Métodos directos

Los métodos para medir la actividad física pueden ser clasificados como objetivos o directos, o bien, subjetivos o indirectos. Dentro de los métodos objetivos destacan los podómetros, acelerómetros y monitores de la frecuencia cardiaca [10-12]. También se han empleado sensores más sofisticados como brazaletes que utilizan sensores de movimiento y calor a fin de evaluar el gasto energético asociado con actividades complejas y no ambulatorias, como caminar llevando una carga pesada, aunque su utilidad en actividades de alta intensidad parece ser limitada [12, 13]. Asimismo, pueden emplearse mediciones directas del gasto energético como la calorimetría indirecta y el agua doblemente marcada. Estos métodos directos, como su nombre lo indica, permiten una evaluación objetiva y más confiable y precisa de la actividad física [10-12]. De ellos, los más comúnmente usados en niños son los podómetros y los acelerómetros [14].

Podómetros. Estos instrumentos cuentan el número de pasos que da un individuo a través de un sensor interno que detecta aceleraciones y desaceleraciones en una sola dirección del movimiento al dar un paso. En general, proporcionan una medida de la actividad física total en un periodo de tiempo determinado; sin embargo, tienen la limitante de no poder medir la intensidad de la actividad realizada, registrar actividades como montar en bicicle-



Imagen tomada de: pngwing.com

ta y detectar aumentos en el gasto energético por transporte de objetos o caminar y correr en pendiente. Se ha sugerido que se necesitan entre 4 y 9 días para capturar la actividad habitual en niños y adolescentes; sin embargo, puede resultar más factible capturar 4 días completos incluyendo un día del fin de semana [14]. Su uso se sugiere a partir de los 3 años, sin embargo, la mayoría de los estudios han evaluado niños mayores de 5 años [14] y aún se requieren más estudios sobre su validez en niños de edad pre-escolar [11].

Una revisión de estudios sobre el monitoreo de la actividad física a través del conteo de pasos en niños y adolescentes de diferentes países sugiere que 60 minutos de actividad física moderada a vigorosa en niños de edad escolar pueden alcanzarse, en promedio, con un conteo total entre 13 000 a 15 000 pasos

al día en los niños y entre 11 000 a 12 000 pasos al día en las niñas. En los adolescentes (tanto hombres como mujeres), 60 minutos de actividad física moderada a vigorosa pueden asociarse a un conteo de entre 10 000 y 11 700 pasos al día [15].

Colley et al. reportaron una correlación significativa entre el número de pasos al día y los minutos al día de actividad física moderada a vigorosa en niños y niñas canadienses de 6 a 19 años de edad, donde el conteo de pasos diarios equivalente a 60 minutos de actividad física moderada a vigorosa se ubicó entre 11 290 y 12 512 pasos, por lo que sugirieron considerar 12 000 pasos al día como punto de corte para determinar si niños y niñas de esta edad cumplen con la recomendación de 60 minutos al día de actividad física moderada a vigorosa [16].

Por su parte, Tudor-Locke et al. propusieron puntos de corte para clasificar la actividad física de niños y niñas, los cuales se basaron en un estudio donde el criterio para tal clasificación fue el índice de masa corporal (IMC) de niños estadounidenses, australianos y suecos de 6 a 12 años. Las categorías propuestas para niños de esta edad están en congruencia con las establecidas para adultos; sin embargo, se asignaron etiquetas no cuantitativas a fin de promover la motivación por la actividad física en esta población [15, 17] (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de la actividad física considerando el número de pasos al día mediante el uso de podómetros en niños y niñas de 6 a 12 años de edad

Categoría descriptiva para niños	Equivalencia en la categoría descriptiva de adultos	Pasos al día	
		Niños (6 a 12 años de edad)	Niñas (6 a 12 años de edad)
Cobre	Sedentario	< 10,000 pasos /día	< 7,000 pasos/día
Bronce	Ligeramente activo	10,000 a 12,499 pasos/día	7,000 a 9,499 pasos/día
Plata	Moderadamente activo	12,500 a 14,999 pasos/día	9,500 a 11,999 pasos/día
Oro	Activo	15,000 a 17,499 pasos/día	12,000 a 14,499 pasos/día
Platino	Altamente activo	≥ 17,500 pasos/día	≥ 14,500 pasos/día

Fuente: Adaptada de Tudor-Locke et al. [17].



Acelerómetros. Miden la aceleración (cuentas por minuto) en tiempo real y detectan movimiento en hasta tres planos ortogonales (anterior-posterior, mediolateral y vertical). Cuantifican el movimiento en un periodo a través de la medición de la frecuencia, duración e intensidad de la actividad física. Esta información posteriormente se traduce en una métrica de interés, por ejemplo, gasto de energía o perfil de la actividad física, describiendo la cantidad total e intensidad de la misma, cómo y cuándo se acumula, así como cuándo ocurren periodos de inactividad. No obstante, dichos dispositivos no proporcionan información sobre el tipo de actividad y si la persona está caminando con o sin carga. Los dispositivos se pueden llevar en varias partes del cuerpo, incluyendo cintura, cadera y muslo [12, 14]. Sin embargo, dependiendo de la posición del sensor, los valores de las métricas pueden variar en función de la participación del cuerpo en las distintas actividades [18].

Los acelerómetros no pueden identificar actividades cuando no hay movimiento (p. e., al estar sentado o parado); sin embargo, la inclinación y/o rotación del muslo podría indicar la diferencia entre estar sentado o de pie [14]. Aun cuando lo más apropiado es que el acelerómetro se use durante siete días consecutivos, ya que el patrón de actividad física puede variar todos los días, se acepta que se use por 5 días, incluyendo el fin de semana. Se sugiere que el uso del acelerómetro vaya acompañado de un registro de las actividades realizadas para complementar los datos adquiridos a través del acelerómetro, y su uso se recomienda a partir de los 3 años debido a su simplicidad de uso [14].

En cuanto a los puntos de corte para clasificar los niveles de actividad física en niños, se ha sugerido que 3 equivalentes metabólicos (MET, por sus siglas en inglés) son el punto de corte arbitrario para actividad de intensidad moderada, lo que equivale a aproximadamen-



te 1000 y 1500 cuentas por minuto en niños de 9 y 15 años de edad, respectivamente [19]. Empero, los resultados de un estudio en 26 niños y adolescentes entre 6 y 16 años en el que emplearon un acelerómetro Actigraph model #7164, proponen un punto de corte de 3200 cuentas por minuto para identificar a los niños con actividad física moderada [20].

En 2008, Evenson et al. propusieron puntos de corte para clasificar la actividad física usando dos modelos diferentes de acelerómetros, donde los valores para identificar actividad física moderada en niños de 5 a 8 años de edad fueron 2296 y 2032 cuentas por minuto para el acelerómetro Actigraph modelo #7164 y el Actival, respectivamente [21]. Otros grupos de investigación han sugerido diferentes puntos de corte para clasificar la actividad física en población pediátrica, como lo muestran Calahorra Cañada et al. en una revisión de la evaluación de la actividad física en escolares utilizando la acelerometría. Los autores de dicha revisión concluyeron que no hay criterios uniformes respecto a los puntos de corte para clasificar la actividad física en esta población [22]. Recientemente, Beck et al. destacaron la necesidad de determinar puntos de corte para clasificar los niveles de actividad física con base en las mediciones crudas de la ace-



leración (desviación de la amplitud promedio e intensidad de la aceleración del movimiento; MAD y MAI, por sus siglas en inglés, respectivamente), en lugar de cuenta por unidades de tiempo, y pusieron de manifiesto las diferencias en la evaluación de la actividad física dependiendo de la región corporal donde se coloque el sensor en niños de 8 a 13 años de edad [18].

Aún no existe consenso sobre cómo utilizar los acelerómetros, qué medidas de resultado utilizar y cómo interpretar el resultado; por lo que, en definitiva, los podómetros son el método de medición más recomendado en niños de todas las edades debido a su portabilidad, objetividad y consenso sobre los puntos de corte para clasificar los niveles de actividad física [14].

Métodos indirectos

Si bien la actividad física puede medirse de manera objetiva mediante el empleo de métodos directos, estos pueden resultar costosos o poco prácticos en estudios poblacionales en niños, por lo que los métodos subjetivos, como los diarios o registros de actividad física y los cuestionarios de auto-reporte suelen ser una opción más viable [14].

Diarios de actividad física. Los diarios requieren que el participante registre cada determinado tiempo qué actividades se llevaron a cabo en ese periodo de tiempo, lo cual los hace menos susceptibles a sesgos de memoria, ya que el registro es prácticamente en tiempo real, comparados con los cuestionarios de auto-reporte [12]. Sin embargo, los niños pequeños requieren que sus padres sean quienes hagan este registro, y es posible que con frecuencia no estén presentes, asimismo, dependiendo de la frecuencia o intervalo de tiempo en que se requiera registrar las actividades, este método puede causar que se lleve a un bajo nivel de involucramiento entre los participantes [23].

Cuestionarios de actividad física. Los cuestionarios de auto-reporte, por su parte, son el método más común de evaluación de la actividad física y se basan en la capacidad de recordar de los participantes. Los cuestionarios varían según lo que miden (p. e., modo, duración o frecuencia de la actividad física), cómo se reportan los datos (p. e., puntuaciones de actividad, tiempo, calorías), calidad de los datos (p. e., medición de intensidad, diferenciando entre actividades habituales y recientes, inclusión de actividades de ocio y no ocio) y cómo se obtienen los datos (p. e., cuestionarios en papel, computarizados, entrevistas) [12]. En niños menores de 8 años de edad, el uso de cuestionarios de actividad física es limitado, dada la naturaleza de su actividad física y la limitante de recordar con cierta precisión las actividades que realizan. En ellos, se recomienda el uso de instrumentos directos u objetivos de la actividad física [14].

El Cuestionario de auto-reporte más utilizado en el mundo para estimar el nivel de actividad física en niños es el Cuestionario de Actividad Física para Niños Mayores (PAQ-C, por sus siglas en inglés). Este es un cuestionario autoadministrado diseñado para medir actividad física moderada a vigorosa realizada en los últimos 7 días en niños de 8 a 14 años de edad. El resultado global del cuestionario es una puntuación de 1 a 5, donde las puntuaciones más altas indican un mayor nivel de actividad. El PAQ-C en su versión original en inglés (desarrollado en la Universidad de Saskatchewan, Canadá) ha demostrado una buena consistencia interna, confiabilidad test-retest, y correlaciona con la actividad física valorada por acelerómetro [14, 24, 25].

El instrumento PAQ-C ha sido adaptado culturalmente para evaluar la actividad física en niños de edad escolar en distintas poblaciones, encontrando una buena confiabilidad, consistencia y reproducibilidad para las versiones adaptadas al idioma español en países como



Chile [26], Colombia [27] y España [28]. Otros estudios han sugerido una validez cuestionable de este instrumento en niños españoles [29].

Actualmente no se cuenta con una versión adaptada y validada del PAQ-C para niños mexicanos. Es importante considerar que las actividades comúnmente realizadas por los niños varían de región a región, por lo que ninguna de las versiones de este instrumento actualmente disponibles en español refleja las actividades más comúnmente realizadas por los niños mexicanos en este rango de edad. Un estudio en 2621 niños mexicanos mostró que entre las actividades practicadas con mayor frecuencia se encuentran las que se listan en la Tabla 2 [8].

Tabla 2. Actividades físico-deportivas reportadas con más frecuencia entre las practicadas en el último mes en niños y adolescentes mexicanas por sexo

Actividad	Edad	Niños (%)	Niñas (%)
Futbol soccer	8 a 10 años	76.6	50.1
	11 a 13 años	78.2	59.3
Correr	8 a 10 años	54.2	61.4
	11 a 13 años	70.0	73.4
Caminata	8 a 10 años	52.1	61.0
	11 a 13 años	65.6	74.3
Básquetbol	8 a 10 años	46.0	40.4
	11 a 13 años	52.5	41.6
Andar en bicicleta	8 a 10 años	45.8	45.6
	11 a 13 años	49.0	46.9

Fuente: Betancourt-Ocampo et al. [8].

Otras actividades que realizan con frecuencia son bailar, voleibol, natación, béisbol, andar en patineta, futbol americano, karate o taekwondo, boxeo y andar en patines [8].

En México, no contamos con instrumentos de auto-reporte para evaluar la actividad física en escolares y adolescentes, y los que se han

empleado no han sido validados en población mexicana en este rango de edad [8, 9]. Así, es fundamental contar con instrumentos que permitan evaluar los niveles de actividad física en esta población de manera confiable y monitorear el apego a las recomendaciones.

Conclusiones

La obesidad y el sobrepeso en niños y adolescentes son problemas de salud pública de gran magnitud en México. Esta situación es preocupante, ya que la obesidad en la edad pediátrica se asocia a múltiples comorbilidades a corto y largo plazo.

La actividad física es un factor clave para prevenir la obesidad; sin embargo, en México, un alto porcentaje de niños y adolescentes no cumplen con las recomendaciones de actividad física estipuladas por la OMS.

Los acelerómetros y los podómetros son los métodos objetivos más utilizados para medir la actividad física en esta población. Sin embargo, los podómetros son el método de medición más recomendado en niños de todas las edades debido al consenso sobre los puntos de corte para clasificar los niveles de actividad física. En cambio, en estudios poblacionales,



los métodos indirectos como los cuestionarios de auto-reporte de actividad física son una mejor opción dada su practicidad y bajo costo. No obstante, en México aún no se cuenta con cuestionarios validados en niños y adolescentes. A fin de monitorear el apego a las recomendaciones de actividad física en esta población, resulta indispensable contar con instrumentos de medición confiables y validados.

Abreviaturas

1. ENSANUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
2. MAD: Desviación de la amplitud promedio
3. MAI: Intensidad de la aceleración del movimiento
4. MET: Equivalente metabólico
5. OMS: Organización Mundial de la Salud
6. PAQ-C: Cuestionario de Actividad Física para Niños Mayores

Agradecimientos

Este trabajo recibió financiamiento del Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología dentro de la Convocatoria para el Financiamiento para Investigación de Mujeres Científicas (No. Proyecto 56).

Referencias

- [1] World Health Organization (1 de marzo de 2024). Obesity and overweight. *World Health Organization*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- [2] Shamah-Levy, T., Gaona-Pineda, E. B., Cuevas-Nasu, L., Morales-Ruan, C., Valenzuela-Bravo, D. G., Méndez-Gómez Humaran, I., y Ávila-Arcos, M. A. (2023). Prevalencias de sobrepeso y obesidad en población escolar y adolescente de México. *ENSANUT Continua 2020-2022. Salud Pública*, 65. <https://doi.org/10.21149/14762>
- [3] Kumar, S., y Kelly, A. S. (2017). Review of Childhood Obesity: From Epidemiology, Etiology, and Comorbidities to Clinical Assessment and Treatment. *Mayo Clinic Proceedings*, 92(2): 251-265. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.09.017>
- [4] Morales Camacho WJ, Molina Díaz JM, Plata Ortiz S, Plata Ortiz JE, Morales Camacho MA, Calderón BP

- (2019). Childhood obesity: Aetiology, comorbidities, and treatment. *Diabetes Metabolism Research and Reviews*, 35(8): e3203. doi: <https://doi.org/10.1002/dmrr.3203>
- [5] Eunice Kennedy Shiver National Institute of Child Health and Human Development (31 de agosto de 2018). ¿Qué causa el sobrepeso y la obesidad? *NIH*. <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/obesity/informacion/causa>
- [6] World Health Organization (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/336656/9789240015128-eng.pdf>
- [7] Xu, Y.-X., Xie, J., Yin, H., Yang, F.-F., Ma, Ch.-M., Yang, B.-Y., Wan, R., Guo, B., Chen, L.-D., y Li, S.-L. (2022). The Global Burden of Disease attributable to low physical activity and its trends from 1990 to 2019: An analysis of the Global Burden of Disease study. *Front Public Health*, 15:10:1018866. doi: 10.3389/fpubh.2022.1018866
- [8] Betancourt-Ocampo, D., Jaime-Reyes, A. L., Tellez-Vasquez, M. H., Rubio-Sosa, H. I., González-González, A. (2022). Actividad física, sedentarismo y preferencias en la práctica deportiva en niños: panorama actual en México. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 22(1): 100-115. <https://scielo.isciii.es/pdf/cpd/v22n1/1578-8423-cpd-22-1-100.pdf>
- [9] Medina, C., Jáuregui, A., Hernández, C., González, C., Olvera, A. G., Blas, N., Campos, I., y Barquera, S. (16 de junio de 2023). Prevalencia de comportamientos del movimiento en población mexicana. *Salud Pública de México*, 65. <https://doi.org/10.21149/14754>
- [10] García-Puello, F., Herazo-Beltrán, Y., Vidarte-Claros, J. A., García-Jiménez, R., y Crissien-Quiroz, E. (2018). Evaluación de los niveles de actividad física en universitarios mediante método directo [Physical activity level assessment in university students by direct method]. *Revista de Salud Pública*, 20(5), 606-611. doi: 10.15446/rsap.V20n5.59003
- [11] Phillips, S. M., Summerbell, C., Hobbs, M., Hesketh, K. R., Saxena, S., Muir, C., y Hillier-Brown, F. C. (2021). A systematic review of the validity, reliability, and feasibility of measurement tools used to assess the physical activity and sedentary behaviour of pre-school aged children. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1),141. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01132-9>
- [12] Sylvia, L. G., Bernstein, E. E., Hubbard, J. L., Keating, L., y Anderson, E. J. (2014). Practical guide to measuring physical activity. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(2), 199-208. doi: 10.1016/j.jand.2013.09.018



- [13] Santos-Lozano, A., Hernández-Vicente, A., Pérez-Isaac, R., Santín-Medeiros, F., Cristi-Montero, C., Casajús, J. A., y Garatachea, N. (2017). Is the SenseWear Armband accurate enough to quantify and estimate energy expenditure in healthy adults? *Annals of Translational Medicine*, 5(5):97. doi: 10.21037/atm.2017.02.31
- [14] Guzmán-Muñoz, E., Valdés-Badilla, P., Concha-Cisternas, Y., Méndez-Rebolledo, G., y Castillo-Retamal, M. (2020). Methods for measuring physical activity in children and their relationship with nutritional status: a narrative review. *Archivos de Medicina del Deporte*, 37(3), 197-203. https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev02_guzman_ingles.pdf
- [15] Tudor-Locke, C., Craig, C. L., Beets, M. W., Belton, S., Cardon, G. M., Duncan, S., Hataro, Y., Lubans, D. R., Olds, T. S., Raustorp, A., Rowe, D. A., Spence, J. C., Tanaka, S., y Balir, S. N. (2011). How many steps/day are enough? for children and adolescents. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8:78. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-78>
- [16] Colley, R. C., Janssen, I., y Tremblay, M. S. (2012). Daily step target to measure adherence to physical activity guidelines in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(5), 977-982. doi: 10.1249/MSS.0b013e31823f23b1
- [17] Tudor-Locke, C., Hatano, Y., Pangrazi, R. P., y Kang, M. (2008). Revisiting "how many steps are enough?". *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(7 Suppl), S537-543. doi: 10.1249/MSS.0b013e31817c7133
- [18] Beck, F., Marzi, I., Eisenreich, A., Seemüller, S., Tristram, C., y Reimers, A. K. (2023). Determination of cut-off points for the Move4 accelerometer in children aged 8-13 years. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15(1), 163. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00775-4>
- [19] Riddoch, C. J., Andersen, L. B., Wedderkopp, N., Harro, M., Klason-Heggebø, L., Sardinha, L. B., Cooper, A. R., y Ekelund, U. (2004). Physical activity levels and patterns of 9- and 15-yr-old European children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 86-92. doi: 10.1249/01.MSS.0000106174.43932.92
- [20] Puyau, M. R., Adolph, A. L., Vohra, F. A., y Butte, N. F. (2012). Validation and calibration of physical activity monitors in children. *Obesity*, 10(3), 150-157. doi: 10.1038/oby.2002.24
- [21] Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., y McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of Sports Sciences*, 26(14), 1557-1565. doi: 10.1080/02640410802334196
- [22] Calahorro Cañada, F., Torres-Luque, G., Lopez Fernandez, I., Santos-Lozano, A., Garatachea, N., y Álvarez Carnero, E. (2015). Actividad física y acelerometría: orientaciones metodológicas, recomendaciones y patrones [Physical activity and accelerometer: methodological training, recommendations and movement patterns in school]. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1), 115-128. doi: 10.3305/nh.2015.31.1.7450
- [23] Mindell, J. S., Coombs, N., y Stamatakis, E. (2014). Measuring physical activity in children and adolescents for dietary surveys: practicalities, problems and pitfalls. *Proceedings of the Nutrition Society*, 73(2), 218-225. doi: 10.1017/S0029665113003820
- [24] Kowalski, K. C., Crocker, P. R. E., y Donen, R. M. (2004). *The Physical Activity Questionnaire for Older Children (PAQ-C) and Adolescents (PAQ-A) Manual*. College of Kinesiology University of Saskatchewan. https://www.prismsports.org/UserFiles/file/PAQ_manual_ScoringandPDF.pdf
- [25] Kowalski, K. C., Crocker, P. R. E., y Faulkner, R. A. (1997). Validation of the Physical Activity Questionnaire for Older Children. *Pediatric Exercise Science*, 9(2), 174-186. <https://doi.org/10.1123/pes.9.2.174>
- [26] Faúndez Casanova, C., Vásquez, J., Souza, R., Castillo, M., Castillo, F., Pérez, J., y Guzmán, J. (2020). Fiabilidad y reproductividad de los Cuestionarios de Actividad Física PAQ-C y PAQ-A en Estudiantes de Enseñanza Básica y Media de la Ciudad de Talca. *UCMaule*, 2020(59), 56-78. <https://doi.org/10.29035/ucmaule.59.56>
- [27] Herazo-Beltran, A. Y., y Dominguez-Anaya, R. (2012). The reliability of a questionnaire regarding Colombian children's physical activity. *Revista de Salud Pública*, 14(5), 802-809.
- [28] Manchola-González, J., Bagur-Calafat, C., y Girabent-Farrés, M. (2017). Fiabilidad de la versión española del cuestionario de actividad física PAQ-C. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 17(65), 139-152. doi: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2017.65.008>
- [29] Martín-Bello, C., Vicente-Rodríguez, G., Casajús, J. A., y Gómez-Bruton, A. (2020). Validación de los cuestionarios PAQ-C e IPAQ-A en niños/as en edad escolar. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(44), 177-187. doi: <https://doi.org/10.12800/ccd.v15i44.1460>



EXPLORANDO EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA DE LIPOSUCCIÓN: ¿CÓMO ELIMINA LA GRASA DEL CUERPO?

YOANA NAVIDAD SESEÑA GÓMEZ
Ingeniería Biomédica, 4.º semestre

¿Alguna vez te has preguntado cómo se elimina la grasa del cuerpo? La liposucción es un procedimiento médico diseñado para extraer grasa corporal o tejido adiposo. Su objetivo es mejorar la apariencia estética de áreas específicas. Estas áreas pueden ser diversas, por un lado, el abdomen, cuello, mentón, pómulos, brazos y los senos ubicados en la parte superior del cuerpo; por otro lado, los glúteos, caderas, muslos, rodillas, pantorrillas y los tobillos en la parte inferior del cuerpo.

Historia

La liposucción se originó en los años 70 gracias al trabajo del doctor italiano Giorgio Fischer. Sin embargo, el cirujano Gerard Yves es más conocido por la evolución moderna de este procedimiento. Su enfoque consistió en conectar cánulas a un aspirador y luego insertarlas debajo de la piel, utilizando movimientos específicos para desprender la grasa y facilitar su absorción.

De la misma manera en que todos los procedimientos médicos han evolucionado a lo largo de la historia, la máquina de liposucción también ha experimentado cambios. En su evolución encontramos diferentes tipos de máquinas las cuales son: liposucción tumescente, técnica súper húmeda, liposucción asistida por ultrasonido (UAL) y liposucción asistida por láser (LAL), siendo estas dos últimas las más modernas hasta nuestros días.

Liposucción asistida por ultrasonido (UAL)

Este tipo de máquina de liposucción es de las más interesantes, ya que gracias a su tecnología es capaz de eliminar la grasa de las zonas más densas o fibrosas.

¿Cómo funciona?

El funcionamiento de la máquina consiste en cuatro pasos:

1. Solución tumescente: A través de una cánula la máquina administra una solución tumescente en el área que se operará.
2. Cánula ultrasónica: Se introduce una cánula especial la cual proporciona las vibraciones ultrasónicas.
3. Emulsificación de la grasa: Las vibraciones ultrasónicas proporcionadas por la máquina disuelven la grasa, ya que se dirigen específicamente a las células grasas o tejido adiposo.
4. Aspiración de la grasa: Se absorbe la grasa mediante una cánula conectada a un sistema de aspiración.

Para empezar el procedimiento y que la máquina tenga un buen funcionamiento, primero se le debe suministrar al paciente una solución tumescente (esta técnica se combina comúnmente con la de liposucción tumescente para obtener un mejor resultado). Esta solución se introduce por medio de las cánulas, que entran por pequeñas incisiones que se producen



Figura 1. Máquina de liposucción asistida por ultrasonido (UAL) (Instrumental quirúrgico Microaire, 2024).

en la zona específica donde se llevará a cabo la reducción.

Una vez que el paciente ha recibido la solución tumescente, se introducen unas cánulas especiales provenientes de la máquina, las cuales emplean vibraciones ultrasónicas para penetrar los tejidos adiposos o grasas del cuerpo.

Estas vibraciones se transmiten a través de cánulas conectadas a una fuente ultrasónica que provee la máquina. Cuando estas vibraciones entran en acción, rompen las células grasas, convirtiéndolas en líquido, es decir, se emulsionan.

Una vez que la grasa del paciente ha sido convertida en forma líquida, se procede a aspirar con ayuda de la máquina. Este paso es crucial, ya que convertir la grasa en líquido permite una mejor absorción y proporciona una escultura más precisa al paciente.

A diferencia de otras técnicas, durante el proceso de ruptura de las células grasas, esta máquina no daña los vasos sanguíneos, lo que resulta en una menor pérdida de sangre y evita complicaciones durante la operación.

La máquina puede tener una cánula multifuncional o bien utilizar una diferente para cada proceso.

Liposucción asistida por ultrasonido, hoy en día: VASER Lipo

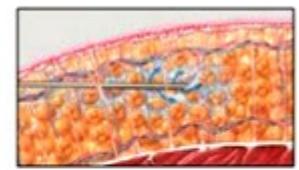
La VASER Lipo es una forma avanzada de liposucción asistida por ultrasonido (UAL), la cual se basa en el principio de funcionamiento de la UAL.

Esta máquina utiliza cánulas especializadas que emiten ondas sonoras para dirigirse específicamente a la grasa no deseada. Durante el proceso de emulsificación de la grasa, la VASER Lipo protege cuidadosamente los vasos sanguíneos, nervios y el colágeno del cuerpo, lo que reduce el riesgo de daños y facilita una recuperación más suave para el paciente.

Una vez que la grasa se ha emulsionado, se procede a su aspiración, lo que permite una extracción eficaz de la grasa no deseada. Este enfoque avanzado en la liposucción no solo brinda resultados más precisos, sino que también promueve una recuperación más rápida y cómoda para el paciente.



La capa existente de grasa se compone de células de grasa, tejido vascular y tejidos conectivos.



La capa de grasa está impregnada de líquido tumescente (solución salina que contiene agentes anestésicos).



La vibración de alta frecuencia de ondas ultrasónicas VASER® hace que se rompa el tejido graso y emulsione en el líquido de infusión.



La grasa licuada se elimina fácilmente del cuerpo mediante una succión suave o masaje.

Figura 2. Procedimiento para eliminar grasa con la máquina VASER (Vaser Lipo o Lipo Vaser En AA Clinic, s. f.)



Figura 3. VASER Lipo de alta definición (VASER Lipo - Dra. Lina Franco - Cirujana Plástica y Reconstructiva, 2022).

Riesgos al realizar una liposucción

Las cirugías estéticas, al igual que cualquier otro procedimiento médico, conllevan riesgos que deben ser considerados cuidadosamente. Es importante destacar que la cirugía estética en particular presenta riesgos significativos como las complicaciones postoperatorias e incluso, en casos extremos, la mortalidad. Por lo tanto, es crucial que estas intervenciones sean realizadas únicamente por profesionales expertos en instalaciones que cumplan con todas las condiciones necesarias para garantizar la seguridad del paciente y reducir complicaciones o decesos.

Los riesgos y consecuencias más sobresalientes asociados a la liposucción incluyen los hematomas; la formación de seromas, los cuales consisten en una retención de líquidos debido a un trauma excesivo en los tejidos; la necrosis cutánea puede ocurrir debido al uso de cánulas afiladas y a una liposucción superficial ex-

cesiva, lo que aumenta el riesgo de formación de seromas o hematomas que pueden evolucionar hacia una necrosis de la piel.

Las infecciones también se presentan, pero son poco frecuentes, con una incidencia reportada menor al 1%; la infección más común relacionada con el uso de la máquina de liposucción implica un hematoma en los tejidos subcutáneos con contaminación bacteriana secundaria. Además, pueden presentarse secuelas neurológicas, como hiperestesia e hipostesia, como dos de las más relevantes.

Riesgos significativos que aumentan la mortalidad del paciente

Entre los riesgos más significativos asociados a la liposucción, se encuentra la pérdida excesiva de sangre, que en algunos casos puede requerir una transfusión sanguínea. Esta pérdida de sangre se presenta con mayor relevancia al hacer uso de la máquina tumescente o súper húmeda. Otro riesgo grave es la trombosis venosa profunda, que consiste en formar coágulos en las venas de las piernas, los cuales pueden desprenderse y llegar a los pulmones, provocando la muerte del paciente. La perforación visceral es otro riesgo potencialmente peligroso, resultante de un uso incorrecto de las cánulas durante el procedimiento, lo que podría ocasionar una perforación en los órganos internos del paciente. Además, está el embolismo graso, que ocurre cuando se liberan glóbulos de grasa en el torrente sanguíneo, llegando a los pulmones a través de las venas, especialmente en casos de mega liposucciones o al realizar lipoinyección glútea. Estos son algunos de los riesgos más serios a considerar al someterse a una liposucción, así como también la intoxicación con lidocaína e intoxicación con epinefrina.

Mortalidad en México

La Asociación Mexicana de Cirugía Plástica Estética y Reconstructiva ha identificado que la principal causa de mortalidad, con un por-



centaje del 47.87%, es el embolismo graso. En segundo lugar, se encuentra la causa de muerte desconocida, aunque se sugiere que podría estar relacionada con la administración de lidocaína, con un 31.25%. A continuación, se reportan la hemorragia con un 10.93%, las perforaciones (7.81%) y, por último, las infecciones (3.12%).

Referencias

- AA Clinic (s. f.). Vaser Lipo o Lipo Vaser. *AA Clinic*. <https://www.aaclinic.es/tr-medicina-estetica/vaser-lipo/>
- Cuenca-Pardo, J. (17 de febrero de 2020). Caso de muerte por lipoescultura: dictamen médico. *Cirugía Plástica*, 2019(1). <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=91499>
- CuídatePlus (22 de noviembre de 2016). Liposucción. *CuídatePlus*. <https://cuidateplus.marca.com/belleza-y-piel/diccionario/liposucccion.html>
- Dixit, V. V., y Wagh, M.-S. (2013). Resultados desfavorables de la liposucción y su gestión. *Revista India de Cirugía Plástica*, 46(2), 377-392. <https://doi.org/10.4103/0970-0358.118617>
- Franco, Lina (2 de febrero de 2022). VASER Lipo. *Dra. Lina Franco*. <https://dralinafranco.com/vaser-lipo/>
- MedlinePlus (26 de mayo de 2023). Liposucción. *MedlinePlus, enciclopedia médica* <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002985.htm>
- Microaire (12 de marzo de 2024). PAL® de MicroAire. *MicroAire Surgical Instruments*. <https://www.microaire.com/es/products/pal-by-microaire/>



UN DÍA CALUROSO SIN AIRE ACONDICIONADO ES COMO UN PASTEL SIN GLASEADO

CARMINA VILLEGAS TORAYA
Ingeniería Ambiental, 4.º semestre

Los humanos siempre han buscado formas de controlar el clima para adaptarse a su entorno. Ya en el antiguo Egipto se empleaban ingeniosos métodos para combatir el calor, tales como dismantelar y enfriar durante la noche las paredes del palacio del faraón en turno debido a las calurosas noches del desierto del Sahara.

Pero fue hasta 1842 que Lord Kelvin publicó los principios que más tarde derivaron en el desarrollo del aire acondicionado moderno, utilizando circuitos frigoríficos herméticos basados en la absorción del calor a través de un gas refrigerante.

Tal vez nunca le has agradecido lo suficiente a Willis Haviland Carrier cuando, en un caluroso día de verano con unos insoportables 30 °C, llegas a tu casa u oficina y, pulsando un sencillo botón de mando, tu ambiente comienza a tornarse más agradable.

Fue en 1902 cuando este ingeniero e inventor estadounidense desarrolló la primera unidad de aire acondicionado para controlar la temperatura y la humedad de forma precisa, lo que revolucionó la producción industrial. Este desarrollo contribuyó en gran medida al auge económico del sudoeste de Estados Unidos, pues su invención hizo posible que más gente pudiera mudarse a las áreas previamente consideradas inhabitables por sus calurosos veranos (p. ej. Arizona, California, Colorado, Nevada, Nuevo México, Texas y Utah) (Historia del aire acondicionado, n.d.).

Mr. Carrier nació en la calurosa ciudad de Angola (estado de Nueva York, Estados Unidos), ciudad en que la temperatura media en verano es de al menos 27 °C. El joven Willis desarrolló una gran curiosidad por montar y desmontar artefactos de todo tipo y mecanismo, tales como máquinas de coser, relojes, etc.

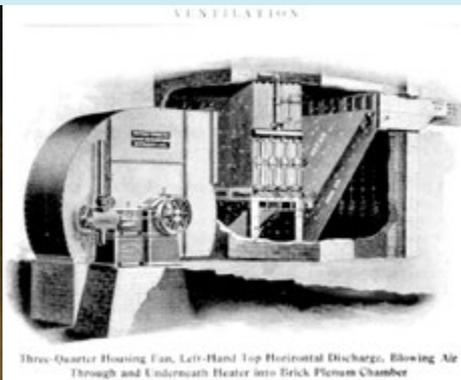


Figura 1. Willis H. Carrier (tomada en 1915). Figura 2. Dibujo realizado en 1902, probable sistema de aire acondicionado en la imprenta Sackett & Wilhelms. Imágenes tomadas de Sadurní (2023).



Aunque a Willis Carrier se le conoce como el padre del *aire acondicionado*, este término fue acuñado por primera vez por otro ingeniero, Stuart H. Cramer, quien patentó un dispositivo que enviaba vapor de agua al aire en las plantas textiles para acondicionar el hilo, y con esto la industria textil norteamericana se benefició enormemente al controlar con precisión los niveles de humedad y mejorar así la calidad de los productos (Sadurní, 2023).

Muy pronto la tecnología de W. Carrier se extendió en el mundo y, con el paso de los años, aparecieron nuevos sistemas de enfriamiento como la máquina de refrigeración centrífuga, que se creó en 1924 y se utilizó en grandes espacios como teatros, cines, tiendas departamentales, etc., mejorando significativamente la experiencia de sus clientes.

Con el transcurso del tiempo, el confort del aire acondicionado transformó la vida moderna y se popularizó en nuevos espacios como hospitales, oficinas y hasta en pequeños hogares, entre otros (Leffer, 2023).

En nuestros días el aire acondicionado no solo nos brinda confort en los días calurosos, sino que es esencial para muchos sectores de la industria y sus servicios, tales como la industria de alimentos y bebidas, farmacéuticas y laboratorios, centros de datos, sector aeroespacial, etc.

El aire acondicionado ha sido más que un simple lujo para la humanidad; es una herramienta que ha moldeado el mundo en el que vivimos y conocemos pero que, sin embargo, su paradoja radica en que representa un salvavidas y al mismo tiempo contribuye y agrava el calentamiento global (Brion, 2023).

El cambio climático no se puede eludir con la misma tecnología del aire acondicionado que

llevamos utilizando por un largo siglo y que provoca gases de efecto invernadero (como los refrigerantes hidrofluorocarbonados), además de que estos equipos son altos consumidores de energía eléctrica. Urgen innovaciones que ayuden a generar aire más fresco a más personas pero con menos impacto ambiental.

Referencias

- Brion, J., y Laffont, J. (22 de agosto de 2023). The paradox of air conditioning: A life-saver that aggravates global warming. *Le Monde*. https://www.lemonde.fr/en/environment/article/2023/08/22/the-paradox-of-air-conditioning-a-life-saver-that-aggravates-global-warming_6102678_114.html
- González Báez, C. (n. d.). Historia del aire acondicionado. *El Aire Acondicionado.com*. <https://www.elaireacondicionado.com/articulos/historia-del-aire-acondicionado>
- Leffer, L. (29 de agosto de 2023). New Air-Conditioning Technology Could Be the Future of Cool. *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/new-air-conditioning-technology-could-be-the-future-of-cool1/>
- Sadurní, J. M. (10 de julio de 2023). Aire acondicionado, el origen de un invento crucial en verano. *National Geographic, Historia*. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/aire-acondicionado-origen-invento-crucial-verano_17227

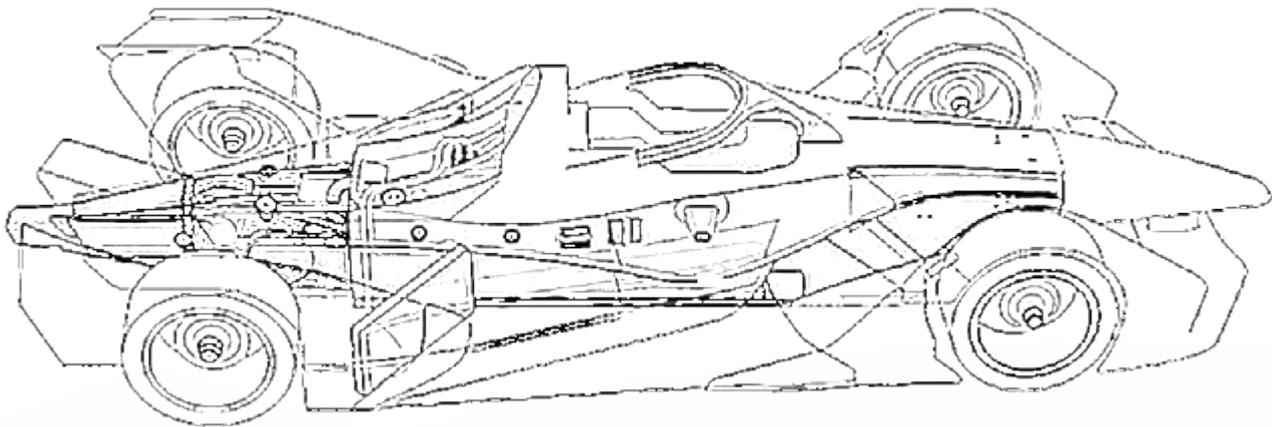


TREN MOTRIZ DE FÓRMULA E GENERACIÓN 3

CONVERSACIÓN

CON DORIAN BOISDRON Y JENNIFER KEMPF

SEBASTIÁN VALDÉS-REZA
Ingeniería Mecatrónica, 6.º semestre



“Este tipo de automóviles son los más eficientes del mundo, las unidades de poder y el tren de tracción son muy simples a comparación de los autos de Fórmula 1 o un motor de combustión interna.” (Boisdrón, 2024)

Fórmula E es el campeonato de autos eléctricos más importante del mundo. En este compiten 11 equipos y 22 pilotos diferentes, todos utilizan autos eléctricos con la capacidad de alcanzar velocidades de 300 km/h en circuitos callejeros. Estos autos, que ya están en su tercera generación, son un gran avance tecnológico y nos muestran el potencial que pueden llegar a tener los autos eléctricos comerciales que vemos en la calle todos los días. Algunos ejemplos de autos eléctricos que han logrado superarse y beneficiarse al competir en la Fórmula E son: Audi E-Tron, Porsche Taycan, Nissan Ariya, Jaguar I-Pace y DS 3 E-Tense.

Un elemento de la competencia que distingue a los autos de la Fórmula E. A diferencia de la Fórmula 1, estos autos son una combinación de partes diseñadas por los equipos y partes suministradas por la organización, como chasis, volantes, baterías, ruedas, componentes aerodinámicos, etc. Esto se hace con el objetivo de impulsar a los equipos a enfocarse solo



Jennifer Kempf, vicepresidenta comercial de DOW Mobility Science
Cortesía de DOW Mobility Science



Dorian Boisdrón, director del equipo Nissan Fórmula E.
Cortesía de Javier Maldonado, Momentum Racing



en el desarrollo de los trenes motrices. Por ahora esta iniciativa ha funcionado de manera increíble: los autos de la tercera generación son 60 kg más ligeros que los de la primera generación con solamente 840 kg, tienen 200 hp más para alcanzar los 470 hp, su capacidad de regeneración de energía aumentó de 400 kw a 600 kw y son casi 100 km/h más veloces con la capacidad de llegar a los 320 km/h. Todos estos cambios se han gestado en tan solo 20 años.

Para poder entender la manera en la que un piloto es capaz de controlar los distintos sistemas presentes en los autos, es importante conocer las unidades base que componen el tren motriz. Este se puede dividir en seis unidades:

- **Unidad de los motores-generadores eléctricos (MGU)**

En cada auto se pueden encontrar dos motores, uno en cada eje (delantero y trasero). El motor delantero, con una potencia de 250 kw, solamente puede ser usado como un generador de energía durante la carrera. Este, como se mencionó anteriormente, no está activado todo el tiempo, ya que al generar la energía también produce una gran generación de fricción que es usada para desacelerar el auto. Este motor tiene la particularidad de ser proporcionado por los organizadores, fabricado

por Lucid Motors. El motor trasero (con una potencia de 350 kw) es responsable de impulsar el auto. A diferencia del delantero, el motor trasero es fabricado por los equipos y está conectado a las ruedas traseras a través de la caja de velocidades y de los ejes.

- **Caja de velocidades**

La caja de velocidades es muy similar a las de los autos de combustión interna. Sirve como un miembro de sacrificio dentro del auto para disminuir el impacto que reciben los componentes eléctricos en el transcurso de una carrera. Tiene solamente dos configuraciones de engranes a elegir: neutral (para desacoplar el motor de las llantas por seguridad durante el movimiento físico del auto) y drive (para que el auto pueda impulsarse por sí solo). Su simplicidad hace que sea mucho más ligera que las cajas de velocidades de los autos que vemos en las calles todos los días.

- **Unidad de control del motor (MCU)**

El MCU, conocido coloquialmente como el cerebro del auto, es el componente más versátil. Esta computadora es responsable de controlar todos los sistemas eléctricos a través de *software*. Es capaz de convertir corriente directa en alterna, y viceversa, así como controlar la cantidad de energía que utilizan los motores para avanzar durante la aceleración, la canti-



Cabina Porsche 99x Electric de Pascal Wherlein, Mexico City E-Prix 2024
Cortesía de Porsche Motorsport



Volante Nissan e-4RCE 04
Cortesía de Javier Maldonado, Momentum Racing



Batería homologada Fórmula E Generación 3, construida por Williams Advanced Engineering
Cortesía de Electric Motor News



dad de energía regenerada que es almacenada en la batería, la redirección de la energía regenerada para evitar dañar la batería por sobrecarga y hasta el nivel de bloqueo de los diferenciales, entre otros.

- **Sistema de almacenamiento de energía recargable (RESS)**

El sistema de almacenamiento es la batería central del automóvil, es responsable de alimentar el MGU y el MCU. Esta batería es de Ion-Litio, con una potencia y voltaje máximos de 1.4 kw y 1 kv, respectivamente, producida por Williams Advanced Engineering. Tiene la capacidad para recibir 600 kw de energía de los sistemas de recarga a la vez que proporciona 350 kw al motor trasero para poder impulsar el automóvil. Este es uno de los componentes homologados y proporcionados por los organizadores de la competencia.

- **Unidad de enfriamiento líquido**

La unidad de enfriamiento es responsable de evitar el sobrecalentamiento del tren motriz. Este sistema es muy similar al que se encuentra en los autos de Fórmula 1. Los autos cuentan con dos radiadores, uno en cada uno de sus costados, que alimentan redes de líneas de enfriamiento que rodean los componentes eléctricos. Esta unidad es vital para el automóvil, ya que el tren motriz puede alcanzar temperaturas extremas y el manejo de esta temperatura es muy importante para extender la vida de las baterías. Como dato interesante, este es uno de los pocos sistemas que se ve afectado por el cambio de altura al correr en la Ciudad de México.

- **Suministro de la unidad de control del vehículo (VCU Supply)**

Es el sistema encargado de mantener los sistemas de control y seguridad activos a pesar de que el automóvil se accidente. Este sistema contiene principalmente sensores de estatus del piloto (como pulso y ritmo cardiacos) y sensores que detectan si el chasis ha sido electricificado. En todo es alimentado por una batería



Dorian Boisdron y Sacha Feneztraz (piloto de Fórmula E) en el Mexico City E-Prix
Cortesía de Nissan Motor.

secundaria dentro de la celda de seguridad para asegurar que se mantenga encendido en todo momento.

El piloto es capaz de controlar todos los sistemas desde su cabina, ya sea con los pedales (acelerador y freno) o por los controles presentes en el volante. Cada volante tiene una pantalla LCD en la que los pilotos son capaces de monitorear los sistemas del auto, ajustando la manera en la que este se comporta a través de botones y perillas. Todos estos ajustes son recibidos por el MGU y, de esta manera, el *software* es capaz de realizar los cambios sin importar qué unidad del tren motriz se ve afectada.

Cada piloto es responsable por la regeneración de energía de su automóvil. Al manejarlo, tiene la capacidad de activar el sistema de regeneración independiente a los frenos para poder balancear la velocidad dentro de la pista con la regeneración de energía. Los frenos son controlados por un pedal dentro del auto, mientras que el sistema de regeneración es operado por un gatillo en el volante (al jalar el gatillo el sistema de regeneración es activado y funciona como un freno en el auto).

En el caso de Nissan, los pilotos son asistidos por sonidos para facilitar el uso de las herramientas disponibles. Los “beeps” son usados para indicarle al piloto que debe utilizar el siste-



ma de regeneración y los “bops” para indicar el uso de los frenos. Los puntos óptimos de regeneración y frenado son seleccionados durante semanas a través del trabajo en simuladores, pero basado en la situación que rodea a los pilotos son capaces de reaccionar apropiadamente por su cuenta.

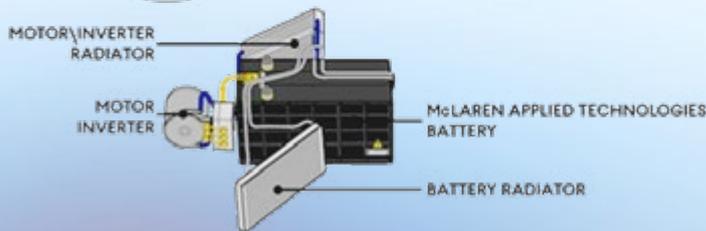
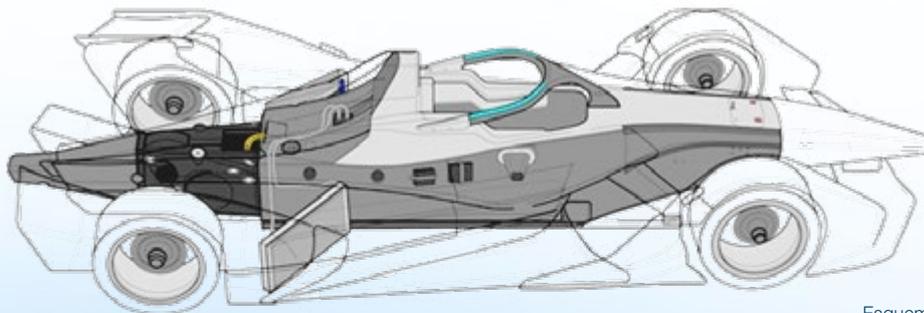
A pesar de ser vehículos de competencia, funcionan como una plataforma de experimentación de tecnologías nuevas para los autos eléctricos. Si se demuestra que estos son eficientes y con buen rendimiento, son adaptados para después ser implementados en los autos eléctricos comerciales.

“Estamos aprendiendo mucho de los datos que ellos (Jaguar TCS Racing) comparten con nosotros, para poder op-

timizar de manera más eficiente nuestros productos, y así podemos saber en qué parte podemos encontrar las ganancias.” (Kempf, 2024)

Referencias

- Boisdron, D. (12 de enero de 2024). Technical Aspects of a Formula E Powertrain (S. Valdes-Reza, entrevistador). Fédération Internationale de l'Automobile (19 de octubre de 2023). *2023-24 S10 FIA Formula E World Championship Technical Regulations*. <https://www.fia.com/regulation/category/109>
- Formula E (24 de enero de 2024). *Formula E's Cutting Edge Electric Race Car, GEN3, Explained*. <https://www.fiaformulae.com/en/news/487147/formula-es-cutting-edge-electric-race-car-gen3-explained>
- Kempf, J. (13 de enero de 2024). The Impact of Road to Race Technologies with Dow Mobility Science (S. Valdes-Reza, entrevistador).



Esquema de construcción interna de auto Fórmula E generación 2
CAR Magazine, Bauer Media Group



Jaguar I-Type 6
Cortesía de Dow Mobility



Nissan e-4RC E04 dentro de Pits
Cortesía de Javier Maldonado, Momentum Racing



Ilustración 1. Strava app
<https://partners.strava.com/developers>

EL INSTAGRAM DE LOS DEPORTISTAS

PÍA SOLER ÁLVAREZ
 Ingeniería Industrial, 4.º semestre

Debo hacer una confesión: fui víctima de la moda. Hace unos meses veía que mucha gente empezaba a correr, se inscribía a maratones y carreras y hablaba de los millones de beneficios que les daba correr, y empecé a sentir que me estaba perdiendo de muchas cosas (o sentí *FOMO*, como dirían hoy en día), así caí en este mundo de los corredores. Entré a esto sin saber absolutamente nada, desconocía que había muchos datos que se deben medir cuando corres como también que innumerables factores influyen en la forma en la que corres o te ejercitas. Si tú, como yo, entraste a este mundo o estás por hacerlo o llevas tiempo aquí y no sabes nada de esto, estás leyendo el artículo indicado.

Te presento Strava, una aplicación que, además de darte todos esos datos y factores cruciales para tu actividad física, te aseguro que, así como a mí, te ayudará a darle un enfoque más divertido a cada uno de tus entrenamientos.

¿Qué es Strava?

Es una aplicación muy amigable y fácil de usar para todo tipo de deportistas. Se centra en el seguimiento, monitoreo y registro de distintas métricas de rendimiento de diferentes deportes como atletismo y ciclismo. Pero esta aplicación no solo mide tu rendimiento, también te muestra rutas a seguir, estadísticas muy precisas e informativas; te permite compartir tu ubicación en tiempo real con tus seres queridos para hacerte sentir más seguro al estar haciendo ejercicio, entre muchas otras funciones.

Pero el factor que la hace la aplicación más popular, y personalmente mi favorita, es que se

trata de una red social donde puedes publicar tus entrenamientos y rutas para que tus amigos y seguidores los vean, puedes darle “like” y comentar las actividades de los demás, e incluso unirse a comunidades específicas, por ejemplo, yo me uní a una comunidad de corredores novatos para rodearme de gente que estaba viviendo cosas similares a las mías.

¿Cómo nace?

Strava es una aplicación creada por atletas para atletas. En 2009 los amigos ciclistas Michael Horvath y Mark Gainey empezaron a pensar diferentes maneras de mantenerse motivados y desafiarse entre ellos mientras practicaban su deporte, ahí es cuando nació esta plataforma. Strava significa “esfuerzo” en sueco, y con esta palabra Michael y Mark quieren reflejar el enfoque de la aplicación de celebrar el esfuerzo y rendimiento atléticos.

La aplicación se lanzó al público ese mismo año y ganó mucha popularidad entre los atletas por todas las funciones que ofrece. A lo largo de los años, Strava ha experimentado cambios y ha introducido nuevas características, una de las más importantes son los “segmentos”. Esta aplicación identifica segmentos de rutas populares y crea una tabla de puntuaciones de tiempos de cada atleta de Strava que compitió o entrenó en esa sección, así los usuarios pueden comparar sus tiempos con los de otros atletas y competir por los primeros puestos en las tablas. Poder conectar otros aparatos electrónicos como relojes inteligentes es otra de las funciones distintivas agregadas a esta aplicación. Hoy en día más de 100 millones de deportistas alrededor del mundo usamos Strava.

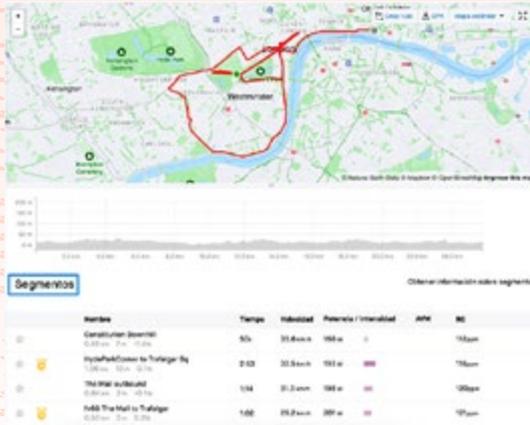


Ilustración 2. Segmentos de Strava. Obtenido de: <https://support.strava.com/hc/es-es/articles/216917447-Resultados-de-mi-segmento>

¿Cómo funciona?

Para usar esta aplicación debes descargarla desde la App Store o Google Play, depende del dispositivo que tengas, y para hacerte una cuenta puedes usar tu correo electrónico, cuenta de Facebook o Google. Una vez que iniciaste sesión, la aplicación te lleva a su página de inicio.

Si deseas monitorear una actividad, presiona el ícono "+", que aparece en la parte inferior de la pantalla, y luego seleccionas el tipo de actividad que harás. La filosofía de Strava es: "Si sudas, ya eres deportista", por lo que no importa el nivel o tipo de actividad que realices, la aplicación viene con muchísimas opciones de actividades físicas como correr al aire libre, andar en bicicleta, caminar, etc. Los deportistas de Strava publican desde caminatas por su casa hasta ultra maratones, aquí lo importante es que hagas una actividad física que te apasione, disfrutes y te haga sentir bien, y simplemente con eso ya eres parte de esta comunidad.

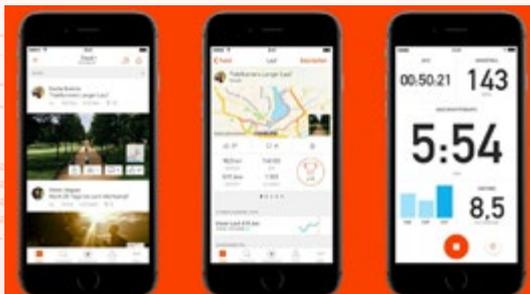


Ilustración 3. Cómo se ve la aplicación. Obtenida de: https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2019-01-04/trucos-consejos-aprovechar-strava-cuenta-deporte_1740174/

Ya que configuraste tu actividad, lo siguiente es presionar *inicio* para rastrear la actividad mediante el GPS de tu dispositivo, y ahora sí estás listo para empezar. Lo siguiente depende de ti. Disfruta tu actividad física y mover tu cuerpo de una forma que te haga sentir bien, aprovecha este tiempo para ti y da tu mayor esfuerzo.

Mientras haces tu ejercicio o entrenamiento, puedes ver cómo la aplicación registra datos en tiempo real: la distancia recorrida, el ritmo que llevas, frecuencia cardiaca (si usas un dispositivo compatible), altitud, cadencia, entre otros. Una vez que termines, presiona el botón para finalizar y guarda tu actividad en tu perfil, le puedes agregar una descripción o etiqueta (por ejemplo: mis primeros 10 kilómetros). Y ahora sí puedes interactuar con tus seguidores y amigos.

Yo sé que el hecho de que los demás puedan ver los datos de tu entrenamiento puede sentirse como una presión, ¡pero no te preocupes! Esta aplicación es para motivarnos entre todos a fin de que cada uno logre sus metas. Siéntete muy orgulloso de cada uno de tus entrenamientos y disfruta cada uno de ellos. Intenta siempre dejar comentarios positivos y alentadores a los demás deportistas de la aplicación y recuerda que la competencia es contigo mismo.

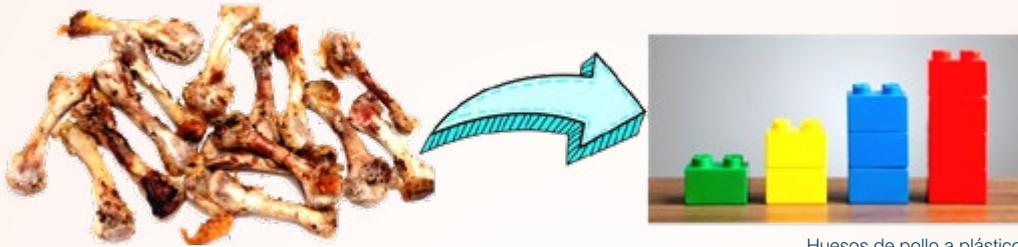
Bibliografía

- ESMTB (23 de abril de 2017). Strava: qué es, cómo nació y hacia dónde se dirige. *ESMTB.com*. <https://esmtb.com/strava-que-es/#:~:text=Nacida%20en%202009%20de%20manos,hasta%20hace%20relativamente%20poco%20tiempo>
- NPR (11 de febrero de 2021). How I Built Resilience: Michael Horvath and Mark Gainey of Strava. *NPR*. <https://www.npr.org/2021/02/10/966271363/how-i-built-resilience-michael-horvath-and-mark-gainey-of-strava?btn=0uA1wJhhNc0F4evbXJ0f4&par=6KTvdOKRzHgTkzmQDbDPLI>
- Strava (s. f.). Strava. Aplicación de carrera, ciclismo y senderismo. Entrena, monitorea y comparte. *Strava*. <https://www.strava.com/features?hl=es-419>



CREACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE HUESOS DE POLLO

JOSÉ MIGUEL ROCHA FLORES
Ingeniería Mecatrónica, 2.º semestre



Huesos de pollo a plástico.
Imagen obtenida de [8] y [9].

Una conciencia colectiva

En la búsqueda constante de soluciones sostenibles, la innovación no conoce límites. Un ejemplo fascinante de esta creatividad en la práctica es el desarrollo de ecomateriales a partir de recursos inesperados. En este artículo les platicaré acerca de cómo quise ser parte de dichas innovaciones creando un bioplástico a partir de huesos de pollo, a su vez, de cómo la combinación de desechos de la industria alimentaria y la ingeniería de materiales está allanando el camino hacia un futuro más sostenible.

Durante décadas, nuestra historia ha estado entrelazada con materiales que, si bien han impulsado la innovación y el desarrollo, han dejado una marca profunda en el medio ambiente. El plástico, el metal y otros derivados de recursos no renovables han sido los protagonistas de nuestra narrativa industrial, pero también han traído consigo desafíos monumentales: desde la contaminación de océanos hasta la alteración irreparable de ecosistemas. Es por ello que en el siglo XXI asistimos a un despertar colectivo, una comprensión de que nuestra relación con la naturaleza debe evolucionar. Este despertar nos lleva a la creación de *ecomateriales*. Esta palabra hace referen-

cia a aquellos materiales que resultan factibles tanto económica como ecológicamente. [1]

La idea más creativa de todo mi año

Todo comenzó cuando estaba cursando la materia de Ingeniería de Materiales, en la cual se nos solicitó un proyecto en el que debíamos crear un ecomaterial en la cocina de nuestra casa y que tuviera algún tipo de aplicación útil. Por supuesto, dicho proyecto tenía un alto valor con respecto a la calificación de la materia, pero yo quería ir más allá, me empecé en pensar en algo (un desecho) que realmente fuera un problema a nivel industrial y, a su vez, que pudiera convertir en algo rentable con aplicaciones en grandes empresas y capaz de revolucionar la forma en la que creamos plásticos.

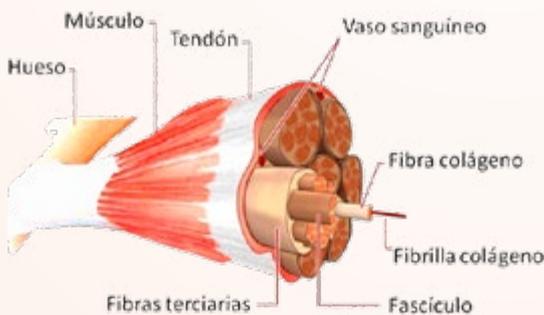
Es ahí cuando se me ocurrió la idea de utilizar huesos de pollo, ya que me parecía un material con excelentes propiedades y que era muy habitual desecharlo en casa. De acuerdo con datos de la página *Igualdad animal*, los pollos son los animales terrestres que más se matan para obtener su carne, en México más de 2 mil millones mueren anualmente por la ganadería industrial. Eso sin contar otro tipo de muertes relacionadas con la industria. De los hallazgos más destaca-



bles, encontré que alrededor de 100 millones de pollos mueren en granjas donde son engordados por carne, más de 130 millones de pollitos macho son descartados por ser considerados “desechos” en la industria del huevo, por último, más de 14 millones de gallinas mueren en sus propias jaulas. Por lo que, evidentemente, el desecho de huesos es muy grande; si bien la mayoría se usa para crear otros tipos de alimentos, esto no alcanza a reducir de manera considerable el desecho óseo de estas aves. [2]

Manos a la obra

Lo primero que hice fue recolectar aproximadamente 400 g de huesos de pollo, los cuales lavé para quitar los excedentes de grasa o carne. Después seguía la parte del horneado de huesos, los cuales coloqué en una bandeja que metí al horno a una temperatura de 160/184 °C durante aproximadamente dos horas. Esto para cumplir con la función de desinfectarlos, eliminar cualquier tipo de humedad restante del lavado y facilitar la extracción del colágeno en los huesos. La razón principal de por qué elegí los huesos de pollo es gracias a las propiedades del colágeno, el cual es una proteína cuya principal función en el cuerpo humano es el de mantener unidas las diferentes estructuras del organismo, este se encuentra presente en todos los animales y seres humanos y conforma aproximadamente el 7% de la masa corporal de un ser humano; mi propósito era lograr dar unión a las estructuras de mi ecomaterial con dicha proteína. [3]



Posición del colágeno en los huesos.
Imagen tomada de [4]

Propiedades del colágeno

- **Resistencia y tenacidad:** El colágeno es conocido por su capacidad para proporcionar resistencia y tenacidad. Estas propiedades podrían hacer que el bioplástico sea más fuerte y menos propenso a la ruptura.
- **Flexibilidad y elasticidad:** El colágeno también contribuye a la flexibilidad y elasticidad de los tejidos biológicos. Esto podría traducirse en un bioplástico con cierta capacidad para deformarse sin romperse, lo que es beneficioso en aplicaciones donde se requiere cierta flexibilidad.
- **Biodegradabilidad:** El colágeno es una proteína biodegradable. Al incorporar colágeno en el bioplástico, es probable que el material sea más propenso a descomponerse de manera natural en comparación con los plásticos tradicionales.
- **Compatibilidad con el medio ambiente:** Dado que el colágeno es una proteína endógena en muchos organismos, su uso en un bioplástico puede aumentar la compatibilidad ambiental del material, especialmente si se utiliza en combinación con otros componentes naturales o biodegradables.
- **Adhesión y compatibilidad con otros materiales:** El colágeno tiene la capacidad de interactuar y adherirse a otros materiales biológicos. Esto podría resultar beneficioso en aplicaciones donde se requiere la adhesión a superficies específicas o la compatibilidad con otros materiales.

Una vez terminada la etapa del horneado de huesos pasamos a triturarlos, en este caso, después del horneado los huesos quedan secos y frágiles, por lo que los metí a triturar en la licuadora de manera segura. No es necesario hacerlos polvo, simplemente obtener trozos de 2 a 3 centímetros de longitud aproximadamente; esto nuevamente con la finalidad de facilitar la obtención de colágeno. Ya que tenemos los huesos de pollo triturados, viene la parte que para mí es la más difícil, delicada y tardía: es la etapa del hervido de huesos, en donde se debe hacer una solución de ácido acético (esta solución la encontramos en el vinagre y el agua).



El vinagre se añade con el propósito de ayudar a extraer minerales de los huesos, lo que facilita su liberación en el líquido durante la cocción. Esta etapa de descomposición de los huesos es crucial para obtener el líquido gelatinoso que contiene los componentes necesarios para la formación del bioplástico. La adición de vinagre es opcional, sin embargo, este puede acelerar el proceso al ayudar a descomponer los huesos de manera más eficiente.

El hervido en mi caso duró alrededor de 4:30 horas a fuego bajo. Y es importante decir que, para preparar la solución del hervido, usé una proporción de 500 mililitros de vinagre blanco por cada 4 litros de agua, añadiendo 1 taza de vinagre adicional cada 1:30 horas desde que inicié dicho proceso.

Al finalizar las 4:30 horas del hervido, utilicé un colador para separar los trozos sólidos de huesos de la solución líquida y dejé enfriar el líquido filtrado hasta llegar a temperatura ambiente. Una vez en temperatura ambiente logré ver un cambio drástico en la consistencia de lo que antes era líquido, ya que ahora tenía apariencia gelatinosa, transparente y con resistencia al corte.



Colágeno obtenido del proceso del hervido.
Imagen obtenida de: (S/f). Doctoralbertomendez.com.
Recuperado el 14 de noviembre de 2023, de https://www.doctoralbertomendez.com/uploads/5/0/8/2/50827039/bone-broth-nutrients-1_orig.jpg

Y es ahí donde me di cuenta de que la parte del hervido había sido exitosa, y era tiempo de pasar al siguiente paso, la parte mágica de todo el proceso en la que se crea el plástico. Una vez con el colágeno en frío, procedí a tomar aproxi-

madamente 300 gramos de este y ponerlo en un pequeño sartén con el mínimo fuego. En este proceso se vuelve a convertir en un líquido con alta fluidez, dicha característica se obtiene al calentarlo unos pocos minutos, sin llegar al punto de ebullición. Una vez caliente, retiré del fuego y agregué de manera gradual fécula de maíz (Maizena), en cantidades medidas. En este caso, agregué 100 gramos de Maizena poco a poco, mientras revolví la mezcla a modo de no formar grumos y diluirla en el colágeno. La fécula de maíz tiene propiedades poliméricas que, cuando se procesa adecuadamente, puede formar una composición sólida. [6]

Por último, agregué glicerina, aproximadamente 80 mililitros, a la mezcla. La glicerina actúa como un agente plastificante, lo que significa que mejora la flexibilidad y maleabilidad del bioplástico. En otras palabras, ayuda a suavizar y hacer más manejable el material, mejorando sus propiedades mecánicas, así mismo, contribuye a la estabilidad dimensional del bioplástico, ayudando a prevenir cambios significativos en la forma o tamaño del material bajo diferentes condiciones ambientales. [7]

Nota: Es posible variar las cantidades de los aditivos al colágeno (Maizena, glicerina, etc.), e incluso añadir otros refuerzos como fibras, polvos o láminas para incrementar la resistencia y rigidez mecánica, pero también se emplean refuerzos para mejorar el comportamiento a altas temperaturas o la resistencia a la abrasión. [5] Todo depende de las propiedades deseadas y condiciones de servicio a las que se someta el bioplástico.

Otro ingrediente que agregué para lograr que el bioplástico tuviera una apariencia estética fue colorante para alimentos, con unas simples gotas fue suficiente para teñir la mezcla de color a mi gusto.

Ya con la glicerina y la fécula de maíz diluidas en el colágeno, regresé a poner la mezcla al fuego bajo y estuve revolviendo hasta que sucedió la creación del bioplástico. Una reacción muy bonita y rápida, de aproximadamente 30



segundos, en donde la mezcla líquida cambia sus propiedades, pasando a tomar la forma de un silicón, con alta viscosidad y propiedades adheribles.

Fue en esta parte donde me di cuenta de que el proceso había sido un éxito, había creado un plástico termoformable, con propiedades adheribles y todo lo que se mencionó anteriormente en las propiedades del colágeno. Simplemente quedaba usar moldes para darle la forma deseada y dejar enfriar el material.

Ingenio en acción: definiendo el futuro

Algunas de las aplicaciones que pude darle a mi plástico fueron:

Creación de juguetes: Gracias al uso de moldes pude darle al bioplástico formas interactivas, divertidas y con colores diversos que lo hacen atractivo al consumidor, ya que se le puede dar al plástico la dureza necesaria para el uso en juguetes.

Silicón para sellar juntas: Recordemos que este bioplástico puede adherirse a superficies con una consistencia de silicona, que gracias a sus propiedades impermeables puede servir como sellador. Por ejemplo: marcos de ventanas, industria automotriz, baños, etc.

Protección para embalajes: He demostrado por medio de pruebas de impacto que el bioplástico puede ser un reductor de vibraciones, ruido, con la capacidad de amortiguar impactos si se le da la suavidad adecuada en el proceso de manufactura. Por lo que puede ser de gran ayuda para la protección de materiales en la industria de embalajes.

Cuidemos nuestro hogar

En conclusión, los bioplásticos, al basarse en fuentes renovables, presentan una alternativa más sostenible que los plásticos convencionales que dependen de recursos no renovables. Al utilizar materiales biodegradables, contribuyen a reducir la acumulación de residuos plásticos persistentes en el medio ambiente.



Bioplástico creado a base de huesos de pollo listo para su aplicación.

Foto: cortesía de José Miguel Rocha Flores.

Así mismo, la transición hacia bioplásticos representa más que un cambio en los materiales utilizados, es un cambio en la mentalidad hacia un enfoque más equilibrado y respetuoso con el medio ambiente en nuestras prácticas de producción y consumo. La innovación continua en esta área tiene el potencial de transformar la industria de los plásticos y contribuir significativamente a la sostenibilidad global.

Referencias

- [1] Arqhys Arquitectura (2 de diciembre de 2012). Eco material. *Arqhys.com*. <https://www.arqhys.com/arquitectura/eco-material.html>
- [2] Igualdad Animal México (14 de julio de 2023). Mortalidad en la avicultura: vidas que no se cuentan. *Igualdad Animal México*. <https://www.cronica.com.mx/bienestar/lanzan-campana-consumir-huevo-crueldad-viven-gallinas-mexico.html>
- [3] Guillén Valera, J. (3 de noviembre de 2015). Colágeno. *CuidatePlus*. <https://cuidateplus.marca.com/belleza-y-piel/diccionario/colageno.html>
- [4] Delgado Trauma (18 de febrero de 2017). Infiltraciones de colágeno. *Delgado Trauma*. <https://www.delgado-trauma.com/colageno/>
- [5] Stupenengo, F. (2011). *Materiales y materias primas. Materiales compuestos*. Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. <https://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/materiales-compuestos.pdf>
- [6] Pochteca (14 de diciembre de 2022). ¿Para qué sirve el almidón de maíz? *Pochteca Materias Primas*. <https://tienda.pochteca.com.mx/default/blog/post/para-que-sirve-el-almidon-de-maiz.html>
- [7] Conjunto LAR de México (24 de noviembre de 2019). ¿Qué es la Glicerina y para qué sirve? *Conjunto LAR de México*. <https://www.conjuntolar.com/index.php/blog/post/que-es-y-para-que-sirve-la-glicerina>



```
}  
add_action('after_setup_theme', 'dhs_remove_feeds');
```

EL LIDERAZGO EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN NUEVO PARADIGMA

ROLANDO ADEMAR MOLINA VELASCO
Ingeniería Mecatrónica, 10.^{mo} semestre

En la actualidad, la inteligencia artificial (IA) está transformando rápidamente la forma en que trabajamos, interactuamos y lideramos. A medida que las organizaciones adoptan tecnologías basadas en IA para mejorar la eficiencia y la productividad, los líderes se enfrentan a nuevos desafíos y oportunidades para ejercer su influencia de manera efectiva. Uno de los roles clave del líder en la era de la IA es actuar como facilitador de la innovación tecnológica.

Los líderes deben estar dispuestos a adoptar nuevas tecnologías y promover una cultura organizacional que fomente la experimentación y el aprendizaje continuo. Al hacerlo, pueden ayudar a sus equipos a aprovechar al máximo las capacidades de la IA para mejorar la toma de decisiones, la creatividad y la eficiencia operativa.

Aunque la IA puede automatizar muchas tareas repetitivas y analíticas, hay habilidades que siguen siendo exclusivamente humanas, como la inteligencia emocional. Los líderes que poseen habilidades emocionales fuertes, como la empatía y la comunicación efectiva, son más capaces de motivar, inspirar y guiar a sus equipos en un entorno cada vez más tecnológico.

```
'wp_shortlink_wp_head');
```

```
// Remove auto generated feed links  
function dhs_remove_feeds() {
```

1.AA

A.11110011

00.1

1.AA



+Podcast

```
add_action( 'after_setup_theme', 'dhs_remove_feeds' );
```

A medida que la IA se vuelve más omnipresente en nuestras vidas, los líderes enfrentan la responsabilidad ética de garantizar que se utilice de manera justa y equitativa. Esto implica considerar cómo se recopilan, utilizan y protegen los datos, así como abordar las implicaciones sociales y laborales de la automatización. Los líderes éticos deben priorizar el bienestar de sus equipos y comunidades en sus decisiones relacionadas con la IA.

Los ingenieros pueden aprovechar el avance de la inteligencia artificial (IA) de diversas formas en sus campos de trabajo. Pueden diseñar y desarrollar sistemas inteligentes que utilicen IA para automatizar procesos, optimizar procesos complejos, desarrollar sistemas de control y automatización más inteligentes, utilizar la IA en el diseño asistido por computadora (CAD), desarrollar sistemas de mantenimiento predictivo y utilizar la IA como una herramienta para potenciar la creatividad e innovación en sus diseños y soluciones.

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la forma en que lideramos y trabajamos. Los líderes deben actuar como facilitadores de la innovación tecnológica, fomentando una cultura organizacional que permita aprovechar al máximo las capacidades de la IA. Si bien la IA puede automatizar muchas tareas, las habilidades emocionales humanas siguen siendo fundamentales para motivar y guiar equipos en entornos tecnológicos.

Además, los líderes enfrentan la responsabilidad ética de garantizar que la IA se utilice de manera justa y equitativa, priorizando el bienestar de sus equipos y comunidades. Sobre todo, los ingenieros tienen la oportunidad de aprovechar la IA para diseñar sistemas inteligentes, optimizar procesos, mejorar el diseño y la creatividad y desarrollar soluciones innovadoras en diversas áreas industriales y tecnológicas.



Imagen: Rolando Ademar Molina. Creada con ayuda de la IA de Microsoft. <https://copilot.microsoft.com/images/create?FORM=GENEXP>

'wp_shortlink_w

```
// Remove auto generated feed links  
function dhs_remove_feeds() {
```

1.AA

A.11110011

1.AA



REVISTA

+ CIENCIA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Año 12, N.º 35, Mayo-Agosto 2024

SUPLEMENTO ESPECIAL CIENCIA PHOENIX

Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli



Editora: Dra. María Elena Sánchez Vergara

Biorremediación mediante el uso del compostaje • Generación de energía eléctrica por medio de plantas de jardín • Nanocelulosa a partir de desechos de pasto (*Cynodon dactylon*), un material revolucionario
Hongos productores de enzimas para el aumento de peso en porcinos • Forma de acción de enzimas en engorda de porcinos • Normas para gane de peso en porcinos

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
CUAUTILÁN IZCALLI

RECTOR

Mtro. Rafael Adolfo Núñez González

SUBDIRECTORA

Mtra. en C.E. Lizbeth Millán Bernal

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE VINCULACIÓN

Dr. Alejandro Flores Huerta

+CIENCIA. REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECTORA EDITORIAL

Dra. María Elena Sánchez Vergara

COORDINACIÓN EDITORIAL

M. en C Jorge Alberto Granados Olvera
Encargado del Área de Investigación / PTC

M. en C. Karelia Liliana Rangel Ruiz

Encargada del Área de Investigación / PTC

ASESOR Y REVISOR DE CONTENIDO

P. Sergio Salcido Valle, L.C.

CORRECCIÓN DE ESTILO

Armando Rodríguez Briseño

CONCEPTO, DISEÑO EDITORIAL Y PORTADA

Daniel Hurtado Rivera

FOTOGRAFÍA DE PORTADA

Flat lay hands with soil

Freepik.com

+Ciencia. Revista de la Facultad de Ingeniería, año 12, número 35, mayo-agosto 2024, es una publicación cuatrimestral editada por Investigaciones y Estudios Superiores, S.C. (conocida como Universidad Anáhuac México), a través de la Facultad de Ingeniería. Avenida Universidad Anáhuac 46, colonia Lomas Anáhuac, Huixquilucan, Estado de México, C.P. 52786. Tel. 55 5627.0210. Editor responsable: María Elena Sánchez Vergara. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2022-091511373400-102, ISSN electrónico: 2954-4408. Cualquier información y/o artículo y/u opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Asimismo, el editor investiga sobre la seriedad de sus anunciantes, pero no se responsabiliza de las ofertas relacionadas con los mismos. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del editor.

CONTENIDO

49 EDITORIAL

La coordenada (0,0)

Alejandro Flores Huerta

EN LA FRONTERA

50 Biorremediación mediante el uso del compostaje

Sofía Valentina Calvillo Beltrán, Ivan Arroyo Ordoñez

53 Generación de energía eléctrica por medio de plantas de jardín

Jorge Alberto Granados Olvera, Paulina Anayansi Ortega Cruz

55 Nanocelulosa a partir de desechos de pasto (*Cynodon dactylon*), un material revolucionario

Jorge Alberto Granados Olvera, Ana Laura López Domínguez

59 Hongos productores de enzimas para el aumento de peso en porcinos

Karelia Liliana Rangel Ruiz, Jorge Alberto Granados Olvera, Paulina Anayansi Ortega Cruz

62 Forma de acción de enzimas en engorda de porcinos

Daniela Yoselyn Perez Alva, Karelia Liliana Rangel Ruiz y Jorge Alberto Granados Olvera

66 Normas para gane de peso en porcinos

Ximena Zarco Santillán, Karelia Liliana Rangel Ruiz y Jorge Alberto Granados Olvera



LA COORDENADA (0,0)

CIENCIA PHOENIX

Estimados lectores, en este suplemento especial con título "Ciencia Phoenix" los docentes e investigadores que laboramos en la Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli nos sentimos orgullosos de colaborar con la revista de divulgación científica +*Ciencia*, por lo que esperamos que los artículos que publicamos sean de su mayor agrado y de gran relevancia científica. Todos estos artículos hacen referencia a proyectos desarrollados por estudiantes y profesores de nuestra querida Institución.

Nuestro primer artículo habla sobre la "**Biorremediación mediante el uso de compostaje**", escrito por Sofía Valentina Calvillo Beltrán e Ivan Arroyo Ordoñez. En el proyecto que se describe en este artículo, el objetivo fue lograr la biorremediación de suelos y/o campos de cultivo infértiles mediante el uso del método de compostaje Takakura, a fin de realizar un proceso de transformación natural de residuos orgánicos. Posteriormente, presentamos el artículo "**Generación de energía eléctrica por medio de plantas de jardín**". En este artículo, Paulina Anayansi Ortega Cruz y Jorge Alberto Granados Olvera plantean la generación de energía eléctrica mediante la técnica de biofotoenergía a partir de plantas de jardín. También en este suplemento de divulgación científica, Ana Laura López Domínguez y Jorge Alberto Granados Olvera presentan un interesante artículo sobre "**Nanocelulosa a partir de desechos de pasto, un material revolucionario**". En el artículo se menciona que la nanocelulosa se compone de nanofibras de celulosa extraídas de biomasa renovable, lo que es de gran interés para los investigadores y el sector industrial debido a sus abundantes propiedades mecánicas y biológicas.

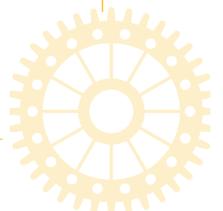
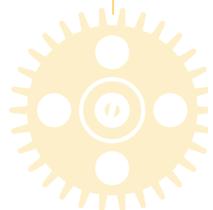
Por otro lado, "**Hongos productores de enzimas para el aumento de peso en porcinos**" es el es-

tudio que presentan Paulina Anayansi Ortega Cruz, Karelia Liliana Rangel Ruiz y Jorge Alberto Granados Olvera. En este texto se habla de la obtención de enzimas mediante microorganismos y residuos orgánicos por medio de hongos. Esto para generar un aumento de peso en porcinos e incrementar la producción de cárnicos con menores tiempo y costo. Además, en este suplemento de Ciencia Phoenix, se presenta la "**Forma de acción de enzimas en engorda de porcinos**", escrito por Daniela Yoselyn Pérez Ávila, Karelia Liliana Rangel Ruiz y Jorge Alberto Granados Olvera. En este artículo se menciona que el empleo de enzimas exógenas en ganado porcino es muy extenso, dentro de estas enzimas, las que más destacan son las fitasas y las carbohidrasas, usadas en gran medida por su efectividad y sus múltiples beneficios. Con respecto a temas relacionados con el artículo anterior, en "**Normas para gane de peso en porcinos**", de Ximena Zarco Santillán, Karelia Liliana Rangel Ruiz y Jorge Alberto Granados Olvera, se nos habla de las leyes mexicanas al implementar la NOM. Esta norma establece las bases para la verificación y aseguramiento de los procesos alimenticios, garantizando así el cumplimiento de estándares y mejores prácticas para el bienestar animal (engorda de porcinos).

Damos nuestro más grande reconocimiento a todos los que intervinieron en la edición de esta revista, así como también a las autoridades de la Universidad Anáhuac México por esta distinción. Lo anterior, sin dejar de mencionar al Comité Editorial de la "Revista de la Facultad de Ingeniería +*Ciencia*". Esperamos, queridos lectores, que disfruten esta edición tanto como nosotros la disfrutamos con su realización.

Dr. Alejandro Flores Huerta

Jefe del Departamento de Vinculación y Extensión





BIORREMEDIACIÓN MEDIANTE EL USO DEL COMPOSTAJE

SOFÍA VALENTINA CALVILLO BELTRÁN
Ingeniería en Biotecnología, 4.º cuatrimestre

IVAN ARROYO ORDOÑEZ
Profesor de Ingeniería en Biotecnología

Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli, Lago de Guadalupe 1,
Lomas de Cuautitlán, 54720 Cuautitlán Izcalli, Méx.
1322202006@upci.edu.mx, ivanaor@upci.edu.mx

Resumen

Esta investigación tiene el objetivo de biorremediar suelos y/o campos de cultivo infértiles mediante el uso del método de compostaje Takakura para realizar un proceso de transformación natural de residuos orgánicos en la obtención del hongo *Aspergillus fumigatus*, el cual sirve para aportar nutrientes a la tierra y eliminar contaminantes y toxinas del suelo. Se realizaron diferentes muestras con la composta, el hongo y la tierra baja en nutrientes, utilizando diferentes proporciones, esto con el fin de observar el cambio en las propiedades de la tierra. Posteriormente se colocaron plantas diversas para evaluar su desarrollo en la tierra baja en nutrientes, tomando en cuenta algunas propiedades como la humedad, pH, temperatura y estructura. Los resultados de las muestras fueron mejoras en la estructura de la tierra, esta tomó una consistencia más suave y húmeda, beneficiando el crecimiento de las plantas y su requerimiento de agua, generando la aparición y crecimiento de raíces en la tierra baja en nutrientes. Se concluyó que este método de compostaje y hongo biorremedian exitosamente la tierra, le aportan macronutrientes, aumentan su capacidad de

intercambio catiónico, mejorando su fertilidad y consistencia, previniendo así su erosión y degradación mientras eliminan desechos tóxicos y benefician a la planta.

Introducción

Existen muchas zonas tanto en México como en el mundo en las que se desperdicia una gran cantidad de suelo por no ser fértil ni apto para cultivos. Estos suelos quedan en el olvido, generando una zona de contaminación, disminución de la biodiversidad, y aunado a este problema, los desechos orgánicos que se generan en los hogares y mercados son un gran factor de contaminación y daño a la tierra. La biorremediación en suelos infértiles y campos de cultivo es una técnica de tratamiento que tiene como objetivo utilizar el potencial de los microorganismos para degradar los compuestos tóxicos y estabilizar las propiedades de la tierra, así como mejorar las características de esta. El compostaje, por su parte, es un método de biorremediación *ex situ* basado en la descomposición biológica de residuos orgánicos; se realiza por una población microbiana diversa (bacterias y hongos), la cual, en condiciones predominantes aerobias, genera



un material estable y libre de patógenos que puede aplicarse al suelo para absorber contaminantes y aportar los macro y micronutrientes necesarios para restaurar las tres funciones del suelo (física, química y biológica), alimentando a los microorganismos responsables de “arar la tierra”, facilitando la penetración de las raíces de las plantas, la aireación y permeabilidad del suelo.

Desarrollo

El proceso da inicio con la preparación de la composta, la cual está conformada por dos etapas, el cultivo de microorganismos y el armado del lecho fermentativo. El cultivo de microorganismos tiene como función permitir el desarrollo de los microorganismos que van a trabajar sobre los residuos para generar el compostaje y la producción del hongo *Aspergillus fumigatus* (Figura 1). Para esto se deben preparar dos sustratos, uno dulce y otro salado, los cuales fermentarán y facilitarán la descomposición de los residuos orgánicos. Se dejan reposar al resguardo del sol durante 3 a 5 días. Una vez que se tienen ambos sustratos fermentados, inicia el armado del lecho fermentativo, el cual tiene como función proporcionar las condiciones óptimas al hongo y ser la base de la composta. Este se deja reposar de 3 a 5 días.



Figura 1. Hongo *Aspergillus fumigatus* sobre el lecho fermentativo de la composta. Fuente propia.

Una vez que se tiene el hongo, se toma una muestra de este con dos objetivos: 1) realizar pruebas de tinción con el fin de identificar y 2) confirmar la especie del hongo (*Aspergillus fumigatus*) y realizar un cultivo sobre agar ADS para reproducirlo de una manera más acelerada. Para el primer objetivo se toma una muestra del hongo y se le realizan tres tinciones: gram, verde malaquita y azul metileno. Posteriormente, se coloca bajo el microscopio para observar el resultado y compararlo con la literatura para asegurarse que es el hongo deseado (Figura 2).

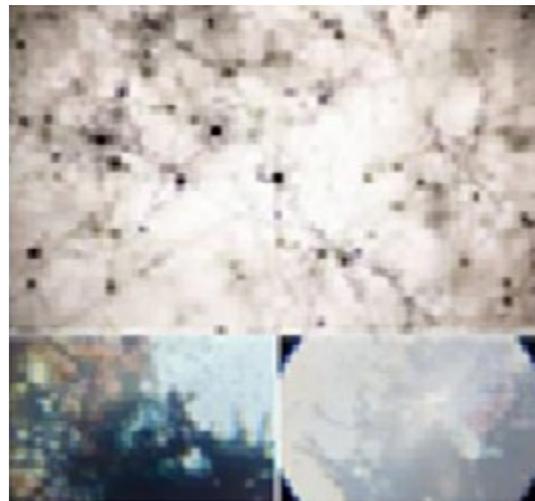


Figura 2. Comparativa del hongo *Aspergillus fumigatus*. Fuente propia.

Una vez confirmada la identidad del hongo, se toma una muestra de este y se realiza una siembra masiva en agar ADS, introduciéndolo a la incubadora hasta que este tenga un crecimiento. Por otro lado, se seleccionan áreas de tierra baja en nutrientes y se toman medidas de humedad, pH, consistencia, temperatura y se observa el color que la tierra posee. Se toman muestras de la tierra y se colocan en una balanza para determinar su peso y, de acuerdo con este, se le añade la composta en diferentes proporciones. Posteriormente, se mezclan la composta con hongo y la tierra baja en nutrientes en las diferentes proporciones. Para esto se debe tomar en cuenta el peso inicial de la tierra. Una vez que se tienen las diferentes



mezclas, se colocan diferentes tipos de plantas y se les toman medidas de humedad, pH, consistencia, color y temperatura para analizar el desarrollo que ha tenido la tierra baja en nutrientes con la composta y el hongo. Aunado a esto, se debe revisar el desarrollo que ha tenido la planta en la mezcla correspondiente (ver Figuras 3 y 4).



Figura 3. Cambio de consistencia de la tierra. Fuente propia.



Figura 4. Cambio de coloración en tierra y aparición de nuevas plantas. Fuente propia.

Conclusiones

La composta aporta diferentes macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, así como micronutrientes que benefician el crecimiento de las plantas, además de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, ya que aumenta la retención de humedad del suelo y la capacidad de intercambio de cationes en el mismo, mejorando su fertilidad, estructura y previniendo así su erosión y degradación, mientras que el hongo moviliza o inmoviliza los contaminantes encontrados en la tierra, mitigando el impacto de estos contaminantes. Aunado a esto se reduce la cantidad de desperdicios orgánicos generados, devolviendo valiosos nutrientes al suelo. Este método genera las condiciones que las plantas precisan para desarrollarse, tales como agua y determinados minerales. Los absorben del suelo por medio de sus raíces gracias a la composta hecha a base de los residuos orgánicos.

Referencias

- Oudot, J., Dupont, J., Holoui, S., y Roquebert, M. F. (2017). Biodegradatiom potential of hydrocarbon-assimilating tropical fungi. *Soil Biology and Biochemistry*, 25(9), 1167-1173. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003807179390211S>
- Quecholac-Piña, X., García-Rivera, M. A., Espinosa-Valdemar, R. M., Vázquez-Morillas, A., Beltrán-Villavicencio, M., y Cisneros-Ramos, A. de la L. (2017). Biodegradation of compostable and oxodegradable plastic films by backyard composting and bioaugmentation. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(33), 25725-25730. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27044287/>
- Wander, M., Walter, G. L., Nissen, T. M., Bollero, G., Andrews, S. S., y Cavanaugh-Grant, D. A. (2002). Soil quality: Science and Process. *Agronomy Journal*, 94(1). https://www.researchgate.net/publication/237393984_Soil_Quality_Science_and_Process



GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DE PLANTAS DE JARDÍN

JORGE ALBERTO GRANADOS OLVERA
Profesor de la carrera Ingeniería en Biotecnología

PAULINA ANAYANSI ORTEGA CRUZ
Ingeniería en Biotecnología, 7.^{mo} cuatrimestre

Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli. Av. Lago de Guadalupe,
Colonia Lomas de San Francisco Tepojaco, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54720
1321172046@upci.edu.mx, jorgealberto.go@upci.edu.mx

Resumen

En la actualidad no existe abastecimiento de energía eléctrica en las zonas rurales debido a la falta de recursos económicos y a que la tecnología industrial en esas zonas es escasa. Esto abre una oportunidad a las energías renovables, con diversas técnicas que favorecen la mejora de esta; una de ellas es la biofotoenergía, mejor conocida como energía generada a partir de plantas de jardín. Y si bien esto puede sonar aún ficticio, hoy en día es una realidad. Se debe considerar que la tierra encontrada en un jardín genera energía eléctrica por sus propias propiedades fisicoquímicas; sin embargo, al momento de adicionarle una planta y permitir que se lleve a cabo el proceso químico de la fotosíntesis, se asegura que el voltaje generado sea mayor.

Introducción

La energía eléctrica es una forma de energía natural manifestada. El sector industrial es el que requiere consumir más de la misma, no obstante, las comunidades son un sector de la población que requiere de estos servicios, ya que muchas veces no son abastecidas por la economía de la zona. Los recursos energéticos fósiles son favorables hoy en día, sin embargo, tienen una cantidad limitada de vida para ser empleados por la sociedad, ya que son de carácter no renovable. El tener una demanda

eléctrica conlleva a la continua investigación en energías renovables. Los avances en energías renovables han dado paso a la energía biofotovoltaica, llamada así por su capacidad de generar energía eléctrica por medio de la fotosíntesis (Figura 1); el proceso de la fotosíntesis se lleva a cabo por medio de la excitación de electrones, por lo que captar estos electrones excedentes al hacer la rizodeposición, se implementa una pila eléctrica por medio de un par de electrodos que permite transformar la energía química en energía eléctrica.

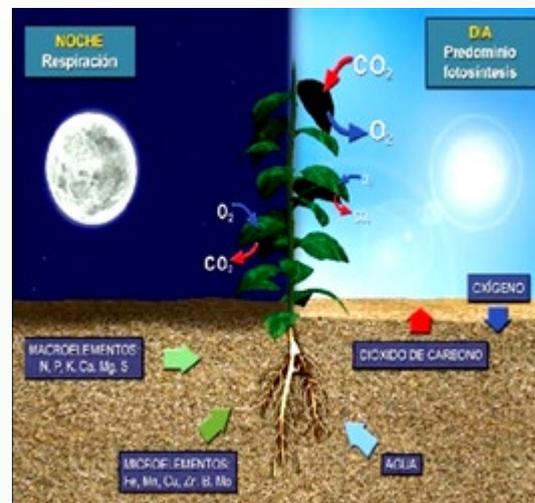


Figura 1. Fotosíntesis, fase oscura y lumínica. Tomada de: <https://plantasdelmundo.com/plantas/fotosintesis-y-sus-fases/>



Desarrollo

El proceso de generación de energía eléctrica por medio de plantas de jardín no afecta el proceso de crecimiento de estos seres vivos, por ello a la hora de la experimentación se optó por utilizar materiales que no dañaran a la planta y al suelo en donde se generaría dicha energía, lo que se verifica en la Figura 2, ya que, al usar un cátodo y un ánodo, es posible generar esta energía, dependiendo de la especie y del tamaño de la planta.



Figura 2. Fotografía cortesía de: Paulina Anayansi.Ortega Cruz.

Con los resultados anteriores se comprobó que es posible generar energía eléctrica por medio de una planta de jardín. Tomando esto en cuenta, y basándonos en el impacto que puede producir a una escala mayor, podemos decir que es un proyecto favorecedor para las futuras energías renovables, que se pueden presentar de acuerdo con la zona que se pretende beneficiar.

Conclusiones

Tomando en cuenta lo planteado con anterioridad, se afirma que la investigación realizada sobre este tema aún tiene algunas vertientes, considerando que si este tipo de proyectos se

lleva a cabo de forma experimental a gran escala, se podrá dar paso a maximizar la energía eléctrica generada en cualquier área verde, estando consciente de los cuidados que necesitan estos espacios.

Referencias

- Figuroa Luque, E. (2014). Estudio técnico-económico para la implantación de una planta de generación de energía eléctrica a partir de biomasa en Andalucía. *Trabajo Fin de Máster en Ingeniería Ambiental* (pp. 107). <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/26821/Trabajo%20fin%20de%20M%C3%A1ster%20Enrique%20Figuroa%20Luque.pdf>
- Lecaro-Zambrano, J. L. VJG-M. Energía eléctrica fotosintética: una alternativa económica y ecológica para los sectores rurales y urbanos del Cantón Machala, Provincia de El Oro file:///C:/Users/Investigaci%C3%B3n/Downloads/Dialnet-EnergiaElectricaFotosintetica-8219318.pdf
- Zapien-Rodríguez JM PhD, Solorio-De Jesús BA PhD, Ballesteros-Pacheco JC PhD, Núñez-Ayala FL PhD. Generación Eléctrica a Partir de la Fotosíntesis Natural; ¿Una Realidad Escalable? *Revista de Energías Renovables*. Disponible en: https://www.ecorfan.org/republicoiperu/research_journals/Revista_de_Energias_Renovables/vol3num10/Revista_de_Energ%C3%ADas_Renovables_V3_N10_1.pdf



NANOCELULOSA A PARTIR DE DESECHOS DE PASTO (*CYNODON DACTYLON*), UN MATERIAL REVOLUCIONARIO

JORGE ALBERTO GRANADOS OLVERA
Profesor de la carrera Ingeniería en Biotecnología
ANA LAURA LÓPEZ DOMÍNGUEZ
Ingeniería en Biotecnología 6.º Cuatrimestre

Universidad Politécnica de Cautitlán Izcalli, Lago de Guadalupe 1,
Lomas de Cautitlán, 54720 Cautitlán Izcalli, Méx.
jorgealberto.go@upci.edu.mx

Resumen

La síntesis de nuevos materiales funcionales a partir de abundantes residuos tiene grandes posibilidades de aplicación y beneficios ecológicos. La nanocelulosa es un polímero renovable y sostenible que posee una superficie modificable, una excelente resistencia mecánica, una elevada relación de aspecto y no es tóxica. Estas propiedades únicas convierten a la nanocelulosa en un material prometedor para múltiples aplicaciones a nivel industrial e investigación. El esquema para extraer y producir nanocelulosa a partir de residuos de jardinería proporciona una plataforma para la utilización sostenible de la biomasa de desecho. La nanocelulosa es un biopolímero gelatinoso y translucido formado por nanofibras de celulosa que puede mejorar las propiedades de otros polímeros y materiales de productos de consumo directo. El objetivo del presente trabajo es proponer una obtención de nanocelulosa a partir de residuos de jardinería: pasto *Cynodon dactylon* mediante hidrólisis ácida. Como una alternativa sustentable, que promueva la transformación de residuos ricos en lignina para la generación de materias primas que den origen a materiales de mayor resistencia y de fácil degradación y que se consideran de interés científico e industrial. Los procesos de digestión aplicados a los desechos orgánicos removieron impurezas de la celulosa; además, el proceso de hidrólisis con ácido sulfúrico hizo posible obtener nanocelulosa y de las fuentes antes mencionadas.



Introducción

La Nanocelulosa es un biopolímero con fórmula $[C_6H_{10}O_5]_n$ (Li et al., 2009), y su unidad de repetición es celobiosa (Lavoine et al., 2012). Tiene un potencial sorprendente y es de gran interés, ya que puede sustituir materiales procedentes del petróleo. Es un nanomaterial natural que puede proceder de la pared celular de las plantas. Pese a que es uno de los pocos polímeros formados naturalmente y más abundante en el planeta; su producción se estima en más de 100 000 millones de toneladas por año, ya que es sintetizado por todas las plantas junto con otros componentes importantes como lignina, hemicelulosa y ceras (Morán et al., 2008). Con su tamaño nanométrico de diámetro, tiene propiedades atractivas como una gran resistencia, una excelente rigidez y una gran superficie.

Con su tamaño nanométrico de diámetro, tiene propiedades atractivas como una gran resistencia, una excelente rigidez y amplia superficie. Además, su estructura contiene una gran cantidad de grupos hidroxilos que son accesibles para la modificación de la superficie, es un material biosintetizado en forma de microfibras con dominios amorfos y cristalinos, que permiten el enlace de hidrógeno entre moléculas. Se encuentra en todas las partes de la planta, concentrándose principalmente en el tallo. Las zonas amorfas presentan fibras orientadas de manera aleatoria, mientras que las zonas cristalinas muestran mejores fibras, las cuales le proporcionan una mayor densidad y, por lo tanto, una mayor resistencia (Li, 2012). Es biodegradable, no tóxica por lo que su uso es seguro en diversas aplicaciones.

La obtención de nanocelulosa cristalina es la más reciente en aparecer en el campo de la investigación y las nanociencias, aunque igual que otros supermateriales está presente de forma natural en el entorno desde siempre, en la constitución de árboles y plantas. Es un material especialmente ligero, fuerte y rígido,

además de poseer un alto coeficiente de resistencia respecto a su peso. También es posible localizarla en el pasto (*Cynodon dactylon*), que es una de las especies vegetales más distribuidas en todo el mundo (Gao et al., 2018).

Desarrollo

La hidrólisis ácida es el método de mayor aplicación en la obtención de nanocelulosa cristalina. Ésta se lleva a cabo comúnmente con el uso de ácidos como ácido acético (CH_3COOH), ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3), ácido clorhídrico (HCl) debido a que dichos ácidos liberan protones que rompen los enlaces entre los monómeros de las cadenas poliméricas formadas por la hemicelulosa y celulosa. Las condiciones de reacción de la hidrólisis son complejas debido a que se requieren temperaturas por encima de $100\text{ }^\circ\text{C}$ y tiempos prolongados de reacción. Dadas las condiciones generadas por la solución ácida, las regiones amorfas de estos materiales son removidas, preservando mayormente el material más cristalino (Lee, 2014). En la metodología realizada en el presente estudio, se llevaron a cabo tres etapas, a la primera se le conoce como digestión básica, en la que se somete a la biomasa del pasto (Figura 1) con compuestos inorgánicos que contengan un grupo OH, en nuestro caso se usó el NaOH, cambiando las concentraciones molares y regularmente a temperaturas de $55\text{ }^\circ\text{C}$.



Figura 1. Muestra de pasto (*Cynodon dactylon*). Foto: Jorge Alberto Granados Olvera, 2023.



La segunda etapa ayudó a eliminar la pigmentación de la muestra; se genera una decoloración con una solución de hipoclorito de sodio con agitación constante a una temperatura de 60 °C (Figura 2).

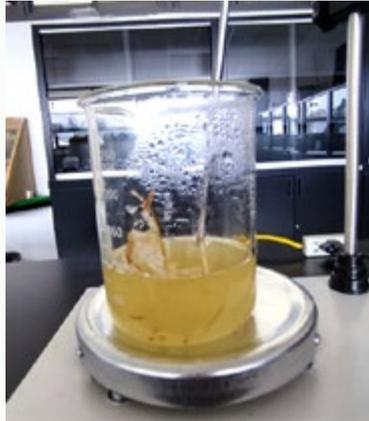


Figura 2. Despigmentación de las fibras con la solución de hipoclorito de sodio. Foto: Jorge Alberto Granados Olvera, 2023.

En la última etapa, se prepara una solución H_2SO_4 en agitación a 90 °C, posteriormente se decantó la solución y la celulosa se dejó secar a temperatura ambiente para obtener la nanocelulosa como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Nanocelulosa, Resultado Final. Foto: Jorge Alberto Granados Olvera, 2023.

Debido a que la composición de una misma planta varía dependiendo de su entorno y edad, es complicado obtener un tamaño o morfología específica aun usando el mismo

ácido y las mismas condiciones durante la hidrólisis. Una de las principales ventajas de usar ácido sulfúrico como agente hidrolizante es que este tiene la capacidad de generar grupos sulfatos en la superficie de las NCC, a diferencia de otros tipos de ácidos como el clorhídrico (Herrera, 2018). Concluido el proceso de síntesis de la nanocelulosa (NCC), se procedió al desarrollo de los análisis de caracterización. En los resultados de las micrografías por Microscopia Electrónica de Barrido (SEM), se demuestra que el tratamiento ácido al que se somete la biomasa es efectivo para obtener microfibrillas con tamaños que oscilan entre 40 nm y 100 nm (Figura 4).



Figura 4. Micrografía SEM del tamaño promedio de la Nanocelulosa cristalina (NCC). Foto: Jorge Alberto Granados Olvera, 2023.

Conclusiones

Es un método que presenta pasos sencillos que pueden ser desarrollados en laboratorios simples, a pesar de esta sencillez, los fundamentos técnicos y científicos que explican el comportamiento tan complejo de los materiales a escala nanométrica son novedosos y extensos.

La metodología experimental planteada en este trabajo representa una opción viable para la obtención de Nanocelulosa (NCC), misma que puede ser considerada como una alternativa sustentable en el mejoramiento de la calidad de vida, dando respuesta o bien simplificando problemas actuales para el sector agroindustrial e investigación.



Referencias

- Gao, Y., Xu, H., y Cheng, Q. (2018). Multiple synergistic toughening graphene nanocomposites through cadmium ions and cellulose nanocrystals. *Advanced Materials Interfaces*, 5(10), 1800145. <https://doi.org/10.1002/admi.201800145>
- Lavoine, N., y Bergström, L. (2017). Nanocellulose-based foams and aerogels: Processing, properties, and applications. *Journal of Materials Chemistry*, 5(31), 16105-16117.
- Lee, H. V., Hamid, S. B. A., y Zain, S. K. (2014). Conversion of lignocellulosic biomass to nanocellulose: structure and chemical process. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Li, J., Wei, X., Wang, Q., Chen, J., Chang, G., Kong, L., ... y Liu, Y. (2012). Homogeneous isolation of nanocellulose from sugarcane bagasse by high pressure homogenization. *Carbohydrate Polymers*, 90(4), 1609-1613.
- Li, R., Fei, J., Cai, Y., Li, Y., Feng, J., y Yao, J. (2009). Cellulose whiskers extracted from mulberry: A novel biomass production. *Carbohydrate Polymers*, 76(1), 94-99. doi: 10.1016/j.carbpol.2008.09.034
- Morán, J., y Vázquez, J. A. (2008). *Extracción de celulosa y obtención de nanocelulosa a partir de fibra de sisal-caracterización*. Asociación Argentina de Materiales.
- Herrera, M., Sinche, L., y Bonilla, O. (2019). Obtención de Nanocelulosa a partir de Celulosa de Puntas de Abacá. *Afinidad*, 76(586).
- Lavoine, N., Desloges, I., Dufresne, A., y Bras, J. (2012). Microfibrillated cellulose—Its barrier properties and applications in cellulosic materials: A review. *Carbohydrate Polymers*, 90(2), 735-764. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.05.026>
- Li, R., Fei, J., Cai, Y., Li, Y., Feng, J., y Yao, J. (2009). Cellulose whiskers extracted from mulberry: A novel biomass production. *Carbohydrate Polymers*, 76(1), 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.09.034>



HONGOS PRODUCTORES DE ENZIMAS PARA EL AUMENTO DE PESO EN PORCINOS

KARELIA LILIANA RANGEL RUIZ Y JORGE ALBERTO GRANADOS OLVERA

Docentes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología

PAULINA ANAYANSI ORTEGA CRUZ

Ingeniería en Biotecnología 7.^{mo} cuatrimestre

Universidad Politécnica de Cautitlán Izcalli. Av. Lago de Guadalupe,
Colonia Lomas de San Francisco Tepojaco, Cautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54720
1321172046@upci.edu.mx, kareliailiana.rr@upci.edu.mx y jorgealberto.go@upci.edu.mx

Resumen

Con la actual situación económica y ambiental se puede observar que la producción de cárnicos es desfavorecedora y costosa, mientras que la producción de enzimas se ha tornado favorable, cumpliendo objetivos que la sociedad requiere, por ello a lo largo del tiempo se han optado por diversos métodos para mejorar la obtención de enzimas. Actualmente la biotecnología tiene un amplio campo de estudio, y enfocándose en la obtención de enzimas por medio de microorganismos y residuos orgánicos provenientes de la sociedad. La generación de enzimas por medio de hongos ha ayudado al aumento de peso en porcinos con resultados favorecedores en el ámbito económico y ambiental, ya que garantiza la seguridad alimentaria de la población; así, se ha optado por la obtención de enzimas para generar un aumento de peso en porcinos y de esta forma generar mayor producción de cárnicos a un menor tiempo y costo.

Introducción

Una de las principales problemáticas en la sociedad es el desabastecimiento de producción de cárnicos y el costo elevado para la población. Tomando en cuenta esto, se ha plan-

teado generar enzimas por medio de hongos; de esta forma se pueden reducir los costos, aumentar la producción de cárnicos y, al mismo tiempo, darle una segunda vida a los residuos orgánicos generados por la población, los cuales nos ayudarán a darle alimentación al microorganismo seleccionado para la producción enzimática. Sabiendo esto, se deben determinar niveles relevantes de la producción enzimática y proteica que genera el microorganismo. Para los análisis mencionados anteriormente, se deben realizar procedimientos a fin de determinar los niveles de producción buscados de acuerdo con el objetivo que se quiere obtener, proveniente del hongo; de esta forma podemos iniciar la mejora de producción en el área alimenticia, dando paso a estudios biotecnológicos.

Desarrollo

Según la bibliografía, se ha demostrado que la implementación de enzimas mejora el rendimiento en la dieta y digestión de los porcinos, así como la reducción del alimento proporcionado a fin de llegar al peso ideal. Para este proyecto se plantean tres microorganismos productores de amilasa, entre ellos se encuen-



tra *Rhizopus*. Este es un hongo filamentososo (Figura 1) perteneciente al reino Fungí y forma parte del género de los mohos y es degradador de materia orgánica.

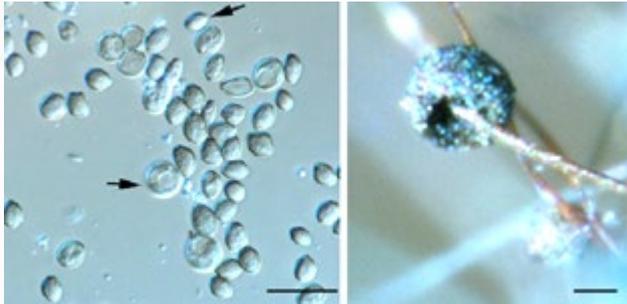


Figura 1. Hongo del género *Rhizopus*. Imagen tomada de: Dolatabadi y cols., 2014

El segundo hongo sería *Fusarium* (Figura 2) perteneciente al reino Fungí y a la familia *Nectriaceae*, que está conformada por varias especies con importancia en la agronomía, en la medicina, pero principalmente por el amplio rango de metabolitos secundarios que producen (Haruhisa y Hyakumachi, 2004).



Figura 2. Hongo del género *Fusarium*. Imagen tomada de: Tapia y Amaro, 2014

Y, por último, se tiene al *Penicillium*, que es un hongo filamentososo hialino (Figura 3), saprofito perteneciente al filo *Ascomycota*, del reino Fungí. Los organismos de este filo tienen importancia por los metabolitos secundarios que producen y la amplia variedad de usos que es-

tos tienen para los humanos, ya que van desde antibióticos hasta agentes antitumorales.



Figura 3. Detalle de las colonias de un hongo del género *Penicillium*. Imagen tomada de: Josh McGinnis (2020).

En la bibliografía podemos encontrar que los tres microorganismos son productores de amilasa, pero que deben ser sometidos a distintos parámetros para favorecer la producción. Teniendo en cuenta lo planteado con anterioridad, se puede confirmar que la producción de amilasa generada por estos tres microorganismos es favorecedora y rentable. Es decir, se tiene una producción baja en costos, elevada en producto y, al mismo tiempo, se reutilizan los residuos orgánicos provenientes de la sociedad, de esta forma le damos un impacto favorecedor a la biotecnología y la rama perteneciente a la misma. Por ello, según Figueroa, Morales y Bran (2019), el uso a nivel industrial de residuos agroindustriales a través de su producción a gran escala, utilizando el salvado de trigo y otros residuos, es satisfactorio, ya que dichos hongos tienen la capacidad de desarrollarse en sustratos con pocos nutrientes y presentan actividades comparables a las cepas que se utilizan en la actualidad para la producción de amilasas (Figueroa, Morales y Bran, 2019).



Conclusión

La adición de enzimas promueve mayores ganancias de peso en porcinos, tomando en cuenta que la comparación de los hongos seleccionados suele tener variaciones. Según las fuentes, el mejor productor de amilasa es *Penicillium*, dándonos un mayor rendimiento en menor tiempo y adaptación.

Referencias

- Dolatabadi, S., de Hoog, G. S., Meis, J. F., y Walther, G. (2014). Species boundaries and nomenclature of *Rhizopus arrhizus* (syn. *R. oryzae*). *Mycoses*, 57 Suppl 3, 108–127. <https://doi.org/10.1111/myc.12228>
- Figueroa, R., Morales, O., y Bran, M. del C. (2019). Producción de amilasas por cepas de hongos anamorfos aislados de hojarasca de *Quercus* sp. *Revista Científica*, 29(1). <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/50/50779027/html/index.html>
- German.Basidiomycetes. S/A. Image of *Fusarium*. Encyclopedia of Life Sciences. Mushroom Observer. [Internet]. Disponible en: <https://eol.org/pages/52785469>
- Haruhisa, S., y Hyakumachi, M. (2004). 6 - Genomics of Phytopathogenic *Fusarium*. *Applied Mycology and Biotechnology*, 4, 161-189. [https://doi.org/10.1016/S1874-5334\(04\)80009-1](https://doi.org/10.1016/S1874-5334(04)80009-1)
- McGinnis, J. (2020). Photo 107021252. *Encyclopedia of Life Sciences. iNaturalist*. <https://eol.org/media/21302516>
- Tapia, C., y Amaro, J. (2014). Género *Fusarium*. *Revista chilena de infectología*, 31(1), 85-86. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182014000100012>

Penicillium spinulosum. Obtenida de [wikipedia.org/wiki/Penicillium](https://es.wikipedia.org/wiki/Penicillium)



FORMA DE ACCIÓN DE ENZIMAS DE ENGORDA EN PORCINOS

KARELIA LILIANA RANGEL RUIZ Y JORGE ALBERTO GRANADOS OLVERA
Docentes de la carrera Ingeniería en Biotecnología

DANIELA YOSELYN PEREZ ALVA
Ingeniería en Biotecnología, 7.^{mo} cuatrimestre

Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli. Av. Lago de Guadalupe,
Colonia Lomas de San Francisco Tepojaco, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54720
1321172047@upci.edu.mx, kareliailiana.rr@upci.edu.mx y jorgealberto.go@upci.edu.mx

Introducción

En un momento en el que los precios de las materias primas son elevados, el foco de interés de nutrición-formulación se dirige a diseñar dietas al mínimo coste posible sin perjudicar la calidad nutrimental de los porcinos, teniendo en cuenta que los cereales predominantes son el trigo, cebada y el maíz, así como fuentes de proteínas vegetales como harinas de soja, girasol, colza entre otras, y que hoy en día se tiende a diseñar dietas algo más complejas y a su vez reducir costos en la alimentación. Debemos tener en cuenta la capacidad de los cerdos para digerir dietas más fibrosas sin comprometer los rendimientos productivos. El empleo de enzimas exógenas en ganado porcino es muy extenso, entre las que más destacan está el caso de las fitasas y las carbohidrasas, usadas en gran medida por su efectividad y sus múltiples beneficios, por lo tanto, puede ser una alternativa como aditivo, según lo reportado por Quintero Moreno (2010). La actividad de las enzimas exógenas en el tracto digestivo se concentra principalmente en la parte interior del intestino delgado.

Desarrollo

Entre todas las enzimas exógenas, la xilanasas se usa a menudo en dietas basales de harina de maíz y soja, y puede aumentar la digestibilidad, la capacidad antioxidante, modular la microflora intestinal, reduciendo la tasa de diarrea y mejorar el rendimiento en cerdos destetados. La proteasa puede aumentar la disponibilidad de proteínas provenientes de la dieta, disminuir la excreción de nitrógeno y, por lo tanto, mejorar el rendimiento en cerdos destetados. En la Tabla 1, se resumen las funciones y beneficios de las principales enzimas usadas para la engorda; como se puede observar, las dietas ricas en polisacáridos no almidonados (NSP), el uso de enzimas degradantes de polisacáridos almidonados (como la xilanasas y la β -glucanasas) pueden mejorar la eficiencia alimentaria y la digestibilidad de nutrientes en aves de corral y cerdos.



Tabla 1. Beneficios de las principales enzimas y sustratos sobre los que actúa

Enzima	Materia Prima	Funciones	Beneficios
β -glucanasa	Cebada, avena y centeno	Reducir la viscosidad	Mejora la digestión y uso de nutrientes
Xilanasas	Trigo, centeno, arroz, fibra vegetal	Reducir la viscosidad	Mejora la digestión y uso de nutrientes
Fitasa	Todos los alimentos de origen animal	Liberación de fósforo (fitato)	Mejora la absorción de P
Proteasa	Todas las fuentes de proteína vegetal	Hidrólisis de la proteína	Mejorar la digestión de la proteína
Lipasa	Lípidos y suplementos lipídicos	Hidrólisis de la grasa	Mejora la absorción de los alimentos lipídicos en animales jóvenes
Amilasa	Granos de cereales y leguminosas	Hidrólisis del almidón	Ayuda a la digestión del almidón en lechones destetados precozmente

Fuente: López (2000) y Ravindran (2010).

Whittemore (1993) propuso una ecuación, en la que resaltaba la importancia que la digestibilidad del alimento tiene sobre el consumo de pienso en lechones:

$$\text{Ingesta Voluntaria Pienso, kg/día} = 0.013^* \frac{\text{P.V.}}{1 - \text{Coef. Digest.}}$$

Con ello, se busca que una enzima exógena rompa las membranas celulares que envuelven al almidón y las proteínas en el interior del endospermo.

La adición en la dieta de carboximetilcelulosa (CMC), fitasas, xilanasas y/o glucanasas permite al organismo del animal extraer el máximo potencial del alimento y reducir a su vez el efecto antinutricional de algunos componentes, como los polisacáridos no amiláceos (PNA) que interfieren en la digestibilidad de los nutrientes. En la Figura 1 podemos observar cómo la adición de CMC ayuda a aumentar la flora intestinal de los porcinos.

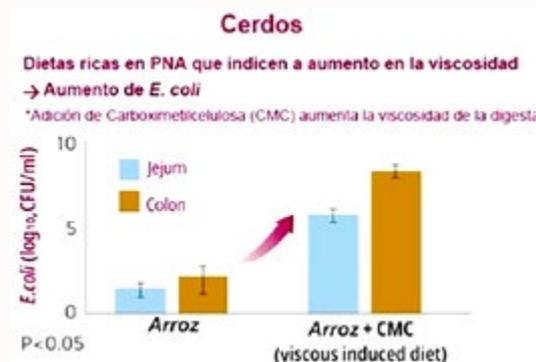


Figura 1. Las dietas ricas en NSP aumentan la concentración de *E. coli* en cerdos de engorda. Fuente: Tomado de Rodrigueiro et al. (2021).

La hidratación de los arabinosilanos durante el proceso de digestión conlleva un aumento de la viscosidad luminal de la fase líquida o soluble que afecta directamente a la digestibilidad del almidón e impide el proceso de emulsión de los lípidos, así como la reabsorción de ácidos biliares antes de la válvula ileocecal. Según Jorgensen y Just (1988), la degradación de los nutrientes no es tan importante, ya que las enzimas permanecen como sustrato, además el bajo pH estomacal influye de manera directa inhibiendo la actividad enzimática, de esta manera los productos finales de la degra-



dación microbiana son ácidos grasos volátiles y ácidos lácticos.

Estructura química

Los arabinoxilanos están formados por cadenas lineales de unidades de xilosa unidas por enlaces β -(1-4), con diversas ramificaciones de unidades de β -L-arabinofuranosa. Para su óptimo aprovechamiento se utiliza una mezcla de xilanasas y glucanasas. Estas enzimas se encargan de transformar los PNA en moléculas más pequeñas, menos antinutritivas y más fermentables, transformarán arabinoxilanos en pequeñas moléculas de D-xilosa y L-arabinosa, los β -glucanos en moléculas simples de glucosa y los β -mananos en manosas simples (Figura 2). Ambas enzimas, xilanasas y glucanasas, presentan una acción complementaria sobre la matriz alimenticia cuando se administran de forma conjunta, creando así un efecto prebiótico.

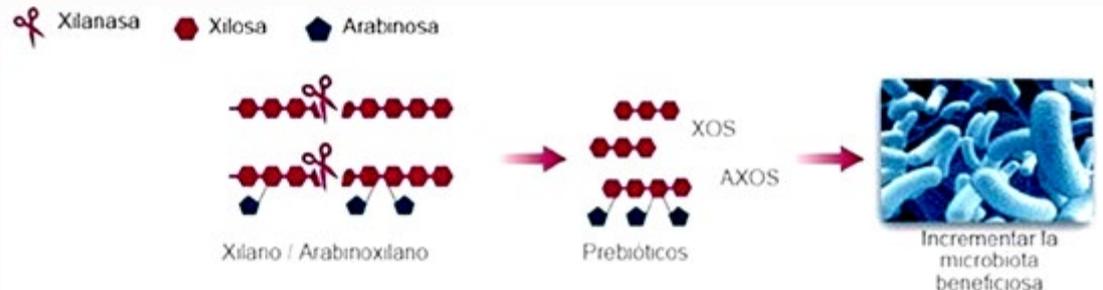


Figura 2. Efecto prebióticos de la xilanasas. Fuente: Tomado de Rodrigueiro et al. (2021).

Newman y cols. (1983) comprobaron la efectividad de la suplementación de enzimáticas en la alimentación de porcinos al tener resultados de ganancia en peso y eficiencia en conversión alimenticia con dieta a base de cebada. La xilanasas debe ser resistente a los inhibidores de la xilanasas dado que la mayoría de las xilanasas exógenas comerciales se derivan de hongos y bacterias, la actividad enzimática puede verse afectada por inhibidores de xilanasas endógenas en los cereales (Gusakov, 2010); algunos inhibidores de la enzima xilanasas son TAXI (*Triticum aestivum* - inhibidor de xilanasas), XIP (proteína inhibidora de xilanasas de trigo), TLXI (inhibidor de xilanasas de tipo taumatina) e inhibidores similares a TAXI y XIP (Figura 3).

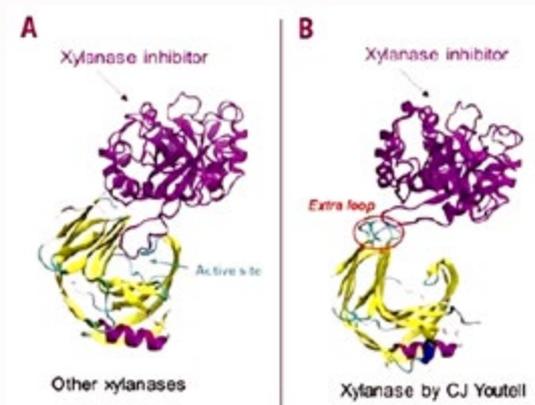


Figura 3. Comparación de inhibición por inhibidor de xilanasas. Fuente: Tomado de Rodrigueiro et al. (2021).

Conclusión

Se sugiere que una suplementación de enzimas compuestas de amilasas, proteasa, xilanasas y β -glucanasas podría mejorar eficazmente la digestibilidad de nutrientes; ayudará a la

ganancia diaria de peso promedio, así como a aliviar el estrés de cerdos y mejorar significativamente la digestión total aparente de los nutrientes. Así se llega a saber que es deseable que el lechón consuma aditivos no nutritivos (promotores de crecimiento, enzimas, levaduras y probióticos) para tener una mayor ganancia, por lo tanto, deben ser de excelente calidad y muy accesibles.

Referencias

- Gusakov, A. V. (2010). Proteinaceous inhibitors of microbial xylanases. *Biochemistry*, 75, 1185-1199.
- Jorgensen, H., y Just, A. (1988). Effect of different dietary components on site of disappearance of nutrients.



- Proc 4th. Symp. On "Digestive Physiology in the pig". *Jablonna*, 230-239.
- López, S. (2000). Uso de enzimas en los piensos de cerdos y aves. *Revista Mundo Ganadero*, Dossier: aditivos en alimentación, 36-43. <https://acortar.link/J5hX02>
- Newman, C. W., Eslick, R. F., y El Neugoumy, A. M. (1983). Bacterial diastase effect on the feed value of two hulless barleys for pigs. *Nutrition Reports International*, 28, 139.
- Ravindran, V. (2010). *Aditivos en la alimentación animal: presente y futuro*. XXV Curso de Especialización de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). <https://acortar.link/qw6YI4>
- Rodrigueiro, R., Ospina-Rojas, I. C., Lima, B. T. M., y Díaz, T. G. (8 de junio de 2021). Importancia de la xilanasas en los alimentos balanceados para animales. *Engormix*. https://www.engormix.com/avicultura/enzimas-nutricion-avicola/importancia-xilanasas-alimentos-balanceados_a47406/
- Quintero Moreno, A. (2010). Uso de enzimas en la nutrición de cerdos. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 5(2), 125-129. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/articulo/view/14163>
- Whittemore, A. T. (1993). Species concepts: a reply to Ernst Mayr. *Taxon*, 42(3), 573-583. <https://doi.org/10.2307/1222535>





NORMAS PARA GANE DE PESO EN PORCINOS

KARELIA LILIANA RANGEL RUIZ Y JORGE ALBERTO GRANADOS OLVERA
Docentes de la carrera Ingeniería en Biotecnología

XIMENA ZARCO SANTILLÁN
Ingeniería en Biotecnología, 7.^{mo} cuatrimestre

Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli. Av. Lago de Guadalupe,
Colonia Lomas de San Francisco Tepojaco, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54720
1321172071@upci.edu.mx, kareliailiana.rr@upci.edu.mx y jorgealberto.go@upci.edu.mx

Resumen

De acuerdo con las normas oficiales mexicanas (NOM), que establecen las características de los procesos y servicios para evitar riesgos a la población, los parámetros que se toman en cuenta para los productos de origen animal son: calidad, sanidad, equilibrio de producción y servicio. En ellas se busca la forma de evaluar y conocer cómo se realiza cualquier producto o servicio. En este caso se determina el criterio para evaluar la finalización (engorda) de los porcinos, así como su dieta, los procesos de producción para consumo humano y en animales y, de esta forma, evitar enfermedades peligrosas para la salud de la población y de los porcinos. Las leyes mexicanas, al integrar las NOM, desempeñan un papel fundamental en la supervisión de procesos alimenticios, garantizando el cumplimiento de los estándares, en los que se integran prácticas de mejora y bienestar animal, asegurando que las instalaciones sean adecuadas y cumplan con los requerimientos básicos para prevenir enfermedades.

Introducción

En la actualidad se busca la optimización de la seguridad de la población y de los animales que son dirigidos al consumo humano, con las normas y leyes, estableciendo especificaciones a las condiciones de vida que debe llevar el animal y, posteriormente, agregar que el uso de hormonas queda prohibido para el gane de peso en porcinos, teniendo en cuenta que el uso de estos para la cría de porcinos genera residuos en los cárnicos, aumentando la posibilidad de afectar la alimentación del ser humano y la salud de los animales. Según las fuentes, las NOM nos garantizan la alimentación adecuada para la cría de porcinos, de esta forma aseguramos que los cárnicos llegarán en buen estado para el consumo humano sin afectar al animal en el momento de la crianza. De igual manera otorgan los parámetros para la alimentación, proporcionando una dieta balanceada y las condiciones del hábitat en donde ellos residen para que se encuentren en un ambiente agradable y así evitar algún riesgo en la salud de los porcinos, la sociedad que los consume y la afectación al medio ambiente.





Desarrollo

A continuación, se presenta una breve lista de las normas utilizadas para el control de incremento, la alimentación y el cuidado de los porcinos en México. De acuerdo con la NOM-Y.131-A-1979, “donde se establece la mezcla homogénea de ingredientes de origen vegetal, animal, vitaminas, minerales y otros indispensables para cubrir las necesidades nutricionales del cerdo; este alimento no debe contener sustancias y/o gérmenes a niveles nocivos para la salud y producción animal” (DOF, 1979). La norma plantea las condiciones adecuadas para la alimentación de porcinos, sin presentar alteraciones que afecten el bienestar de estos y establezcan una dieta y crecimiento adecuado. En la Tabla 1 se muestran los porcentajes mínimos y máximos permitidos de los ingredientes que formen parte de las dietas para los porcinos.

Tabla 1. Límites máximos que debe cumplir el producto denominado “Alimento para finalización de cerdos” (DOF, 1979).

	Tipo 1	Tipo 2
Especificaciones	Min. %	Máx. %
Proteína	12.0	11.0
Grasa	1.5	1.5
Fibra	6.0	6.0
Cenizas	7.0	7.0
Humedad	12.0	12.0
Extracto libre d		
Nitrógeno	(Por diferencia con 1 00)	
Calcio total	0.5	0.5
Fósforo total	0.4	0.4
Lisina		0.57
Metionina + cistina		0.30

La NOM-188-SSA1-2002 “establece el límite máximo permisible de aflatoxinas en los cereales destinados para el consumo humano y animal en 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -ppb, así como los lineamientos y requisitos sanitarios para el transporte y almacenamiento de los productos” (DOF, 2002). Las aflatoxinas son toxinas producidas por *Aspergillus* (Figura 1).



Figura 1. Micrografía de una espora de *Aspergillus*, un tipo de hongo que produce la aflatoxina causante de cáncer (NIH, 2018).

Las aflatoxinas causan daño a la salud, presentando los siguientes síntomas: dolor abdominal, vómito y, en casos extremos, hemorragias, falla hepática o falla renal. Los últimos dos síntomas son considerados alarmantes, ya que pueden causar la muerte. La NOM-213-SSA1-2002 menciona, “esta norma establece las especificaciones sanitarias que debe cumplir los productos cárnicos para su consumo” (DOF, 2002). Esta norma asigna las condiciones en las que debe estar el cerdo para que se pueda consumir sin que tengan secuelas. En la Tabla 2 se muestran las condiciones microbiológicas que deben presentar las distintas variedades de cárnicos.

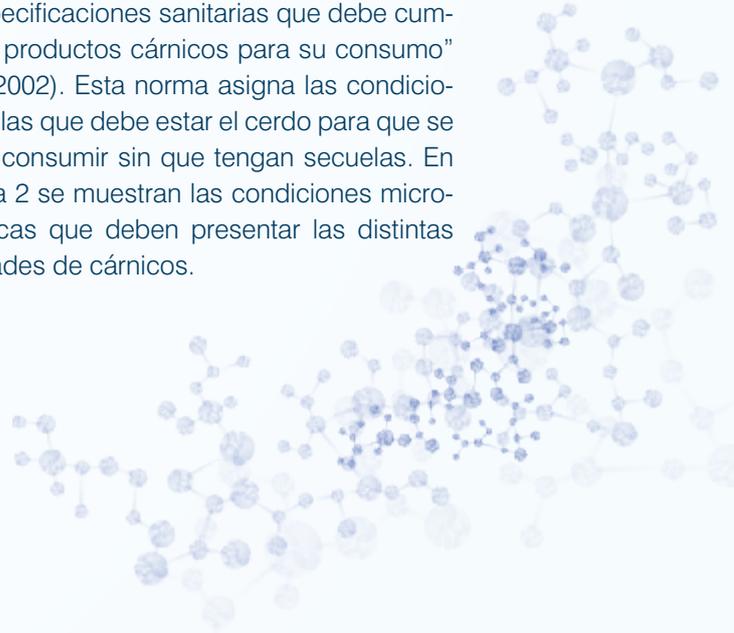




Tabla 2. Límites máximos de microorganismos y parásitos que deben presentar los productos cárnicos. Tomado de DOF (2002).

Producto	Mesófilos aerobios (UFC/g)	Coliformes fecales (NMO/g)	Salmonella spp en 25 g	<i>Trichinella spiralis</i>	Cisticercos
Cocidos	10,000 ¹ 60,000 ²	< 3	Ausente	N.A.	N.A.
Crudos	N.A.	N.A.	Ausente	Ausente ³	N.A.
Curados	N.A.	< 3	Ausente	N.A.	N.A.
Marinados o en salmuera	N.A.	< 3	Ausente	N.A.	N.A.
Fritos	N.A.	< 3	N.A.	N.A.	Ausente

1 = en planta, 2 = en punto de venta, 3 = no aplica a madurados crudos, N.A. = No aplica

La NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilización de animales, establece “los sistemas de movilización de animales que disminuyan su sufrimiento, evitándoles tensiones o reduciéndolas durante todo el proceso” (DOF, 1995). Gracias a esto se evita el maltrato animal en su traslado y hasta su deceso. En la Figura 2, se presenta un ejemplo de las jaulas de movilización permitidas de acuerdo con la norma.

“ARTICULO UNICO. - Se modifican, adicionan y eliminan diversos productos enlistados en el Acuerdo por el que se establece la clasificación y prescripción de los productos farmacéuticos veterinarios por el nivel de riesgo de sus ingredientes activos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2004” (DOF, 2005). En la Tabla 3 se muestra un extracto de algunas hormonas y sus tipos cuyo uso se regula en este artículo.



Figura 2. Ejemplo de jaula de movilización y gestión de los porcinos.



Tabla 3. Ejemplo de algunas hormonas prohibidas en el uso en porcinos y animales que estén dirigidos a consumo humano.

HORMONAS	Progestinas	Progesterona	Norgestomet (implante)
		Altrenogest	(Se adiciona)
		Norgestomet	Cronolone (esponja intravaginal)
			(Se adiciona)
	Antiprogestágeno		Aglepristone (sólo para perras)
	(Se adiciona)		(Se adiciona)
	Prostaglandinas	Dinoprost	
		Buserelina	
		Cloprostenol	
		(Se adiciona) DL - Cloprostenol	
		Luprostiol	
		(Se adiciona) Alfaprostol (Se adiciona) Estanozolol (Se adiciona)	

Conclusión

Teniendo en cuenta lo referenciado, podemos recuperar información satisfactoria para un buen manejo en producción de cárnicos. Una vez detallado esto, se puede verificar que las NOM son de suma importancia para la producción, estableciendo criterios importantes para el desarrollo industrial y al mismo tiempo mejorando las condiciones establecidas.

Referencias

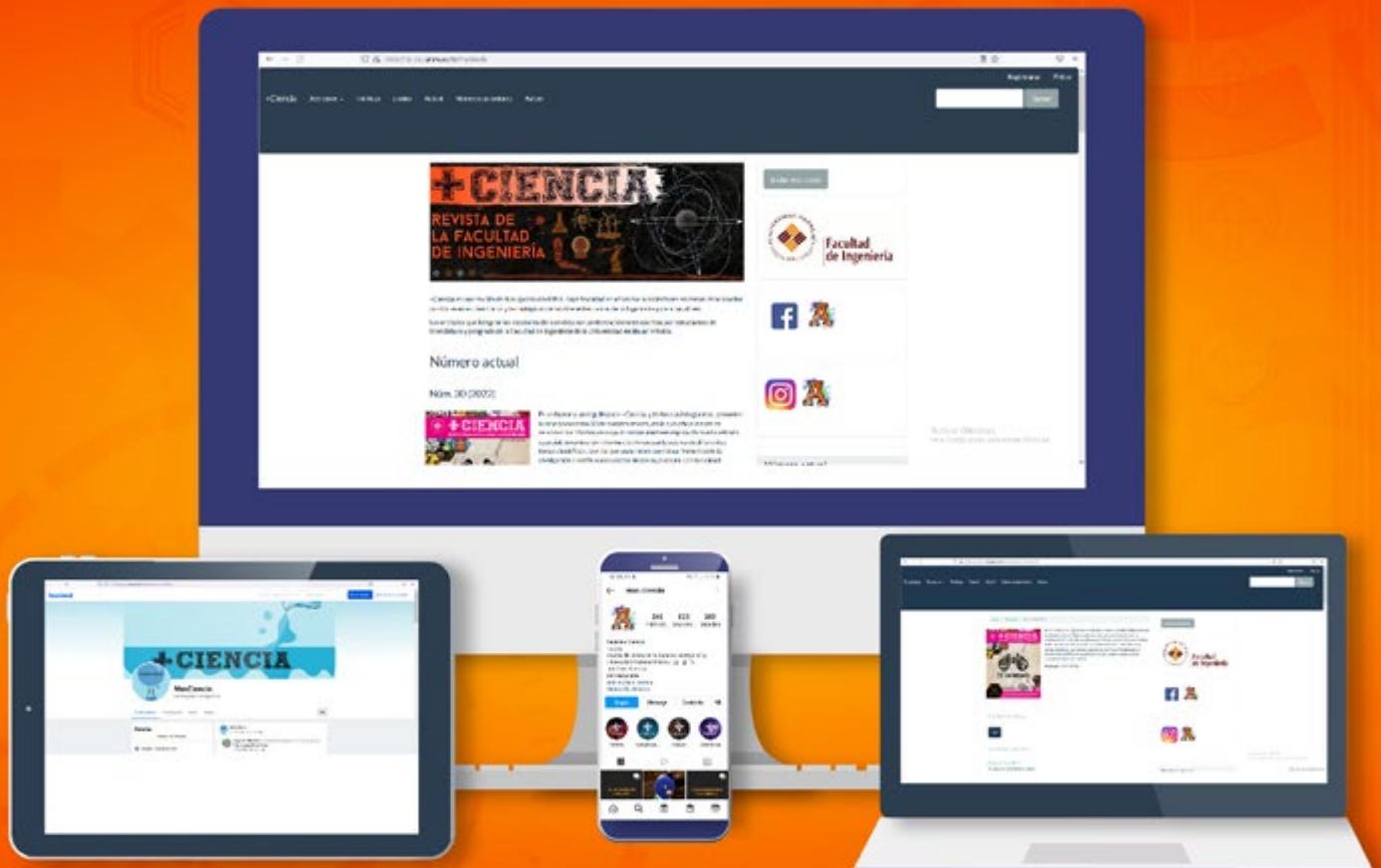
- DOF - Diario Oficial de la Federación. 1980. NORMA Oficial Mexicana NOM-Y-131-A-1979, Alimento para finalización de cerdos. Gob.mx. [citado el 22 de abril de 2024]. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4847022&fecha=31/01/1980
- DOF - Diario Oficial de la Federación. 1998. NORMA Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilización de animales. Gob.mx. [citado el 22 de abril de 2024]. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4870842&fecha=23/03/1998

- DOF - Diario Oficial de la Federación. 2002. NORMA Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002, Productos y Servicios. Control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones sanitarias. Gob.mx. [citado el 22 de abril de 2024]. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=719385&fecha=15/10/2002
- DOF - Diario Oficial de la Federación. 2005. NORMA Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2002, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Gob.mx. [citado el 22 de abril de 2024]. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2081721&fecha=11/07/2005
- NIH (2018). Aflatoxinas. Instituto Nacional del Cáncer. [citado el 22 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/aflatoxinas/aflatoxinas>



¿Te interesa escribir un artículo para la revista +Ciencia?

Consulta las instrucciones para los autores en:
<http://revistas.anahuac.mx/masciencia>
email: masciencia@anahuac.mx



¿Tienes alguna empresa o actividad en el ramo ingenieril y te interesa anunciarte?

¿Quieres suscribirte a la revista +Ciencia por un año?

Contáctanos en:

 masciencia@anahuac.mx  [@mas.ciencia](https://www.instagram.com/mas.ciencia)



Programas de
posgrado de la
**Facultad
de Ingeniería**

Trimestrales

Inicio: enero, abril, julio y octubre

- Maestría en Ingeniería de Gestión Empresarial
- Maestría en Logística
- Maestría en Tecnologías de Información e Inteligencia Analítica
- Maestría en Tecnologías para el Desarrollo Sustentable

Semestral

Inicio: enero y agosto

- Doctorado en Ingeniería Industrial

Facultad de
Ingeniería

CADIT
CENTRO DE ALTA DIRECCIÓN EN
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Trasciende con herramientas

**Trasciende
con visión**

Descuento del

20%

a egresados

Informes:

Centro de Atención de Posgrado
y Educación Continua

 **55 54 51 61 77**
55 79 18 21 59

posgrado@anahuac.mx

anahuac.mx/mexico/posgrados

 Posgrados Anáhuac

 @Anahuac_P

 @PosgradosAnahuac

Posgrados
ANÁHUAC