



**ExpoCiencias
Tabasco**

Explorando la Ciencia:

Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023



UNIVERSIDAD OLMECA
Raíz de sabiduría

Explorando la Ciencia:
Finalistas de ExpoCiencias
Tabasco 2023

Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023

© Universidad Olmeca, A.C.,
Carretera federal Villahermosa-Escárcega, km 14.329, margen derecha,
ranchería Coronel Traconis 3ra. Sección, C. P. 86265,
Centro Tabasco, México.
<https://www.olmeca.edu.mx/>

Primera edición: 2023

Corrección científica:
Mtra. Alejandra Casanova Priego. ORCID <https://orcid.org/0009-0007-0451-0680>

Registro fotográfico:
Martín Olán Juárez y Otilio Suárez Bautista

Diseño:
Alexandra Tenorio Aparicio y María Candelaria Ruiz Álvarez

Queda rigurosamente prohibida, sin autorización escrita de los titulares de *copyright*, bajo las sanciones establecidas por las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía, el tratamiento informático, así como la distribución de ejemplares de la misma mediante alquiler o préstamo público.

ISBN versión impresa: 978-607-59931-5-7

ISBN versión electrónica: 978-607-69626-1-9

Impreso en México / *Printed in Mexico*

Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023



Índice

Presentación	7
Introducción	9
Prólogo	11
Pandilla	13
<i>Desodorante Natural</i>	15
Pandilla Científica Juvenil	27
<i>Huertos Artificiales</i>	29
<i>Gomitas de fruta elaboradas con endulzante natural de Siratia grosvenorii</i>	35
Media Superior	45
<i>C.B.S.I. (Control Biológico del Struthanthus Interruptus)</i>	47
<i>Agencia Certificadora OPA</i>	59
<i>Bio-TARyS</i>	85
<i>Elaboración de hojas de papel a base de seudotallado de plátano</i>	101
<i>Las Superfantásticas</i>	109
<i>NEET-PLAY</i>	119
Categoría Superior	
<i>Reductor sostenible de emisiones de CO2 elaborado con fibra de coco. Eco2 Filter</i>	133
<i>App Dieta Mediterránea Mexicanizada & CACAO Mx</i>	165
<i>Influencia de la ansiedad en el rendimiento académico en los alumnos de 3ero., 5to. y 7mo. semestres de la Licenciatura de Enfermería</i>	181
<i>Cámara hiperbárica para pie diabético de bajo costo</i>	199
<i>Med Clock</i>	211
<i>VaCooler-Centro de vacunas inteligente</i>	225
 <i>ExpoCiencias Tabasco: 10 rutas al éxito</i>	 239

Presentación

La Universidad Olmeca, referente educativo en Tabasco, reflexiona sobre las acciones que la llevaron a trascender retos del pasado y contemporáneos que la dinámica socioeconómica le ha impuesto; y gracias a su identidad, continúa con el legado de «raíz de sabiduría» sin dejar de adaptarse a las demandas educativas y de empleabilidad que se requieren.

Nuestro modelo educativo tiene como objetivo fundamental impulsar las habilidades de las generaciones futuras a través de una formación integral que mejore la competitividad de los universitarios en su desarrollo profesional con sentido humano, fortaleciendo las competencias necesarias que se cristalicen en la conversión de los nuevos líderes que la sociedad necesita.

Por ello, el alumno ocupa el lugar central; todo el proceso gira alrededor de su aprendizaje con una metodología constructivista basada en el desarrollo de competencias.

Con esta perspectiva, la Universidad Olmeca impulsa todo tipo de actividades que permiten proveer de herramientas a los educandos y docentes para su formación integral, y con esta simbiosis lograr la transferencia, mejora e innovación del conocimiento.

ExpoCiencias es sin duda un foro de gran proyección que, a partir de 2019, está a cargo de esta universidad y nos complace ser el medio por el cual se concentre a los niños y jóvenes que, acompañados de sus docentes y familiares e instituciones educativas que los avalan, expresen y demuestren sus conocimientos en ciencia, tecnología e innovación.

Dr. Emilio Alberto De Ygartua Monteverde
Rector de la Universidad Olmeca

Introducción

El conocimiento es, sin duda, una gran herramienta que nos permite progresar; progresar como profesionistas, como sociedad y que además permite el desarrollo para el bien común. Este conocimiento tiene resultados cuando se comparte, se expone, se evalúa, se mejora y se aplica.

Hoy en día, existen varios foros que permiten a los estudiantes y docentes de todos los niveles educativos expresar sus ideas, exponer sus proyectos y, desde luego, compartir el conocimiento.

ExpoCiencias, desde hace poco más de 20 años, es un foro que ha logrado mantenerse y ser punta de lanza en dar a conocer al mundo proyectos de ciencia, tecnología e innovación, así como talentos.

En 2014 fue el primer año en el que Tabasco participó y, a partir de su octava edición en 2021, cuando la humanidad vivía una época álgida por la pandemia de la COVID-19, la Universidad Olmeca asumió el reto de ser la sede en el estado. Esto, gracias a la invitación del Coordinador General de la RED Nacional de Actividades Juveniles en Ciencia y Tecnología, el maestro Roberto Faustino Hidalgo Rivas y a la visión acertada del rector, doctor Emilio Alberto De Ygartua Monteverde, en convertir a esta universidad en referente educativo en el estado.

A partir de entonces, la doctora Alejandra Casanova Priego y la que escribe, fuimos designadas para representar este evento estatal mediante la coordinación y dirección, respectivamente. Una gran responsabilidad y compromiso el representar a todos y cada uno de quienes hacemos posible que este evento se ejecute. Asimismo, a quienes se han sumado y aportado para hacer de la participación de instituciones educativas un proceso más nutrido.

Con base en la convocatoria emitida en esta décima edición, los proyectos fueron revisados por un comité evaluador conformado por expertos en las diferentes áreas del conocimiento, procedentes de instituciones educativas y centros de investigación, quienes mostraron su profesionalismo y disposición para evaluar cada una de las rúbricas presentadas; así, 60 profesionales se dieron a la tarea de realizar esta labor.

Con la participación de 74 proyectos en diversas categorías, fueron clasificados 15, en donde los evaluadores calificaron nuevamente los trabajos previamente seleccionados para determinar las acreditaciones para los eventos nacional e internacional. Estos 15 proyectos son los que se han recopilado en esta antología que da testimonio de los alcances, la pertinencia e impacto que se tiene con la ciencia, la tecnología e innovación en las aulas educativas.

Para la participación de los proyectos, el comité trabajó previamente en todo lo concerniente para emitir la convocatoria donde se sentaron las bases y reglas de participación, asimismo se otorgaron documentos y tutoriales que han permitido orientar a los interesados de las instituciones educativas. La convocatoria permite la participación en cuatro categorías: Pandilla (Primaria), Pandilla Científica (Secundaria), Media Superior (Preparatoria, bachillerato o equivalente), Superior (Universitarios y técnicos superiores universitarios).

Estudiantes y docentes de distintos niveles expusieron, mediante trabajos de investigación escritos y videos, proyectos que dan solución a problemáticas del entorno en diferentes áreas del conocimiento.

Gracias a cada una de las instituciones educativas participantes, a sus docentes y alumnos que registraron sus proyectos y a quienes lograron avanzar a la etapa final, por hacer posible la décima edición de ExpoCiencias Tabasco 2023.

Este espacio está abierto para que demuestren su conocimiento y tengamos una delegación fortalecida y digna representante de Tabasco en eventos nacionales e internacionales, dando paso a la transferencia del conocimiento.

Olga María Macías Guevara
Directora de Imagen y Difusión Institucional de la UO
Directora de ExpoCiencias Tabasco

Prólogo

Explorando el futuro a través de la ciencia, la tecnología y la innovación: ExpoCiencias Tabasco

Es un honor presentarles esta antología, un compendio excepcional que reúne los proyectos más destacados de la décima edición de ExpoCiencias Tabasco. En esta ocasión, el comité organizador y la prestigiosa Universidad Olmeca se han unido para difundir y celebrar la ciencia, la tecnología y la innovación, así como el impacto de este destacado evento que ha enriquecido el panorama científico de nuestro país durante dos décadas.

Es importante destacar que los trabajos aquí presentados han sido seleccionados entre numerosos participantes, lo cual habla del nivel de excelencia que se ha logrado en ExpoCiencias Tabasco a lo largo de los años. Es un testimonio de la calidad educativa y el apoyo brindado por las instituciones involucradas, así como del esfuerzo de los estudiantes y el compromiso de sus mentores.

En este volumen, nos adentramos en un mundo de descubrimientos y creaciones, donde jóvenes talentosos y apasionados han convertido ideas en realidad. Los quince proyectos seleccionados nos invitan a explorar diversas áreas del conocimiento, desde la biotecnología y la salud hasta la tecnología de vanguardia y el cuidado del medio ambiente.

Cada página de esta antología nos muestra el arduo trabajo, la dedicación y el ingenio de los participantes. Desde la creación de desodorantes naturales y huertos artificiales hasta la elaboración de papel a base de seudotallos de plátano y el desarrollo de una agencia certificadora que proyecta disminuir el uso desmedido de los plásticos. Estos proyectos encarnan

el espíritu de la investigación científica y la búsqueda de soluciones innovadoras para el beneficio de nuestra sociedad.

A medida que nos adentramos en las páginas que siguen, nos encontraremos con fascinantes sorpresas y descubriremos la capacidad de transformación que la ciencia y la tecnología tienen para mejorar nuestras vidas. Desde un filtro de dióxido de carbono a base de fibra de coco propuesto por el Instituto Tecnológico de Villahermosa, un desodorante natural creado por la Pandilla Científica Juvenil del Colegio Latino, hasta un centro de vacunas inteligente desarrollado por la Universidad Olmeca, este compendio de proyectos nos invita a contemplar un futuro lleno de posibilidades y progreso.

Es la primera vez que Tabasco se embarca en esta iniciativa de plasmar en un libro los logros de los participantes. Una excelente iniciativa del comité organizador de ExpoCiencias Tabasco y de la Universidad Olmeca, que debe aplaudirse por su inquebrantable compromiso con la promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación. Su visión y dedicación han hecho posible que estas ideas cobren vida y que se presente ante nosotros una oportunidad única de celebrar el talento emergente de nuestra región.

Esperamos que esta antología inspire a jóvenes y adultos por igual, fomentando la curiosidad científica, el espíritu innovador y el deseo de construir un futuro mejor. A medida que avancemos en estas páginas, recordemos que el conocimiento y la pasión son los motores que nos llevan hacia adelante, y que la ciencia y la tecnología son las llaves que abren las puertas hacia nuevos horizontes.

Deseamos que disfruten de esta antología y que se sientan inspirados por los logros de estos brillantes jóvenes científicos. Su dedicación y esfuerzo son un recordatorio de que todos tenemos el poder de crear un impacto positivo en nuestro entorno.

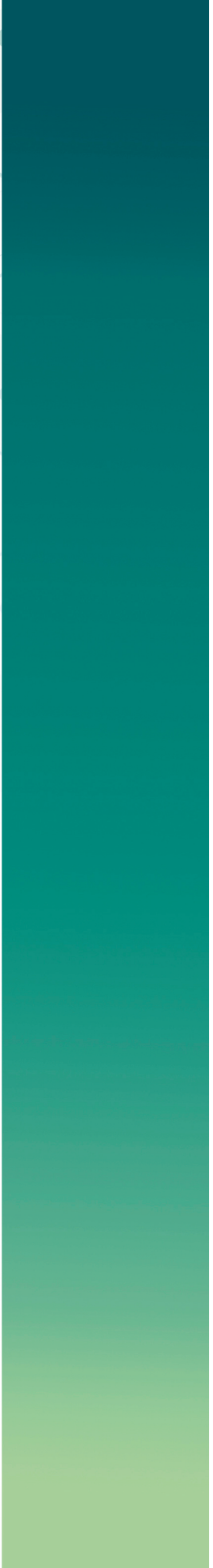
¡Adelante, adéntrate en este fascinante viaje hacia el futuro!

Dr. Eduard de la Cruz Burelo
Profesor Investigador del CINVESTAV
del Instituto Politécnico Nacional (IPN)



Categoría:

Pandilla



Desodorante natural. Trabajo de *Open Class*



Francisco Emiliano Santiago Estrada¹ & José Manuel Vázquez Broca²

INTRODUCCIÓN

Los desodorantes son productos de uso diario que utilizamos para quitar el mal olor corporal debido a la sudoración. Hace algunos años, diversos artículos atribuyeron que el uso de este producto está relacionado con el desarrollo de cáncer de mama, debido a los productos que contiene, entre ellos las sales de aluminio. Aunque es una aseveración que no ha sido comprobada, el desodorante sí es capaz de provocar otras afecciones en la piel, por lo cual con el uso de desodorantes naturales se puede obtener el mismo beneficio cuidando la salud, empleando productos naturales.

JUSTIFICACIÓN

Se eligió este tema ya que resulta preocupante saber que los desodorantes tienen una numerosa cantidad de químicos dañinos y se especula que son cancerígenos, lo cual nos lleva a pensar si puede haber una alternativa que nos ayude con el uso de un nuevo desodorante basado en ingredientes naturales como el aceite de coco, el bicarbonato de sodio y la fécula de maíz.

OBJETIVOS GENERALES:

- Hacer un desodorante natural a base de ingredientes naturales que puedes encontrar en casa, el cual puede ser una buena opción para sustituir a un desodorante convencional.

¹ Estudiante de 6°. grado, grupo A, Colegio Latino, Olivos s/n, fraccionamiento Los Reyes Loma Alta, C.P. 86500, H. Cárdenas, Tabasco.

² Asesor del proyecto.

Recibido: Febrero de 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

galiliasusana@gmail.com

primariacolegiolatino@gmail.com

Este artículo debe citarse como:

Santiago-Estrada, F.E. (2023). Desodorante natural. *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 15-26

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Dar a conocer el proceso de elaboración de un desodorante natural.
- Concientizar a las personas acerca de lo dañino que puede llegar a ser un desodorante industrial.
- Conocer los efectos de las sales de aluminio, que son los componentes principales de un desodorante químico.
- Usar desodorantes beneficiosos para nuestra piel que estén libres de aluminio y demostrar que se puede preparar fácilmente con ingredientes que están a tu alcance.

Preguntas de investigación

- ¿Qué es un desodorante?
- ¿Qué es un antitranspirante?
- ¿Cuáles son los compuestos que contiene un desodorante industrial y que causan daño a la salud?
- ¿Cuáles son los daños que puede causar un desodorante industrial a la salud?
- ¿Cuáles son los beneficios de utilizar alternativas naturales?
- ¿Cuáles son los ingredientes naturales para fabricar un desodorante natural?

Contenido o antecedentes

Un desodorante es un cosmético corporal que se aplica principalmente en las axilas, destinado a impedir, atenuar, enmascarar o eliminar el mal olor corporal desprendido por la descomposición bacteriana del sudor, es decir la transpiración.

La transpiración es un fenómeno fisiológico imprescindible cuyas principales funciones radican en ser una vía de eliminación de sustancias de desecho y toxinas, mantener el potencial de hidrógeno (pH) de la superficie corporal y mantener la temperatura corporal dentro de un rango determinado, es decir, enfriando el cuerpo en todas las situaciones en las que el organismo produce o acumula calor. La evaporación del sudor en la superficie corporal consume gran cantidad de energía y reduce, de esta forma, la temperatura corporal, siendo un efectivo mecanismo de termorregulación.

El sudor es una secreción corporal inodora, incolora, de pH ligeramente ácido, compuesto por agua mayoritariamente, electrolitos y sustancias orgánicas. La degradación de estas moléculas que se secretan con el sudor por la flora bacteriana presente en la superficie corporal puede ser percibida por los receptores olfativos y por consiguiente ser considerada la responsable de los olores desagradables propios del sudor.

Debido a que este olor está mal visto en muchas culturas, puesto que parece indicar una mala higiene personal y por el desagradable olor, se recurre al desodorante para reducirlo o eliminarlo.

Los antitranspirantes son un tipo de desodorantes que actúan bloqueando las glándulas sudoríparas. El principio activo más habitualmente utilizado en los antitranspirantes son las sales de aluminio.

Los desodorantes trabajan de la siguiente forma:

- inhiben el crecimiento de la bacteria que genera el olor, esto se consigue con compuestos químicos antibacterianos;
- incluyen fragancias para enmascarar el olor de la transpiración, y
- bloquean las glándulas sudoríparas (antitranspirantes).

Los desodorantes pueden aplicarse en forma líquida con un aerosol o con un bolígrafo llamado *roll-on*. También existe el desodorante en barra, que viene en estado sólido y en gel. Los desodorantes incorporan en su formulación como principal componente sustancias antisépticas e inhibidoras de la proliferación microbiana en la superficie cutánea. Actúan, por consiguiente, limitando el desarrollo de la flora bacteriana responsable de degradar los componentes del sudor que originan los malos olores.

Las sustancias que los componen: principalmente son las sales de aluminio, como el clorhidrato de aluminio, clorhidroxialantoinato de aluminio y clorhidroxido lactato de aluminio (cuya finalidad es conseguir una importante reducción de la transpiración), ftalatos, parabenos y fragancias sintéticas.

Los daños que pueden causar a la salud: algunos estudios sugieren que los antitranspirantes para las axilas, que contienen aluminio, al aplicarse frecuentemente y cerca de la piel del seno, pueden ser absorbidos por la piel y tener efectos hormonales como el estrógeno. El estrógeno puede fomentar el crecimiento de células de cáncer de seno, por eso algunos científicos sugieren que los compuestos de aluminio en los antitranspirantes pueden contribuir a la formación del cáncer de seno.

Otro de los argumentos sobre la peligrosidad de los antitranspirantes es que, al no transpirar, se acumulan toxinas en las glándulas linfáticas, esto debido a que se tapa la zona de las axilas y como consecuencia se produce cáncer de mama. Pero en realidad el objetivo de la transpiración es ante todo enfriar el cuerpo y no constituye el principal mecanismo del cuerpo para eliminar las toxinas; el hígado y los riñones juegan un papel mucho más importante en esta tarea.

Se afirma que los parabenos, otra de las sustancias contenidas en los desodorantes y considerada dañina, serían la principal causa del cáncer de

mama. Se utilizan de conservantes en los antitranspirantes. Se les acusa de ser disruptores endócrinos y las distintas leyes limitan su uso según personas y zonas del cuerpo. Aunque los desodorantes no son la mayor fuente de parabenos, ya que muchos productos cosméticos e incluso alimentos lo contienen, su consumo puede evitarse leyendo la etiqueta de los productos.

Los ftalatos son la esencia del clásico olor a pegamento y se usan para pegar a la piel la película de antitranspirante. Los ftalatos son un producto peligroso, pero siempre que se ingieran o inhalen y entren en el torrente sanguíneo. No hay pruebas de que puedan pasar dérmicamente al torrente sanguíneo.

Las fragancias sintéticas que se encuentran principalmente en los desodorantes de spray contienen algunos productos como el butilfenilo y metilpropional (un aldehído conocido también como lilial) son considerados por algunas organizaciones como disruptores endócrinos. También se le hace responsable de ciertas alergias.

En los últimos años se ha dado un debate científico al respecto. Existen algunas publicaciones científicas que afirman que estos compuestos están ligados a la presencia del cáncer de mama, mientras que otros detallan que los antitranspirantes no se asocian a este padecimiento, por lo que hasta la fecha existe mucha controversia y no se puede asegurar si causan o no esta enfermedad.

Sin embargo, los desodorantes antitranspirantes sí están ligados a otros problemas de la piel. El uso excesivo de estos productos produce sensibilidades o eczema irritativo (sequedad debida a sustancias agresivas), porque disminuyen la hidratación natural de la piel, para lo cual es necesario desinflamar el tejido cutáneo. También existe otra condición de la piel llamada hidrosadenitis en la que se taponan los conductos de las glándulas y se generan infecciones muy molestas en las axilas en forma de bolas.

Beneficios de usar desodorante natural:

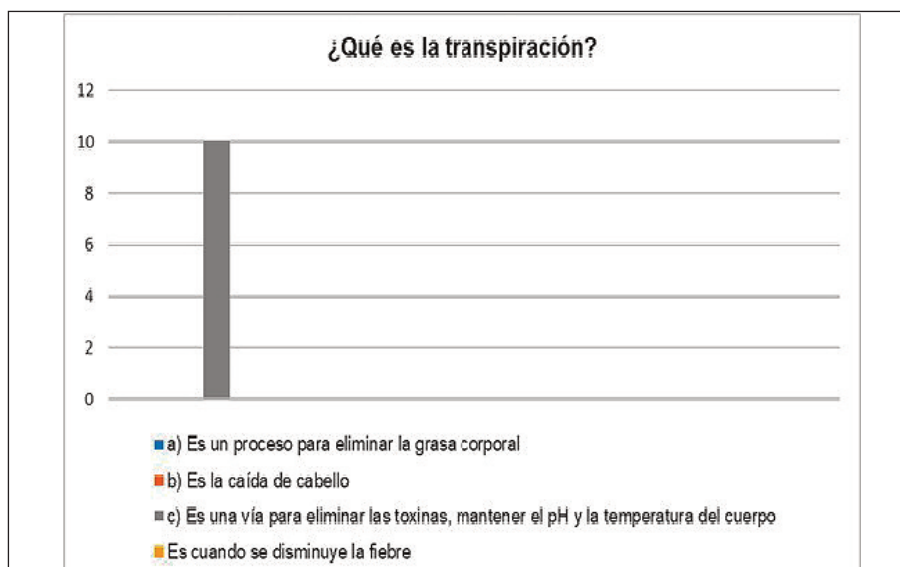
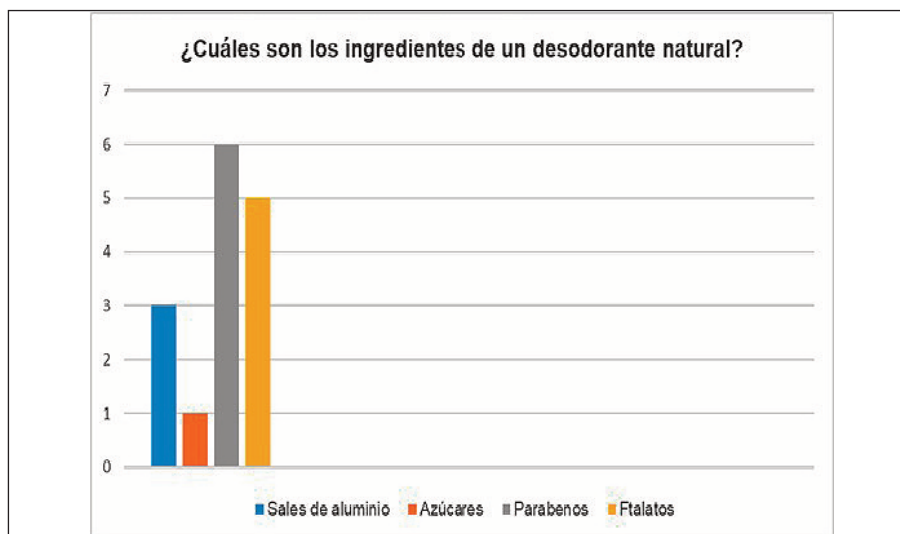
- son ecológicos, por lo que no desprenden ninguna sustancia tóxica;
- no obstruyen los poros, y esto ayuda a que las toxinas y los desechos de la axila se eliminen de manera natural permitiendo que esta transpire;
- disminuyen el mal olor, para ello utilizan ingredientes naturales que se encargan de eliminar las bacterias que lo provocan, dejando a un lado los químicos;
- protegen la piel debido a que se hacen con ingredientes naturales, aptos y beneficiosos para la piel;
- no manchan la ropa, por sus ingredientes naturales no generan ningún tipo de mancha a diferencia de algunos de los ingredientes que

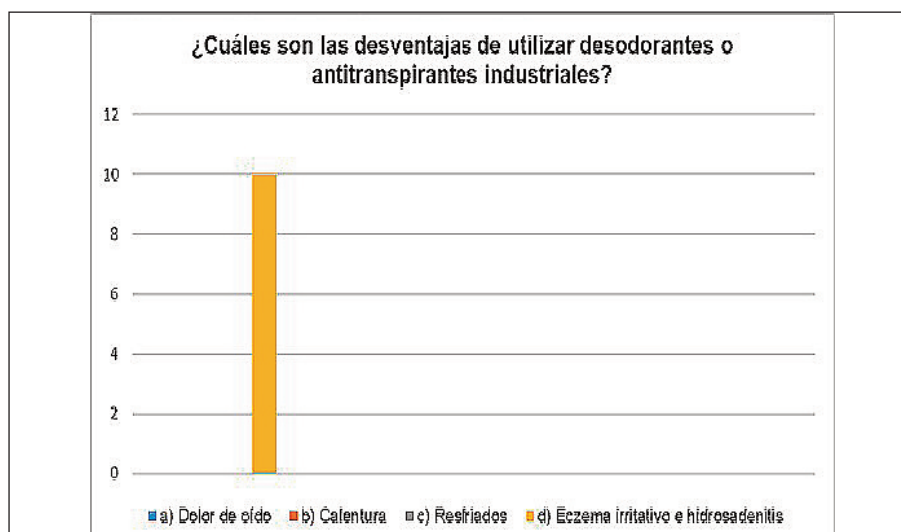
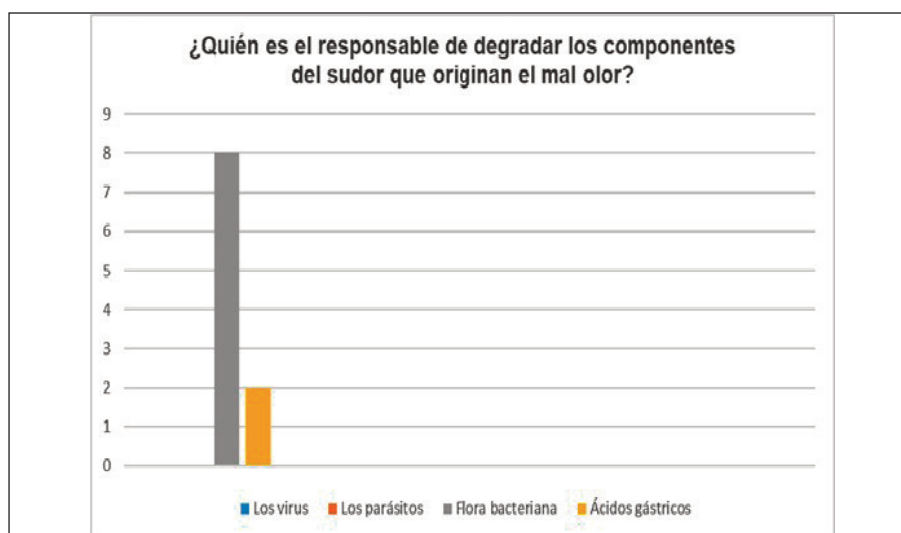
contienen los desodorantes tradicionales;

- son perfectos para pieles sensibles, ya que gracias a la combinación de ingredientes y aceites naturales se evita que se creen irritaciones o reacciones alérgicas en la piel.

Los ingredientes para fabricar un desodorante natural son diversos, entre los que se encuentran el aceite de coco, el bicarbonato de sodio, la maicena, la manteca de karité y la cera de abeja.

EXPERIMENTACIÓN





Materiales

- 4 cucharadas de bicarbonato de sodio;
- 4 cucharadas de Maizena;
- 6 cucharadas de aceite de coco natural;
- cuchara medidora;
- recipiente y
- espátula.

Procedimiento



1. Añade cuatro cucharadas de bicarbonato de sodio en el recipiente.
2. Vierte cuatro cucharadas de Maizena en el recipiente y mezcla.



3. Agrega seis cucharadas de aceite de coco natural.



4. Mezcla bien todos los ingredientes hasta obtener una consistencia cremosa.
5. Deposita la mezcla en un recipiente, está lista para usarse.



CONCLUSIÓN



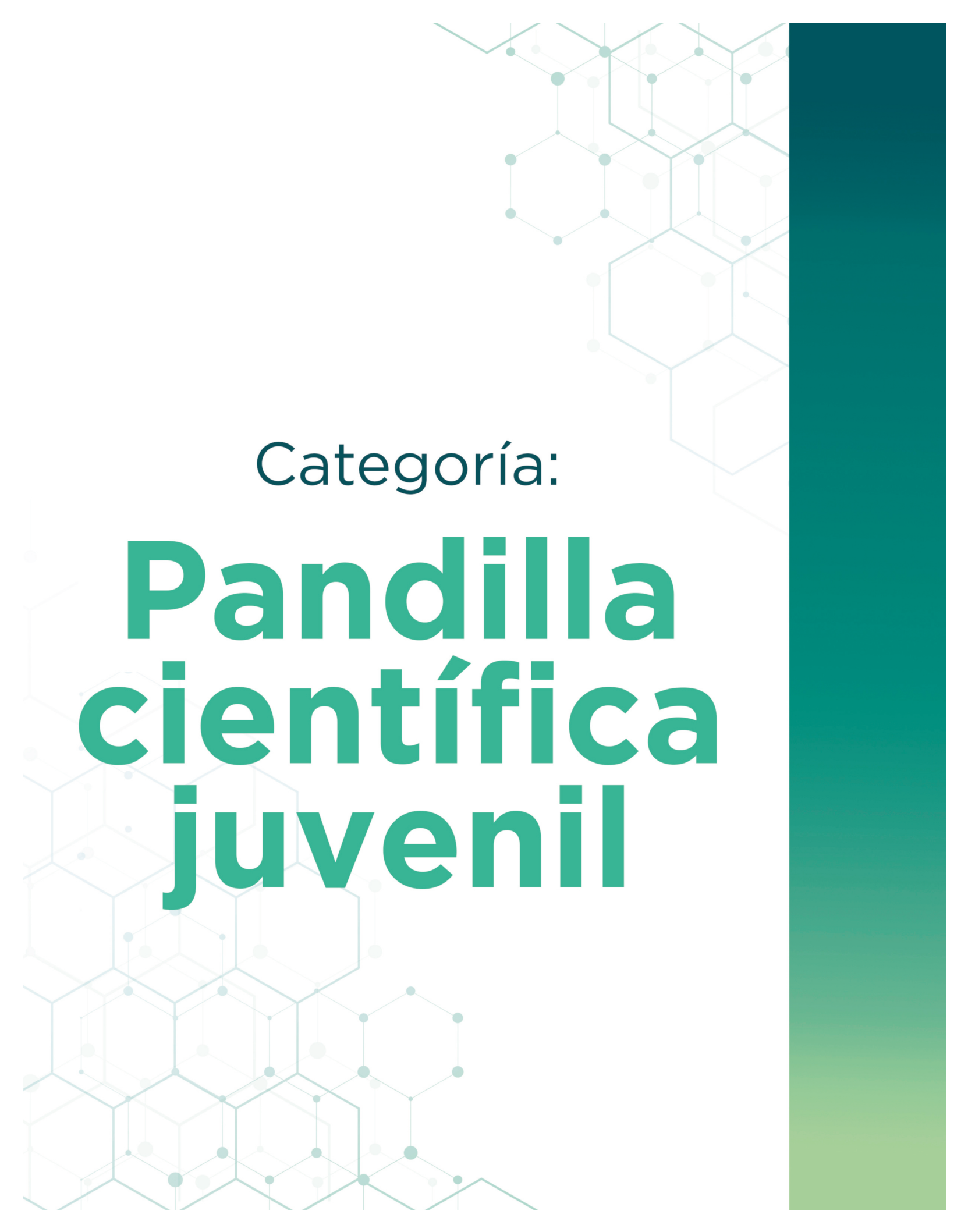
La necesidad de eliminar el mal olor nos lleva al uso de desodorantes, los cuales consiguen inhibir el crecimiento de la flora bacteriana con los compuestos químicos que contienen; estos han sido señalados como los causantes del cáncer de mama, afirmación que no se ha podido comprobar. De lo que sí son responsables es de reacciones alérgicas, dermatitis o irritaciones cutáneas.

Por lo cual el uso de desodorantes que contienen ingredientes naturales es una alternativa para la protección del mal olor. El bicarbonato de sodio es uno de los ingredientes utilizados en la elaboración del desodorante de este proyecto, entre los beneficios que brinda son el de exfoliante, aclara manchas cutáneas, los poros no quedan obstruidos pues no funciona como antitranspirante y principalmente regula el mal olor al combatir las bacterias que lo causan, por lo cual cumple con su función principal, que es combatir el mal olor.

BIBLIOGRAFÍA

- Desodorante.** (6 de diciembre de 2021). En Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Desodorante>
- Garrote, A., y Bonet, R.** (febrero de 2005). «Desodorantes y antitranspirantes. Propiedades, composición y formas farmacéuticas». ELSEVIER. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-de-sodorantes-antitranspirantes-13071461#:~:text=Sus%20principales%20representantes%20son%20las,importante%20reducci%C3%B3n%20de%20la%20transpiraci%C3%B3n>.
- Olguín Lacunza, Michel Alejandra.** (27 de octubre de 2020). «¿Los anti-transpirantes causan cáncer de mama?». UNAM global. Obtenido de <https://unamglobal.unam.mx/los-antitranspirantes-causan-cancer-de-mama/>.





Categoría:

Pandilla científica juvenil

Aitzya Donají Priego Calderón¹, Mónica Santiago Guzmán¹,
Aída Acosta Barrueta²

RESUMEN

Debido al incremento de temperaturas como consecuencia del cambio climático, la cosecha de alimentos y el crecimiento de plantas se han visto gravemente afectados. La tierra ya no es tan fértil y las sequías de la tierra están dañando la flora de nuestro planeta. Por ello, estamos proponiendo esta alternativa para el crecimiento de las plantas con luz artificial. Esta puede ser muy útil para el cultivo en poblaciones donde las condiciones no son adecuadas para ciertas plantas, permitiéndoles la oportunidad de dar vida a nuevas plantas en sus regiones. También puede ser una innovación en el espacio para que los astronautas puedan crear un ambiente con condiciones adecuadas para el desarrollo de la flora y les permita cultivar sus propios alimentos sin que pierdan sus nutrientes.

Palabras Clave: Huerto, alimentación, luz artificial

ABSTRACT:

Due to the increase in temperatures as a consequence of climate change, the harvest of food and the growth of plants have been seriously affected. The land is no longer so fertile and the droughts on the land are damaging the flora of our planet. For this reason, we are proposing this alternative for the growth of plants with artificial light. This can be very useful for cultivation in populations where conditions are not suitable for certain plants, allowing them

¹ Estudiantes del 3er. grado de secundaria, en la Escuela Activa Jean Piaget. Av. 27 de Febrero # 1801, Col. Atasta de Serra, C. P. 86100, Villahermosa, Tabasco.

² Asesora del proyecto.

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

aitzyapriegoc@jeanpiaget.edu.mx

monicasantiaog@jeanpiaget.edu.mx

Este artículo debe citarse como:

Priego-Calderón, A.D. & Santiago-Guzmán, M. (2023). Huertos artificiales. *Explorando la Ciencia: Finalistas de Expo-Ciencias. Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 29-34

the opportunity to give life to new plants in their regions. It can also be an innovation in space so that astronauts can create an environment with suitable conditions for the development of flora and allow them to grow their own food without losing their nutrients.

Key word: Orchard, food, artificial light

INTRODUCCIÓN

Uno de los sectores primarios más importantes en la actualidad, es la agricultura, siendo que en México es el responsable del 70 % del producto interno bruto (PIB). Gran parte de la razón es debido a las óptimas condiciones climáticas y ambientales de los diversos ecosistemas del estado mexicano; no obstante, ¿qué sucede si no existen las condiciones adecuadas para asegurar el crecimiento efectivo de los cultivos en zonas de agricultura?

JUSTIFICACIÓN

Debido a que hay muchas personas en el mundo que están sufriendo la escasez de alimentos, consideramos que la alternativa que nosotros proponemos podrá contribuir al objetivo dos de la Agenda 2030.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el crecimiento de las plantas se ha visto afectado por los fuertes rayos ultra violeta (UV) del sol, que han incrementado debido al cambio climático. Asimismo, los lugares con las condiciones que ciertas plantas necesitan para crecer se están deteriorando, haciendo que las tierras sean ahora infértiles y las plantas ya no se den en esos lugares.

HIPÓTESIS

Creemos que al pasar un mes de exposición bajo la luz artificial las plantas que estén en este deberían crecer a la misma altura que las plantas que se encuentren en condiciones naturales, demostrando que la luz artificial no afecta el crecimiento de las plantas, al contrario, las ayudan a crecer y nutrirse como si estuvieran creciendo naturalmente.

OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es ofrecerles una oportunidad a las personas que, por las condiciones climáticas de su localidad, no pueden cultivar plantas de manera natural y eficiente. La forma que proponemos es a través de un jardín artificial, es decir, que se produzcan las plantas sin la necesidad del sol o de un suelo adecuado.

MARCO TEÓRICO

Diversos autores especializados en plantas, como Ame Rodríguez, han explicado más a detalle nuestro planteamiento, señalando que: «La luz artificial para plantas de interior puede compensar la duración de los días, por ejemplo, en países que por su ubicación geográfica tengan un cambio muy marcado en la duración del día en ciertas épocas del año, o para compensar la completa ausencia de luz natural».

Asimismo, el maestro en ciencias Hugo Luis de los Santos López señaló en su documento «Efecto de la luz artificial en el crecimiento y contenido de fructanos en plantas jóvenes de *Agave potatorum* Zucc» que: «La fresa que ha sido cultivada hidropónicamente bajo luz azul, luz roja y rojo lejano muestra que la luz azul en el proceso vegetativo generó desarrollos más rápidos de la planta y que una vez que inició la floración, la mejor luz fue la luz roja acompañada de rojo lejano.»

Por otra parte, diversos autores participantes del Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas mencionaron en su documento «Requerimientos prácticos para implantar una fábrica de plantas casera HPFAL» que: «La luz roja y azul son longitudes de onda usados por las plantas para su crecimiento, los fitocromos tienen sus picos de sensibilidad en la región roja (660 nm) e infrarroja (730 nm) y entre las respuestas fisiológicas donde se involucran están la expansión de la hoja, percepción de vecinos, evitar la sombra, elongación del tallo, germinación de la semilla y la inducción de la floración».

PROCESO METODOLÓGICO

1. Diseñar el prototipo del jardín artificial.
 - 1.1. Utilizar cartón para la estructura del huerto.
 - 1.2. Usar un plato o maceta a modo de base para colocar la tierra y el agua.
 - 1.3. Pegar luces rojas y azules en la estructura del cartón.
2. Diseñar un sistema de riego sencillo.
 - 2.1. Cortar la mitad superior de una botella de plástico de cualquier medida.
 - 2.2. Insertar un tornillo pequeño en el centro de la tapa de la botella.
 - 2.2.1. Si al colocar agua en la parte superior de la botella, esta gotea por lapsos de tiempo muy cortos, colocar un cuadro de cinta masking tape en la zona donde se encuentra el tornillo.
 - 2.3. Introducir sistema de riego en el huerto, preferiblemente en el centro.

3. Colocar la tierra en la base del huerto.

3.1. Sembrar las semillas o plantas en la tierra.

3.2. Poner en funcionamiento el sistema de riego.

3.3. Encender las luces del huerto.

3.4. Colocar el huerto en un lugar donde pueda recibir aire.

RESULTADOS

Si bien el proyecto aún sigue en proceso y los resultados esperados todavía no han llegado, hemos podido notar un crecimiento notable en las plantas que fueron sometidas a nuestro experimento, revelando parcialmente que el prototipo tiene el potencial para ser eficaz.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con las pruebas que hicimos nos dimos cuenta de lo siguiente:

- Las plantas pueden brotar en diferentes condiciones, luz, oscuridad, calor, etc.
- Mantener las plantas vivas es cuestión de mantenerlas en presencia de oxígeno, agua y luz.
- El uso de luces artificiales sustituye los rayos ultravioleta del sol y los rayos de la luna, los cuales se pueden adaptar a invernaderos o a huertos hechos en casa.

Futuras líneas de investigación

Para darle continuidad a nuestro proyecto, planeamos usar otros colores pertenecientes al espectro de la luz, con el fin de comprobar si es igual de eficiente usarlos como lo son con el rojo y el azul.

Por otra parte, además de experimentar con otros colores de la luz, buscamos plantar otras especies de plantas, como flores o plantas frutales, para conocer si este modelo de crecimiento puede funcionar con otra flora además de plantas comunes.

CONCLUSIONES

Mediante este proyecto queremos contribuir a una forma segura del cuidado de las plantas, ya que con las otras pruebas que hicimos vimos que las plantas no se mantuvieron vivas y en buenas condiciones, aun cuando habían brotado las semillas.

BIBLIOGRAFÍA

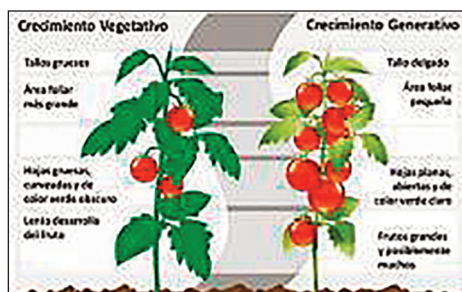
Be. Green ¿Puede la luz artificial ayudar a hacer crecer tus plantas?

<https://be.green/es/blog/puede-la-luz-artificial-ayudar-a-hacer-certus#toc-1>

De los Santos López, Hugo Luis. Efecto de la luz artificial en el crecimiento y contenido de fructanos en plantas jóvenes de *Agave potatorum* Zucc. (Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias). CIIDIR Oaxaca. http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/bitstream/LITER_CIIDIROAX/415/1/De%20los%20Santos%20L%20c%20b3pez%20H.%20L.%20c%20202019.pdf

Flores Velázquez, Jorge, et al. (2021). «Requerimientos prácticos para implantar una fábrica de plantas casera (HPFAL)» <https://www.riego.mx/congresos/comeii2021/files/ponencias/extenso/COMEII-21019.pdf>

ANEXOS



Color	Rango espectro (nm)	Efectos
Ultravioleta	290-400	• Prevención de enfermedades • Defensa contra plagas • Manipulación de metabolismo secundario
Azul	400-500	• Promueve la síntesis de clorofila • Apertura de estomas • Control de ritmos circadianos • Control fotoperiódico • Interacción con etileno y fitohormonas • Estimulación del crecimiento apical • Aumento de actividad enzimática y producción de aceites • Aumento en la producción de proteínas
Verde	500-560	• Disminuye crecimiento si se usa una gran proporción de la radiación • Control de carotenos • Promueve metabolismo de carbohidratos y aminoácidos
Rojos	600-700	• Elongación de los entrenudos • Incremento masa seca en tallo y hojas • Tiene la mayor eficiencia en conversión de energía • Relaciona con el rojo lejano para medir fotoperíodos
Rojos lejanos	700-740	• Etilación • Control fotoperíodo



Gomitas de fruta elaboradas con endulzante natural de *Siraitia grosvenorii*



Renata Román Tosca¹, Úrsula Chávez Rodríguez¹ y Rosa Cecilia Gómez May².

RESUMEN

El proyecto consiste en la elaboración de gomitas de fruta utilizando un endulzante natural extraído de la planta *Siraitia grosvenorii*, también conocida como fruta del monje. Esta planta produce una sustancia llamada mogrósido, que tiene un sabor dulce intenso, pero sin calorías, lo que la convierte en una alternativa saludable. Para elaborar las gomitas de fruta se combina pulpa de frutas frescas con gelatina y se agrega la cantidad necesaria de mogrósidos para lograr la dulzura deseada. La mezcla se vierte en moldes y se deja enfriar hasta que las gomitas adquieran su textura característica. El objetivo de este proyecto fue desarrollar y ofrecer una opción más saludable y natural para aquellos que buscan reducir su consumo de azúcar refinada y edulcorantes artificiales. Además, el uso del endulzante natural de *Siraitia grosvenorii* también tiene beneficios potenciales para la salud, ya que se ha demostrado que puede ayudar a controlar los niveles de azúcar en la sangre y reducir la inflamación en el cuerpo.

Palabras clave: Fruta del monje, mogrósido, gomitas

ABSTRACT

The project involves the production of fruit gummies using a natural sweetener extracted from the *Siraitia grosvenorii* plant, also known as monk fruit. This plant produces a substance

¹ Rstudentes de secundaria del Colegio Irlandés. Av. Paseo Usumacinta s/n, 1ra. sección Saloya, Nacajuca, Tabasco, C.P. 86220.

² Asesora del proyecto.

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

ursula@colegioirlandesvhhsa.edu.mx,
renata3@colegioirlandesvhhsa.edu.mx

Este artículo debe citarse como:

Román-Tosca, R. & Chávez-Rodríguez, U. (2023). Gomitas de fruta elaboradas con endulzante natural de *Siraitia grosvenorii*. *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 35-44

called mogrosides, which has an intense sweet taste, but without calories, making it a healthy alternative. To make the fruit gummies, fresh fruit pulp is combined with gelatin and the necessary amount of mogrosides is added to achieve the desired sweetness. The mixture is poured into molds and left to cool until the gummies acquire their characteristic texture. The goal of this project was to develop and offer a healthier and more natural option for those looking to reduce their consumption of refined sugar and artificial sweeteners. Additionally, the use of the natural sweetener from *Siraitia grosvenorii* also has potential health benefits, as it has been shown to help control blood sugar levels and reduce inflammation in the body.

Key words: Monk fruit, mogrosides, gummies

INTRODUCCIÓN

México es reconocido a nivel mundial como un país que posee una gran diversidad biológica y cultural. En sus diversas manifestaciones culturales, la gran variedad de platillos tradicionales forma parte de la gastronomía mexicana, legado de nuestros antepasados. Asimismo, los dulces típicos elaborados de manera artesanal forman parte de una gran tradición desde hace varios siglos.

Dentro de la gran variedad de dulces consumidos por la población mexicana, se emplean para su elaboración edulcorantes, que tienen la finalidad de proporcionar un sabor dulce a estos. Sin embargo, estudios han determinado que los edulcorantes están asociados con múltiples patologías como la obesidad, diabetes, caries dental, enfermedades cardiovasculares, entre otras.

El presente proyecto pretende mostrar una alternativa de *snack* para todas las edades, elaborado a partir de un endulzante natural proveniente del *Siraitia grosvenorii*, conocido como la fruta del monje.

JUSTIFICACIÓN

En México, casi el 90 % de las golosinas son dirigidas hacia la población infantil y en el estado de Tabasco el 95 % de los niños las consumen de manera no moderada. En la elaboración de éstas, se emplean edulcorantes no saludables que pueden generar diversas patologías al consumirse en exceso.

La finalidad de este trabajo es presentar una gomita elaborada con fruta natural, empleando como endulzante natural *Siraitia grosvenorii*, el cual diversos estudios han demostrado tener múltiples beneficios.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los dulces forman parte del consumo alimenticio de la población mexicana desde la infancia. Sin embargo, su consumo de manera exagerada puede ge-

nerar diversas patologías a largo plazo, aumentando el porcentaje poblacional que padece numerosas enfermedades.

HIPÓTESIS

La elaboración de un *snack* saludable (gomitas de frutas con endulzante natural) permitirá que personas de diversas edades puedan consumirla de manera adecuada, sin contribuir al desarrollo de enfermedades como la obesidad, diabetes, entre otros.

Objetivo general

Elaborar unas gomitas con fruta natural empleando como endulzante natural *Siraitia grosvenorii*, conocida como la fruta del monje.

MARCO TEÓRICO

¿Qué son los dulces?

El dulce es uno de los cinco sabores básicos y de los únicos que es aceptado de manera global por todas las culturas y etnias de la tierra como uno de los sabores más placenteros. Se detecta principalmente en las papilas gustativas de la punta de la lengua.

Los alimentos que poseen un alto contenido de carbohidratos son percibidos como dulces y a los saborizantes artificiales encargados de proporcionar el sabor dulce se les denomina edulcorantes. Los alimentos dulces suelen formar parte de la alimentación humana en los postres y de los desayunos.



Imagen 1. Paletas de caramelo artesanal

Dulces tradicionales mexicanos México ocupa el segundo lugar en Latinoamérica en el consumo de dulces, superado solo por Brasil, según datos de la Cámara de la Industria Alimenticia.

Los dulces típicos mexicanos son parte importante de nuestra gastronomía; su aroma, textura y sabor incorporan tradiciones prehispánicas y coloniales. En México existe una gran variedad de dulces típicos que varían de una región a otra, muchos de ellos son elaborados artesanalmente y son emblemáticos de la cultura mexicana. Con la llegada de los españoles, la cultura indígena se mezcló con nuevas costumbres, tradiciones y sabores. Muestra de ello es la comida mexicana, la cual es considerada una de las más variadas y ricas del mundo. La elaboración de los dulces tradicionales mexicanos forma parte de esta gran riqueza culinaria.

Imagen 2. Dulces típicos tradicionales



Enfermedades asociadas con el consumo de azúcar

Nuestro cuerpo necesita un tipo de azúcar llamado glucosa, el cual es

una fuente importante de combustible para el cuerpo humano. El cuerpo humano puede extraer la glucosa de los azúcares y de los carbohidratos de los alimentos, además de producirse a través del hígado.

Los azúcares aportan 4 kcal/g y se encuentran disponibles en productos como bebidas azucaradas, golosinas, bizcochos, dulces. Además, algunos azúcares se encuentran en las frutas. Las células que dependen de la glucosa como combustible oxidante son las del sistema nervioso central (SNC), el cerebro y aquellas que dependen de la glucólisis (glóbulos rojos, blancos y médula renal). Actualmente se evidencia la relación entre el consumo de alimentos altos en azúcares y el impacto en la salud en todo el mundo. El azúcar en sí no es malo, sino porque se consume demasiado.

El consumo elevado de azúcares se asocia con diferentes alteraciones fisiológicas y metabólicas como sobrepeso, obesidad, alteraciones hepáticas, desórdenes del comportamiento, diabetes, hiperlipidemia, enfermedades cardiovasculares, hígado graso, algunos tipos de cáncer y caries dental. Además, el consumo de azúcares puede contribuir al desarrollo de alteraciones como la hiperactividad, el síndrome premenstrual y las enfermedades mentales.

En un estudio realizado por la Asociación Nacional de Confiteros (NCA por sus siglas en inglés) se encontró que 41 % de los estadounidenses consume al menos una golosina al día. En México, la Cámara de la Industria Alimenticia de Jalisco informó que casi un 90 % de la producción de golosinas se dirige al consumidor infantil. Especialistas han advertido que, en el estado de Tabasco, 95 de cada 100 niños tienen problemas de caries, principalmente por el consumo de golosinas y mala higiene bucal.

Reconociendo el impacto en la salud del consumo de azúcares, es necesario considerar la regulación de su contenido en los productos procesados.

Imagen 3. Medicamentos para el control de diversas patologías



Imagen 4. Budistas de la dinastía Tang



***Siraitia grosvenorii*: fruta del monje**

El nombre científico de la planta denominada como fruta del monje es *Siraitia grosvenorii*; se dice que se le dio su nombre por los monjes budistas que cultivaron la fruta hace más de ocho siglos en las regiones montañosas del sur de China.

Siraitia grosvenorii es conocido también como Luo Han Guo (LHG) o fruta del monje. La planta es una enredadera perenne de la familia Cucurbitaceae que produce un fruto verde pequeño y redondo, plantada en la provincia china de Guangxi, que produce edulcorantes de alta potencia cada vez más populares en la indus-

tria alimentaria como aditivos en bebidas o alimentos bajos en calorías.

LHG ha sido utilizado tradicionalmente durante miles de años por los chinos para hacer bebidas calientes para el tratamiento del dolor de garganta y la eliminación de la flema.

Los mogrósidos de *Siraitia grosvenorii*

Las estructuras químicas de los componentes del edulcorante que se encuentran en la fruta se denominan mogrósidos, lo que le otorga a la fruta su dulzura extrema, ya que es 250 veces más dulce que el azúcar de mesa y no afecta los niveles de glucosa en la sangre.

El mogrósido IVE, un glucósido triterpenoide de la fruta, consiste en una aglicona y cuatro grupos de glucosa. Sin embargo, a pesar de la presencia de residuos de glucosa, el mogrósido IVE ejerce un efecto antihiper glucémico.

Estudios efectuados con humanos investigaron el efecto del extracto de la fruta en los niveles de glucosa en la sangre y en las enzimas hepáticas, demostrando que el extracto no produce ningún cambio.

Hay diversos estudios que revelan que los extractos de mogrósidos pueden inhibir la inflamación ya que ayudan a evitar el daño de los radicales libres que son causantes de algunos tipos de cáncer. Un estudio realizado en el 2016, encontró que el extracto de la fruta ha demostrado actividad antitumoral ante el cáncer colorrectal y el cáncer de garganta.

Hoy en día, los ingredientes y aditivos son estrictamente estudiados, regulados y controlados. Durante este proceso se le denomina como GRAS (acrónimo de generalmente reconocido como seguro) aquellos en que la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de EUA por sus siglas en inglés) aprueba ciertas sustancias que son agregadas como seguras.

La FDA reconoció los mogrósidos como GRAS y aprobó su uso como edulcorantes alimentarios de uso general, lo que indica su seguridad como agentes farmacológicos.

Beneficios de *Siraitia grosvenorii*

Actualmente, existen múltiples edulcorantes, como el azúcar de coco, la miel y el agave, los cuales poseen alto índice glucémico y calorías.

Aunque los profesionales de la Medicina Tradicional China (MTC) han utilizado durante siglos la fruta del monje, los fabricantes se han centrado más recientemente en su potencial como edulcorante.

La fruta del monje, monk fruit o Luo Han Guo, es capaz de endulzar sin aportar calorías. Además, contribuye a diversos beneficios:



Imagen 5. Planta *Siraitia grosvenorii*



Imagen 6. Fruto de *Siraitia grosvenorii*

1. Seguro para la diabetes. Su dulzura se obtiene de compuestos llamados mogrósidos, que no aumentan los niveles de azúcar en la sangre.
2. Pérdida de peso. No contiene calorías, carbohidratos ni grasas.
3. Propiedades antiinflamatorias.

La FDA reconoce que la fruta es segura para todos los consumidores, incluidas las personas embarazadas y los niños. La fruta del monje ha llamado la atención de las personas que buscan alimentos bajos en azúcar, incluidas las personas con diabetes.

Al recordar que la diabetes y las enfermedades en el corazón y los vasos sanguíneos son enfermedades sin cura y solo se pueden llevar con tratamientos adecuados, estas gomitas son una buena opción para un pequeño *snack*.

PROCESO METODOLÓGICO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la elaboración de las gomitas se utilizaron los siguientes materiales:

- *125 gr de fresas naturales
- *20 gr de grenetina
- *90 gr de agua
- *3 cucharadas de fruta del monje en polvo
- *1 cucharada de ácido cítrico o limón (opcional).

Con los materiales enlistados se procedió a preparar las gomitas:

- 1.- Primero, se deben lavar las fresas para desinfectarlas. Enseguida, se debe retirar las hojas de cáliz de todas las fresas.
- 2.- Después, se deben triturar las fresas, hasta obtener una mezcla homogénea. Reservar.
- 3.- Se calienta agua en una olla, a fuego medio.
- 4.- Posteriormente, se añade la fruta del monje hasta disolver.
- 5.- A continuación, se agrega la grenetina y el ácido cítrico o limón (opcional). Revolver hasta disolver completamente.
- 6.- Retirar del fuego y añadir la mezcla de las fresas trituradas.
- 7.- Colocar en recipientes de silicona y guardar en el refrigerador, hasta adquirir la consistencia de gomita.

RESULTADOS

Conforme al procedimiento anteriormente descrito, se obtuvieron gomitas

que presentaron muy buena consistencia. A simple vista, se observaron de un color rosa claro.

Además, las gomitas exhibieron un ligero sabor ácido, así como el de las fresas empleadas. Una característica importante es que no poseen un exceso de azúcares en su superficie, como las gomitas que comúnmente conocemos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

Siguiendo el proceso de elaboración de las gomitas, se obtuvieron dulces con una buena calidad, ya que poseían excelente consistencia y sabor.

Además, la gomita fue degustada por alumnos y maestros del Colegio Irlandés que consideraron que las gomitas poseen un agradable sabor.

Actualmente, con los estudios documentados en la literatura sobre el extracto de la fruta del monje, nos da la oportunidad de ofrecer un snack saludable a población estudiantil de nuestra institución, que no va a contribuir a largo plazo al desarrollo de enfermedades relacionadas con el consumo de dulces, entre ellos las gomitas.

Futuras líneas de investigación

*Elaborar gomitas con pulpa de otras frutas naturales.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de esta primera etapa, hemos podido obtener unas gomitas de buen aspecto, sabor agradable y con la consistencia similar a las gomitas comerciales.

Además, ha sido bien aceptada dentro de la población que realizó la degustación de estas.

Como se ha mencionado, los resultados de estudios en la fruta del monje han demostrado que no afecta en el aumento de los niveles de la glucosa en la sangre, asimismo se le ha atribuido otras propiedades benéficas en pro de la salud.

Teniendo esto en mente, consideramos que las gomitas elaboradas con frutas naturales y con este endulzante será una buena opción para aquellas personas que deseen degustar de un pequeño snack.

BIBLIOGRAFÍA

Alimentos dulces: Cómo los azúcares y los edulcorantes afectan su salud. (agosto, 2019). Instituto Nacional de Salud. <https://salud.nih.gov/recursos-de-salud/nih-noticias-de-salud/alimentos-dulces>



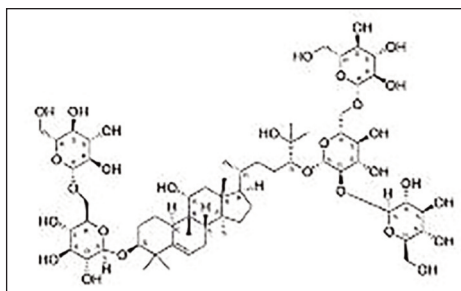
Imagen 7. Fresas naturales empleadas en las gomitas



Imagen 8. Gomitas de fresas endulzadas con fruta del monje

- El Periódico de México.** (90 % de la producción de golosinas está enfocada en los niños. El Periódico de México. Publicación: 31-07-2013. <https://elperiodicodemexico.com/nota.php?id=689762>
- Liu C, Dai L, Liu Y, Rong L, Dou D, Sun Y, Ma L.** (2016). Antiproliferative activity of triterpene glycoside nutrient from monk fruit in colorectal cancer and throat cancer. *Nutrientes*. Vol. 8 (6):360. DOI: 10.3390/NU8060360. PMID: 27304964; PMCID: PMC4924201.
- Lusting RH, Schmidt LA, Brindis CD.** (2012). The toxic truth about Cabezas-Zabala, C. C., Hernández-Torres, B. C., Vargas Zárate, M. (2016) Sugars Added in Food: Health Effects and Global Regulation. *Rev. Fac. Med.* Vol. 64(2): 319-329. <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n2.52143>.
- Partearroyo, Teresa, Sánchez Campayo, Elena, & Varela Moreiras, Gregorio.** (2013). El azúcar en los distintos ciclos de la vida: desde la infancia hasta la vejez. *Nutrición Hospitalaria*, Vol. 28 (Supl. 4): 40-47.
- Por comer golosinas** sufren caries 95 % de niños en Tabasco. Tabasco hoy. Publicación: lunes 5 de diciembre de 2022. Página 9.
- Rong Di, Mou-Tuan Huang, and Chi-Tang Ho** (2011). Antiinflammatory activities of mogrosides from *Momordica grosvenori* in murine macrophages and a murine ear edema model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* Vol. 59 (13), 7474-7481. DOI: 10.1021/jf201207m
- Santana-Esther, Zocchi-Mercedes.** Alimentos con reconocimiento seguro seguro. *The Food Tech*. <https://thefoodtech.com/historico/alimentos-con-reconocimiento-seguro/#:~:text=GRAS%20es%20el%20acr%C3%B3nimo%20de,GRAS%20son%20evidencia%20completa%20cient%C3%ADficamente>.
- Younes M, Aquilina G, Engel KH, Fowler P, Frutos Fernández MJ, Fürst P, Gürtler R, Gundert-Remy U, Husøy T, Mennes W, Moldeus P, Oskarsson A, Shah R, Waalkens-Berendsen I, Wölflle D, Degen G, Herman L, Gott D, Leblanc JC, Giarola A, Rincon AM, Tard A, Castle L.** (2019) Safety of use of Monk fruit extract as a food additive in different food categories. *EFSA J*. Vol. 17(12): e05921. doi: 10.2903/j.efsa.2019.5921. PMID: 32626208; PMCID: PMC7008860.
- Zia Sherrell, M. P. H.** (2021). Monk fruit: Benefits, how to eat, and more. *Medical News Today*. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/monk-fruit-benefits>

ANEXOS







Categoría:

Media superior

C.B.S.I. (Control Biológico del *Struthanthus Interruptus*)



Dania López Méndez¹, Angelica Méndez Ramos¹ y Rafael Cruz Cruz²

RESUMEN

Las plantas parásitas como comúnmente se conocen son las causantes de grandes pérdidas de diferentes especies de árboles frutales y no frutales, las cuales causan daños a la flora de diferentes regiones del país así como de nuestras comunidades; sus efectos van más allá, ya que afectan cultivos de naranjas, limones, mangos entre otros que se cultivan en nuestra región, esto representa una pérdida económica para los agricultores que se ven afectados por este tipo de plantas parásitas como lo es el muérdago *Struthanthus Interruptus*.

En la comunidad de «El porvenir» los agricultores para contrarrestar los efectos de estas plantas parásitas realizan la poda de las ramas de los árboles para así quitar esta especie de enredaderas que se forma sobre las ramas de estos, pero este método no es tan recomendado, debido a que los árboles bajan su producción de sus frutos. Con la presente investigación se presenta una opción de control con sustancias biológicas a partir de sustratos de plantas de la región con características herbicidas como lo presenta el proyecto, que busca controlar, disminuir y evitar el crecimiento de las plantas parásitas. Inyectando al tronco del hospedante pequeñas cápsulas, éstas son depositadas en sus raíces y de una manera foliar en las ramas en las que se localizan las plantas parásitas para que se tenga un mayor control de éstas. El presente proyecto busca a través de pruebas y análisis evaluar la efectividad de las sustancias biológicas sobre las plantas pará-

¹ Estudiantes del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tabasco (CECYTE). Plantel No. 6, Fraccionamiento Cañales, H. Cárdenas, Tabasco. C.P. 86490.

² Asesor del proyecto.

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

danielopezmendez6@Gmail.com
angelicamendez98@gmail.com
rafitacc22@hotmail.com

Este artículo debe citarse como:

López-Méndez, D. & Méndez-Ramos, A. (2023). C.B.S.I. *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 47-57.

sitas durante los periodos de aplicación donde se ha observado la caída de las hojas y cambio de coloración en los tallos y disminución en el proceso de crecimiento de las plantas parásitas.

Palabras clave: Muérdago, especies, árboles, árboles frutales, hospedante.

ABSTRACT:

The parasitic plants as they are commonly known are the cause of great losses of different species of fruit and non-fruit trees, which cause damage to the flora of different regions of the country as well as our communities; their effects go further, since they affect crops of oranges, lemons, mangoes among others that are grown in our region, this represents an economic loss for farmers who are affected by such parasitic plants as is the mistletoe *Struthanthus Interruptus*.

In the community of «El Porvenir» farmers to counteract the effects of these parasitic plants perform pruning of the branches of the trees to remove this species of vines that forms on the branches of these, but this method is not so recommended, because the trees lower their production of their fruits. With the present research presents an option of control from biological substances from substrates of plants of the region with herbicidal characteristics as presented by the project, which seeks to control, reduce and prevent the growth of parasitic plants. Injecting the trunk of the host small capsules, in the same way they are deposited in their roots and in a foliar way in the branches with the parasitic plants are located so that they have greater control of these.

The present project seeks through tests and analysis to evaluate the effectiveness of biological substances on parasitic plants during the periods of application where it has been observed the fall of the leaves and change of coloration in the stems and decrease in the growth process of the parasitic plants.

Key words: Mistletoe, species, trees, fruit trees, host.

INTRODUCCIÓN

El campo mexicano se caracteriza por poseer gran diversidad de especies de árboles frutales los cuales son cultivados y aprovechados por los agricultores. Pero existe una especie de plantas parásitas o muérdagos las cuales son llevadas o transportadas por las aves y estas las depositan en sus heces fecales en los árboles, este tipo de plantas crecen y se alimentan de la savia del huésped (árboles o pequeños arbustos) donde obtienen todos sus nutrientes

como sales minerales, aguas para poder sobrevivir, provocando la muerte a muchos árboles frutales.

El presente proyecto Control Biológico del *Struthanthus Interruptus* (C.B.S.I) presenta una alternativa de control biológico, a partir de sustratos de plantas nativas de la región las cuales controlan, disminuyen y evitan el crecimiento de estas sin afectar al huésped y aportante nutrientes para su recuperación.

HIPÓTESIS

Debido al aumento de la mortandad de árboles a causa de las plantas parásitas, podrían estas ser controladas por un sustrato orgánico obtenido a partir de plantas con características de herbicidas.

OBJETIVO GENERAL

Proponer estrategias para controlar el crecimiento de las plantas parásitas en árboles frutales con la aplicación de un sustrato orgánico con características de herbicidas el cual es obtenido a partir de plantas nativas de la región.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las condiciones de los árboles infectados de plantas parásitas en la comunidad del «El Porvenir», del municipio de Cárdenas, Tabasco.
2. Analizar las alternativas y mejores prácticas para la fumigación foliar en los árboles identificados con parásitos.
3. Proponer el uso de dosificaciones del sustrato por medio de una fumigación foliar a los árboles infectados y realizar perforaciones en sus tallos para introducir cápsulas con el control biológico.

JUSTIFICACIÓN

Las plantas parásitas han provocado grandes pérdidas en los bosques naturales, de igual forma han ocasionado pérdidas en plantaciones de árboles frutales que a su vez representa pérdidas económicas para los agricultores que cada vez se vuelve más complicado para sus cultivos. Con el presente proyecto C.B.S.I se busca una alternativa de control biológico para los muérdagos con un sustrato orgánico que no tenga efectos secundarios para los hospedantes y con el medio ambiente, que sea de fácil acceso para los agricultores y que sea efectivo para el control de dichas plantas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los árboles ofrecen una gran cantidad de beneficios ambientales, sociales, científicos y económicos que mejoran la calidad de vida de sus habitantes y demás seres vivos que conviven entre sí. Son fundamentales en la captación de agua, proporcionan oxígeno limpio, disminuyen la erosión, son captadores de sustancias contaminantes, dan protección y alimentación a la fauna silvestre; éstos son solo algunos de los beneficios que ellos aportan al medio. En las últimas décadas se han visto afectados severamente por las plantas parásitas que afectan su crecimiento y en algunas ocasiones hasta llevarlos a la muerte. Debido a estas condiciones que prevalecen en el campo y que afecta a los agricultores, bajo estas circunstancias proponemos el proyecto C.B.S.I como una opción para el control de las plantas parásitas basado en un sustrato orgánico de origen vegetal.

MARCO TEÓRICO

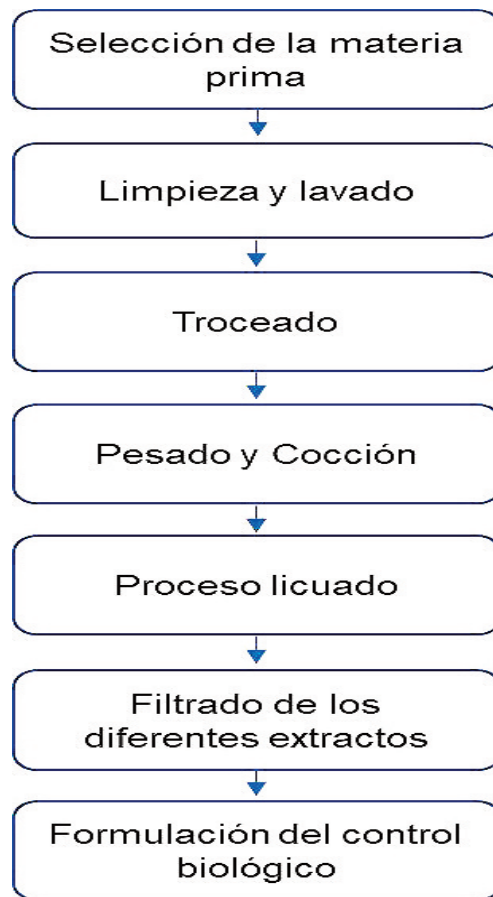
Los muérdagos son de la familia Loranthaceae, donde forman parte más de 30 géneros, con alrededor de mil especies del mismo, que se encuentren distribuidas en las zonas forestales, tropicales y templadas, algunas de Europa y otras de América (Fomento Ecológico y Social A.C., 2017).

Los muérdagos son parte de la familia Loranthaceae que contiene cerca de 30 géneros con unas 1000 especies, ampliamente distribuidas en los diferentes ecosistemas, con base en las condiciones de cada continente. En el país las plantas parásitas de la familia Loranthaceae y Viscaceae se muestran en casi todos los ecosistemas naturales (Generalitat Valenciana, 2009). De esta forma, cuando la semilla se adhiere a la rama del hospedero, se inicia a producir en las estructuras una especie de penetración denominada haustorios, que representan raíces que han sido modificadas (Fomento Ecológico y Social A.C., 2017).

La mayoría de los taxa son plantas dioicas, las plantas femeninas tienen flores pequeñas de color blanco o amarillo y forman una semilla de color rojo, las flores de las plantas masculinas producen granos de polen trilobado y ambas forman tallos que son fácilmente visibles sobre sus hospederos (SEMARNAT, 2010).

Los muérdagos, han causado magnas pérdidas en bosques del país. Los géneros *Arceuthobium* y *Phoradendron* han recogido pérdidas por más de dos millones de metros cúbicos de madera en México (Alvarado Rosales & Saavedra Romero, 2016).

DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO.



MÉTODO EXPERIMENTAL

Selección de las plantas que contienen propiedades antibacterianas antifúngicas, antivirales, bactericidas y antimicóticos como son las plantas de Neem, capsaicina de chile habanero y Cundeamor o Melón Amargo. (ver Fig. 1)

Toda la materia prima es sometida a un proceso de limpieza para quitar las partes dañadas y así poder tener una mejor calidad en el producto. (ver Fig. 2)

Etapa de pesado y de troceado para obtener fragmentos más pequeños para así poder extraer sus componentes más fáciles. (ver Fig. 3)

Se realiza una etapa de cocción con agua potable durante 60 minutos para la obtención de sus componentes. (ver Fig. 4)



Fig. 1 Obtenida en la investigación



Fig. 2 Obtenida en la investigación



Fig. 3 Obtenida en la investigación



Fig. 4 Obtenida en la investigación



Fig. 5 Obtenida en la investigación



Fig. 6 Obtenida en la investigación



Fig. 7 Obtenida en la investigación



Fig. 8 Obtenida en la investigación

Después de la cocción son sometidas a un proceso de trituración en licuadoras industriales para obtener mayor concentración de los extractos. (ver Fig. 5)

La etapa de filtrado se realiza para obtener los componentes libres de sedimentación, para poder realizar una mezcla totalmente homogénea al momento de la formulación y así evitar que en la aplicación por aspersión de la sustancia biológica, ésta no tape los conductos de las bombas. (ver Fig. 6)

Cuando se encuentran los extractos de Neem, Capsaicina y Cundiamor son formulados con diferentes porcentajes para su aplicación ya sea en forma de cápsulas y en forma líquida por aspersión. (ver Fig. 7)

Se han realizado diferentes tipos de aplicaciones en árboles contaminados con plantas parásitas con diferentes concentraciones durante varios meses. (ver Figs. 8, 9 y 10)

Durante la etapa de experimentación los resultados han sido muy alentadores, se ha visto el efecto paulatinamente en la disminución del crecimiento de las plantas parásitas con el cambio de coloración de sus hojas. (ver Fig. 11)

RESULTADOS

Durante la aplicación de C.B.S.I, pudimos observar que este causó un amarillamiento en las hojas y cambio de coloración en las plantas parásitas y disminución en su crecimiento. Mientras a la planta huésped no causó ningún daño ni en las perforaciones que se realizaron a nivel del tallo las cuales presenta una recuperación a la perforación.

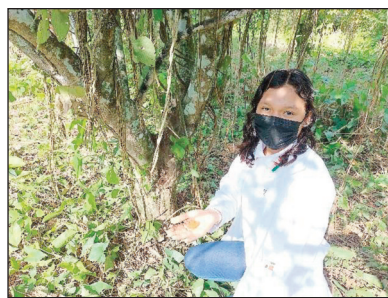


Fig. 9 Obtenida en la investigación



Fig. 10 Obtenida en la investigación



Fig. 11 Obtenida en la investigación



Fig. 12 Obtenida en la investigación



Fig. 13 Obtenida en la investigación



Fig. 14 Obtenida en la investigación

El proceso de aplicación de C.B.S.I presentó diferentes resultados dependiendo la concentración de cada uno de los componentes, pero estos sin causar algún daño de alteración en las plantas afectadas por el muérdago. (ver Figs. 12 y 13)

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En el proceso de investigación de campo y aplicación de pruebas se ha observado disminución en la densidad del follaje del muérdago.

De igual forma consideramos que es importante ver la edad del muérdago para su tratamiento, ya sea de manera continua o temporal.

La hora de aplicación y las condiciones climáticas son muy importantes tenerlas en consideración para su aplicación. (ver Fig. 14)

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Realizar un muestreo más amplio bajo un seguimiento continuo.

Plantear diferente formulación para cada etapa de crecimiento de los muérdagos

CONCLUSIONES

El proyecto C.B.S.I es una alternativa que permite el control de las plantas parásitas al disminuir y retrasar su crecimiento además de no presentar algún daño al medio ambiente y a los frutos de las plantaciones agrícolas por ser de origen natural.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Rosales, D., & Saavedra Romero, L.** (2016). Estado del arte de las plantas parásitas en México. Estado de México: Colegio de Postgraduados.
- Fomento Ecológico y Social A.C.** (2017). Diseño de un plan de monitoreo y control de 5 Especies Exóticas Invasoras (EEI) en la reserva de la biosfera Los Tuxtlas. Veracruz: Proyecto GEF-PNUD 089333.
- Generalitat Valenciana.** (octubre de 2009). Generalitat Valenciana. Obtenido de Plan de actuación integral para el control de muerdago en el Monte Sant Joan de Penyagolosa: https://mediambient.gva.es/documents/20551003/102695344/plan_control_muerdago/c58b36bf-34ce-4f50-a9a3-16c8af5fbb2f
- SEMARNAT.** (2010). Plantas medicinales de la Farmacia Viviente del Cefor: usos terapéuticos tradicionales y dosificación. México: Comisión Nacional Forestal.

Anexo. 1

Memorias del Foro Nacional "LAS PLANTAS PARASITAS EN MEXICO"

Misodendraceae y por explosión hidráulica o balistosporia como en el caso de Viscaceae (*Arceuthobium*, únicamente (Hawksworth y Wiens, 1996; Glatzel y Geils, 2009).

A la fecha, los estudios de plantas parásitas a nivel mundial son numerosos, pero en México se han seguido distintas vertientes en el ámbito científico, con estudios pioneros como los de Gibson y Salinas (1985), hasta otros recientes que reportan resultados sobresalientes en las siguientes líneas de investigación:

Impacto

Los muérdagos, han ocasionado grandes pérdidas en bosques naturales, según Vázquez y Cibrián (1996), los géneros *Arceuthobium* y *Phoradendron* han cobrado pérdidas por más de dos millones de metros cúbicos de madera en nuestro país. En otros estudios, Alvarado y colaboradores (2013, 2014, 2016), reportan porcentajes de incidencia para muérdagos enanos y verdaderos en coníferas y latifoliadas sobre 7237 conglomerados evaluados por el Inventario Nacional Forestal y de Suelos de nuestro país. (Cuadro 1).

En otro escenario, el urbano, *Cladocolea loniceroides* Van Tieghem (Alvarado y Saavedra, 2005) y *Struthanthus* spp. (Alvarado et al., 2010; De la Paz et al., 2006) parasitan al menos 15 especies arbóreas (ornamentales y frutales) en la Ciudad de México; en Xochimilco, por ejemplo, se encontró a *C. loniceroides* parasitando 6,829 árboles de *Salix bonplandiana*, de los cuales el 36% (2,462 árboles) se encontraron muertos por los altos niveles de infección (Alvarado y Saavedra, 2005).

En el 2010, Alvarado y colaboradores, estimaron los porcentajes de infección por muérdago en 4966 árboles de 12 áreas verdes urbanas de la Ciudad de México (de siete delegaciones). Las especies arbóreas más afectadas fueron *Populus*, *Ligustrum* y *Ulmus*, con incidencias de 61.44% (1251 árboles) infectados por *Struthanthus* y 38.55% (785 árboles) infectados por *Cladocolea*. Por su incidencia y niveles de infección, en ese año, las áreas verdes más afectadas fueron la Alameda Norte y Sur.

Contribución a los ciclos biológicos

Aunque pocos los estudios en esta línea, destacan los realizados con *C. loniceroides* por Cárdenas (2014) y Alvarado y Saavedra (2005); a partir de inoculaciones *in situ* se observó que el embrión de esta parásita desarrolla un cuello largo a los siete días, a los 14 días forma el disco basal y a los 28 inicia la formación del haustorio; entre los 42 y 49 días se observan los cotiledones y después de 80 días se observan las primeras hojas verdaderas. En el caso de *Struthanthus interruptus*, las fases del ciclo fueron similares a *C. loniceroides*, con la diferencia de que la aparición de hojas verdaderas se presentó después de 60 días (Cárdenas, 2014).

Estudios histopatológicos

Para la especie *Cladocolea loniceroides* Van Tieghem, se ha corroborado que la forma del haustorio tiene una forma de cuña con ausencia de haustorios secundarios (Saavedra et al., 2003). En *Struthanthus quercicola* (Schltdl. Cham.), De la Paz et al., (2006) concluye que una vez que la semilla germina, la planta desarrolla brotes epicorticales que crecen superficialmente siguiendo

la forma de las ramas. Posteriormente, se desarrolla el haustorio, el cual va creciendo a través de tejidos primarios y secundarios del hospedante, separando la corteza externa, el córtex y el floema, hasta quedar anclado en el xilema.

Cuadro 1. Impacto de los principales géneros de plantas parásitas en especies forestales de México en la Remedición Nacional 2012, y Nacional y Estatal 2013-2014 (Alvarado et al., 2013, 2014, 2016).

Año de remedición	Número de conglomerado (total de árboles evaluados)	Subdivisión del hospedante	Número de árboles Infectados	Género de muérdago	% de incidencia
2012 (Nacional)	3305 (250,489)	Gymnospermae	15,494	<i>Arceuthobium</i> <i>Phoradendron</i> <i>Struthanthus</i> Otros	1.16 0.77 0.29 2.91
		Angiospermae	66,149	<i>Struthanthus</i> <i>Phoradendron</i> Otros	0.36 1.78 3.3
2013 (Nacional y Estatal)	1443 (88,162)	Gymnospermae	3,684	<i>Arceuthobium</i> <i>Phoradendron</i> <i>Struthanthus</i> Otros	2.85 0.38 0.35 0.24
		Angiospermae	16,889	<i>Struthanthus</i> <i>Phoradendron</i> <i>Psittacanthus</i> Otros	0.4 1.3 0.3 0.6
2014 (Nacional y Estatal)	1443 (88,162)	Gymnospermae	2,597	<i>Arceuthobium</i> <i>Phoradendron</i> <i>Psittacanthus</i> <i>Struthanthus</i> Otros	1.50 0.46 0.19 0.08 0.77
		Angiospermae	21,066	<i>Struthanthus</i> <i>Phoradendron</i> <i>Psittacanthus</i> Otros	0.20 10.3 0.29 0.70

Estrategias de manejo y control de muérdagos

Existen alternativas de control en las que se tiene mayor conocimiento y que pueden proveer métodos efectivos para reducir del impacto de plantas parásitas. Los métodos de control más empleados a la fecha, incluyen:

1] Control cultural

La eliminación periódica de brotes de muérdago, la poda de ramas infectadas y remoción de árboles severamente infectados han sido las prácticas más comunes de manejo (Kuijt, 1969;

Anexo 2



Durante los primeros días de la aplicación se lleva un control cada dos días de observación del cambio de color de hojas del muérdago, con la finalidad de poder ir modificando la formulación del control biológico para llevar una estadística del tiempo en que este inicia a disminuir su crecimiento.



Actualmente se está trabajando en coordinación con el programa de Sembrando de la Comunidad con el Ing. Francisco Méndez Ramírez responsable técnico productivo de dicho programa. Donde se está compartiendo con los diversos campesinos de la *Colonia Agrícola y Ganadera el Porvenir de H. Cárdenas Tabasco*



Agencia Certificadora OPA



Emiliano Flores Balcázar¹ & Santiago Laparra Torres²

RESUMEN

Este proyecto surge en base a la problemática que conlleva el uso desmedido de plásticos y su llegada al medio ambiente. Uno de los problemas que surgen gracias a este suceso son los plásticos que llegan a los mares y terminan transformándose en microplásticos gracias a la fragmentación y la fricción que sufren con cuerpos sólidos que se encuentran en los mares.

La disgregación de los microplásticos contamina las aguas y el aire, daña la fauna marina y, en última instancia, son ingeridos por los seres humanos, provocando complicaciones en la salud de gran parte de las personas en el mundo.

La Agencia Certificadora OPA proyecta disminuir el uso desmedido de los plásticos informando a la población qué tan dañino es un producto en relación a qué porcentaje de plásticos tienen el producto y el empaque, qué tipo de plástico, su impacto en el medio ambiente y qué tan reciclable es, mediante una certificación con un puntaje y la asignación de un sello con un color de semáforo preestablecido en relación a dicho puntaje. El principal cliente de OPA son las grandes empresas que distribuyan productos y busquen ser más amigables con el medio ambiente.

¹ Estudiantes de preparatoria, especialidad Animación Digital en el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tabasco (CECYTE). Plantel No. 7. Avenida Flores Norte # 106, fraccionamiento Heriberto Kehoe Vicent, 86030, Villahermosa, Tabasco.

² Asesor del proyecto.

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

flobaemi@gmail.com

s.laparra@cecytab.edu.mx

Este artículo debe citarse como:

Flores-Balcázar, E. (2023). Agencia Certificadora OPA. *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 59-85.

Palabras clave: Microplásticos, fauna marina, sellos

ABSTRACT

This project is based on the problems that the excessive use of plastics and their arrival in the environment entails. One of the problems that arise thanks to this event is the plastics that reach the seas and end up transforming into microplastics thanks to the fragmentation and friction they suffer with solid bodies found in the seas.

The disintegration of microplastics pollutes the waters and the air, It harms marine fauna and, ultimately, they are ingested by human beings, causing health complications for a large part of the world's people.

The OPA certifying agency plans to reduce the excessive use of plastics by informing the population how harmful a product is in relation to what percentage of plastics the product and packaging contain, what type of plastic, its impact on the environment and how recyclable it is, through a certification with a score and the assignment of a seal with a pre-established traffic light color in relation to gotten score. OPA's main clients are large companies that distribute products and seek to be more environmentally friendly.

Key words: Microplastics, marine fauna, seals

INTRODUCCIÓN

Los plásticos son de los materiales más utilizados y la mayoría de los productos que compramos y utilizamos en nuestro día a día tienen componentes o están hechos de plásticos. De acuerdo con Geyer *et al.* (2017) el ser humano ha producido 8300 millones de toneladas métricas de plástico desde 1950; donde solamente el 9 % de los residuos de este material se reciclan y la gran mayoría termina en vertederos y en el medio ambiente.

Uno de los efectos negativos que tienen los plásticos en el medio ambiente son los microplásticos generados gracias a diversos procesos de fragmentación como la fricción y los rayos solares, los microplásticos son encontrados en los océanos de todo el mundo y son considerados como tal cuando miden de 5mm según Mladinich *et al.* (2022)

Se han encontrado microplásticos en los cuerpos de los peces debido a la ingesta de estos pequeños residuos, esto lo sabemos gracias al estudio hecho en México por Rivera-Garibay *et al.* (2020) como parte de la unidad científica de Greenpeace. Además de la ingesta marisco y otros medios por los cuales los microplásticos ingresan al cuerpo humano, también podemos encontrar estos residuos en el 90 % de las marcas de sal que consumimos como

lo demostró el estudio hecho por la Universidad de Incheon, Corea del Sur (Ji-su, Hee-Jee, Seung-Kyu, & Hyun-Jung , 2018).

Según la Universidad de las Américas de Puebla, estos microplásticos al ingresar al cuerpo humano puede ocasionar citotoxicidad, estrés oxidativo o incluso translocación a otros tejidos, el sistema inmune al no poder eliminarlos por su naturaleza persistente termina ocasionando una inflamación crónica aumentando de forma significativa el riesgo de padecer cáncer y existen sospechas de estar involucrados en enfermedades neurodegenerativas (Theurel Hernández, De Lorenzo Hernández, Macías Sánchez, Guevara Díaz, & Ramírez Hernández, 2021).

Dado a que el uso desmedido y despreocupado de los plásticos afecta al medio ambiente y a sus organismos incluyendo a la ser humano. Este proyecto busca proponer una solución que involucre a las empresas de la gran cantidad posible de industrias y en especial a todos los consumidores del mundo. Crear un modelo de negocio de una empresa que se dedique a parametrizar los productos que se adquieren con base a su impacto negativo referente a los plásticos teniendo en cuenta factores como el porcentaje de plásticos que contiene el producto y su empaque, los tipos de plásticos y la biodegradabilidad de estos, qué tan reciclable es el producto, así como sus formas principales de distribución, ayudaría a reducir el problema que conlleva la falta de información que se tiene al momento de comprar siendo conscientes del alto o bajo impacto que tendría nuestra compra con el medio ambiente, con los organismos de la tierras y la salud de las personas. Esta empresa se llamaría Agencia Certificadora OPA, el término «opa» tiene varios significados contextualmente utilizados para el nombre de la propuesta de modelo de negocios.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de esta investigación se justifica por la necesidad de encontrar una posible solución a la falta de información al momento de comprar y a la inmensa cantidad de basura plástica que se vierte para contaminar el suelo y los mares.

Con base a lo mencionado por Castañeta *et al.* (2020)

El plástico es un material sintético duradero que resiste a la degradación química y física, lo cual se ha traducido en una preocupación ambiental generalizada, porque los desechos plásticos se están acumulando indiscriminadamente en hábitats terrestres, acuáticos y en ecosistemas de todo el planeta a medida que estos se fragmentan progresivamente en pedazos más pequeños....

...se generan a través de la fragmentación y/o degradación selectiva de macroplásticos expuestos a factores externos que puede ocurrir durante su transporte a diferentes ecosistemas. En este grupo también se incluye a las fibras sintéticas provenientes de los textiles. La fragmentación de los macroplásticos se puede realizar por fenómenos químicos y físicos combinados, como la fotodegradación (fotólisis), es decir cuando la luz solar oxida la estructura química de los polímeros y causa escisiones de enlaces que reducen la masa molecular de los polímeros volviéndolos frágiles y propensos a rupturas, dando a lugar a pequeños fragmentos. También puede darse por fenómenos biológicos, debido a que algunos plásticos son susceptibles a la biodegradación por bacterias y hongos. En algunos ambientes, como los ambientes marinos, los macroplásticos están también expuestos a una degradación mecánica que ocurre por el efecto sinérgico entre la acción del viento y las olas, además de la abrasión de partículas plásticas en sedimentos y arena.

Como pudimos apreciar, se sabe desde hace tiempo que los residuos plásticos van fragmentándose una y otra vez hasta constituir esa amalgama de micropartículas que se han convertido en un problema ambiental de primer orden tanto en la tierra como en los océanos. Cabe mencionar que hay muchas vías en las cuales los microplásticos llegan al cuerpo humano, como que los microplásticos están presentes en el 83% de aguas del grifo del mundo según una investigación hecha por Orb media (Tyree & Morrison, 2017).

El microbiólogo Gunnar Gerdt (2020) puso en foco a los microorganismos que habitan en la superficie de los microplásticos, que de forma natural se incorporan debido a que se encuentran en los mares.

Algunos de los microorganismos que Gerdt ha detectado en los microplásticos, son peligrosos para la salud, un ejemplo de esto es la *Vibrio parahaemolyticus* la cual es un agente patógeno causante de gastroenteritis, diarrea y vómitos, lo cual se convierte en algo alarmante.

Con base a la falta de información certera y realmente confiable cuando se realizó un cuestionario de 9 preguntas cerradas a 100 alumnos del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tabasco Plantel 7 Centro, algunas de estas concluyen que cerca de la mitad (46 %) de los alumnos no conocía qué eran los microplásticos, el 93 % desconocía que los microplásticos representan una amenaza para el planeta y la salud, el 67 % de los afirma que teniendo la información adecuada elegiría el producto que contamine menos que otro del mismo tipo; y por mencionar otra, el 83 % afirma que un semáforo de colores y el porcentaje de plásticos que contiene un producto y su empaquetado le ayudaría a elegir mejor un producto respecto a otro.

La propuesta de modelo de negocio “Agencia Certificadora OPA” busca solucionar la desinformación cuando se realiza una compra, dar a conocer aún más las problemáticas que conlleva el uso desmedido y despreocupado de los plásticos concientizando a la población, así como ayudar a reducir el uso de los plásticos en la mayor cantidad de componentes de un producto y su empaque.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los plásticos han dado grandes beneficios a la sociedad, pero es evidente que el uso de éstos y su disposición ha traído consigo la acumulación de macropartículas en el medio ambiente. El ser humano ha producido 8300 millones de toneladas métricas de plástico desde 1950. Solo el 9 % de los residuos plásticos se recicla y la gran mayoría termina en vertederos y en el medio ambiente, donde se disgrega en micropartículas que contaminan las aguas y el aire, dañan la fauna marina y, en última instancia, son ingeridas por los seres humanos. (Roland Geyer, 2017)

Los microplásticos son pequeñas menores a 5 mm, son piezas de plástico que contaminan el medio ambiente (Mladinich, Microplastics for Dinner? A Story About Picky Eaters, 2022). Cualquier europeo que consuma marisco de forma habitual ingiere aproximadamente 11 000 microplásticos al año (Smith, Love, Rochman, & Neff, 2018).

Pero esto no es todo: a finales de 2018, un estudio concluyó que el 90 % de las marcas de sal muestreadas a nivel mundial contenían microplásticos (Jisu, Hee-Jee, Seung-Kyu, & Hyun-Jung, 2018).

Según IBERDROLA:

Preocupados por estos hallazgos, los científicos han empezado a estudiar el efecto de los microplásticos en el organismo humano. Los plásticos encontrados con más frecuencia fueron el polipropileno y el tereftalato de polietileno (PET), ambos componentes principales de las botellas de plástico y los envases de leche y zumo. Sin embargo, los investigadores reconocieron no poder determinar la procedencia de cada partícula y apuntan a que, probablemente, la comida sea contaminada durante varias etapas del procesado de alimentos o como resultado del empaquetado.

En México se ha documentado que uno de cada cinco pescados que se adquieren con fines alimentarios contiene microplásticos en sus vísceras, lo que en consecuencia afecta la salud de las personas y las fuentes de trabajo basadas en el turismo y la pesca, etc. (Rivera-Garibay Omar Oslet, 2020).

En México se examinaron 755 peces, que incluyeron 66 especies de tres regiones, de las cuales 411 contenían microplásticos, lo que representa el 54 %. De particular preocupación es que la región con la mayor proporción de organismos microplásticos es el puerto de Veracruz (que representa la región del Golfo de México). Veracruz en la región del Golfo de México: 96 % del total de 219 muestras distribuidas en 29 especies y 15 familias. (Greenpeace México-Laboratorio de Biodiversidad Arrecifal y Conservación, UNAM, 2020)

Se sabe que cualquier contaminante produce una selección entre organismos, de tal manera que la presencia de microplásticos en el suelo genera que solo aquellos individuos resistentes a él logren sobrevivir. En una investigación en huertos familiares de Tabasco, se encontró mucha basura enterrada y solo uno o dos tipos de hormigas sobrevivían allí. Sin duda, los residuos plásticos en el suelo vaticinan pérdida de biodiversidad (ECOFRONTERAS, 2016)

Estos microplásticos al ingresar al cuerpo humano pueden ocasionar citotoxicidad (efectos adversos que resultan de la interferencia con estructura, procesos celulares, o ambos, que se suceden en todas las células y son esenciales para el funcionamiento, supervivencia y proliferación celular), estrés oxidativo o incluso translocación a otros tejidos, el sistema inmune al no poder eliminarlos por su naturaleza persistente termina ocasionando una inflamación crónica aumentando de forma significativa el riesgo de padecer cáncer y existen sospechas de estar involucrados en enfermedades neurodegenerativas (UDLAP, 2021). En Tabasco las enfermedades neurodegenerativas más comunes son: Alzheimer, Parkinson (Gobierno del Estado de Tabasco, 2019).

HIPÓTESIS

Actualmente los consumidores no cuentan con la cultura ambiental adecuada para poder tomar mejores decisiones al momento de adquirir productos de uso cotidiano por lo que se requiere formular propuestas que de manera sistemática y ordenada en los empaques cuenten con señalética que permita conocer su impacto hacia el medio ambiente teniendo en cuenta diversos parámetros relevantes como el porcentaje del producto y su empaque, los tipos de plásticos que contiene y su biodegradabilidad, qué tan reciclable es el producto y su forma principal de distribución.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Crear una propuesta que contribuya a la reducción del uso desmedido y desprecupado de plásticos, que las empresas empiecen a reducir el uso de este material, gracias a la concientización de la población, que sea redituable para

que inversionistas apuesten al cuidado del medio ambiente y que reafirme los objetivos 6 y 13 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la ONU.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Hacer un estudio de mercado que confirme la falta de información que existe al momento de comprar.
- Crear una propuesta que ayude a que el consumidor puede hacer una elección de compra consciente hacia el medio ambiente y desarrollarla.
- Constituir el branding de la empresa: colores, logos, organigrama, etc. Esto para que sea atractivo para las empresas y el consumidor.

MARCO TEÓRICO

La mayor parte de los objetos del día a día son o están hecho de plásticos.

Como comenta Osorio Tamayo (2012):

Los plásticos son materiales muy ligeros, resistentes a los agentes atmosféricos, químicamente inertes y atractivos por los colores que llevan incorporados, pero la propiedad más importante que presentan es la de poder ser moldeados de manera rápida y precisa en formas geométricas complicadas y con propiedades definidas, además, son baratos.

Los materiales que se deforman por acción de una fuerza exterior se denominan en general como plásticos, siendo éste, un comportamiento muy generalizado por la mayoría de los materiales. Hoy se conocen como plásticos al conjunto de materiales polímeros aditivos, denominación usada desde el comienzo de la utilización de éstos dada la elevada plasticidad que presentaban frente a los demás materiales convencionales.

«Un plástico es un polímero, es decir, un material formado por la unión repetitiva de miles de átomos hasta formar moléculas de gran tamaño, conocidas como macromoléculas. Son compuestos orgánicos integrados principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, cloro, azufre, silicio y fósforo» (Santillán, 2018).

Estos elementos se enlazan formando largas cadenas, como consecuencia de la capacidad que tiene el átomo de Carbono de unirse consigo mismo un gran número de veces, se forman de esta manera moléculas de tamaño gigante llamadas «macromoléculas» y tiene las características de estar formadas por la repetición de una determinada agrupación de átomos deno-

minada «monómero» un gran número de veces, por eso también se llaman polímeros. Un polímero se asemeja a un collar en donde las cuentas son los monómeros; los monómeros pueden enlazarse de varias maneras: formando cadenas lineales, formando cadenas con ramificaciones, formando cadenas entrecruzadas.

Actualmente los microplásticos:

Se clasifican los microplásticos en dos categorías «Los microplásticos primarios se consideran como aquellos que, después de su uso, llegan al medio natural en su forma original, es decir, en el mismo estado en el que se han sintetizado. Este tipo, se encuentra mayoritariamente en forma de gránulo (microesferas) por lo que una vez se usa, se cuelean por el desagüe y debido a su pequeño tamaño, se pierden entre los filtros y no se tratan en las depuradoras. Un buen ejemplo serían las partículas que están en los geles exfoliantes y las pastas de dientes.

Por otro lado, los microplásticos secundarios tienen su origen en la degradación de otros productos plásticos. Por lo tanto, esto significa que proceden de la fragmentación de grandes estructuras sintéticas o bien, de la liberación de fibras durante el lavado de telas, prendas de ropa o alfombras (microfibras).

Ambas categorías son extremadamente tóxicas y persistentes en el medio. Esto se debe principalmente al origen de sus componentes, formados mayoritariamente por dos tipos de plástico. El primero, el polietileno (PE), es un componente pocogradable pero muy simple y económico de sintetizar, por no decir que es el componente plástico que más se utiliza a escala mundial, como por ejemplo en bolsas de plástico, botellas de plástico, algunos cosméticos y jabones. El segundo es el polipropileno (PP), utilizando normalmente para fabricar tapones y fibras sintéticas de prendas de ropa y otras telas textiles.

Hay más plásticos derivados que contribuyen en la contaminación por microplásticos, como por ejemplo el poliestireno (PS), el polivinilo (PV) o el nylon, que actúan con la misma toxicidad y agresividad sobre el medio ambiente que los mencionados con anterioridad». Esto dicho por Nura Abbas (2021)

«La representación de estos contaminantes en mares y océanos es considerablemente mayor, al representar hasta el 81% de los microplásticos presentes en el agua» (AQUAE FUNDACION, 2022).

La Agencia Certificadora OPA utiliza un modelo de etiquetado creado por la misma, este modelo de etiquetado consta de un semáforo de cinco co-

lores pensados exhaustivamente para llamar la atención y la correcta asociación que cotidianamente se tiene con ciertos colores y el impacto que el producto que los contienen tendrá para el medio ambiente:

- El color verde para los productos que junto a su empaque son amigables con el medio ambiente, ya que, según Omar Álvarez Lara, Maestro en Mercadotecnia y Publicidad en su documento de investigación «Influencia del color en las preferencias de los consumidores» –el uso del color Verde provoca una respuesta positiva de compra al aplicarse en empaques del producto de Origen Natural o de origen orgánico.
- El amarillo para los que tienen un impacto bajo, según en la Norma Oficial Mexicana NOM-206-STPS-2008 le dan al color amarillo un significado de advertencia de peligro.
- Naranja para aquellos productos que tienen un impacto medio, el color rojo representando los productos con impacto medio-alto, esto por ser el color intermediario entre el amarillo y el rojo.
- Rojo para los productos con impacto alto, que siguiendo la Norma Mexicana antes mencionada, le da un significado de paro o parar y prohibición.
- Negro, para todos esos productos que tienen un impacto muy alto al medio ambiente, este color se utilizó ya que es el color que según el libro de Heller Eva «psicología del color» publicado el 2004, dice que el negro es el color del poder, de la violencia y la muerte.

Algo que es muy importante en la Agencia Certificadora OPA es la *concientización* de las personas sobre el uso desmedido de los plásticos y los *efectos negativos* de la llamada «era del plástico», por eso una de las funciones y objetivos específicos de la Agencia Certificadora OPA es crear campañas de diferentes tipos y por diversos medios:

–Una campaña lanzada en Facebook, más allá de ser un fin en sí mismo, debe ser un medio para lograr el objetivo de la campaña, por ello, debe prestarse atención en las herramientas y estrategias comunicativas para que, ayudados de Facebook como herramienta, se logren los objetivos de educación ambiental de la campaña– (Mijares-Mastretta, 2018). Actualmente las nuevas generaciones están más preocupadas y concientizadas con la preservación y cuidado del medio ambiente, así como dispuestos a modificar sus comportamientos de consumo por razones de cuidar el medio ambiente, esto según Daniela Santacá (2021).

La asignación de un puntaje a los productos que se vayan a certificar,

así como su empaque, se hará mediante un instrumento de evaluación en forma de lista de cotejo ya establecida y hecha por la Agencia Certificadora OPA. Ésta tiene en cuenta parámetros como el porcentaje de plásticos que contiene en relación al resto de materiales no plásticos del producto y su empaque, así como los tipos de plásticos que contiene; ejemplo de esto el etileno, el polietileno, y si estos plásticos son reciclados y qué porcentaje de plásticos reciclados contiene, tiene en cuenta el tiempo de biodegradación de los plásticos que contiene, qué tan reutilizable es el producto, su vida útil aproximada y cuantas unidades del mismo producto se vende anualmente. Al final se juntan en la lista de cotejo de la Agencia Certificadora OPA, todos estos parámetros se tienen en cuenta al momento de evaluar un producto y para darle certeza a la puntuación, cada uno de ellos es medido mediante diversas técnicas, ejemplo de esto es el desarmado y separación por materiales (en el caso de algunos productos), ver el volumen total de los materiales que tiene el producto y medir el volumen total de cada uno de los plásticos que contiene el mismo, dándole porcentaje a cada uno de estos en relación al resto de materiales.

También, tiene el sustento de algunas normas como la norma mexicana NMX-E-232-CNCP-2011, la cual en México y en algunos otros países establece y describe los símbolos de identificación que deben tener los productos fabricados de plástico, en cuanto al tipo de material se refiere, con la finalidad de facilitar su selección, separación, acopio, recolección, reciclado y/o aprovechamiento. Todos los productos que se avalúan con la lista de cotejo contarán con 100 puntos al inicio de su evaluación, estos puntos irán reduciéndose con base en lo estipulado en la lista de cotejo y por lo tanto en los parámetros que contiene la misma, resultando en el puntaje que llevará en el sello OPA.

PROCESO METODOLÓGICO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

El método de investigación utilizado fue el mixto, cualitativo-cuantitativo ya que se usó la técnica de la entrevista, con su instrumento propio como el cuestionario y el tipo de investigación fue tanto documental, bibliográfica y estudio del caso.

El proyecto surgió debido a la problemática del uso desmedido de plásticos y por consiguiente se realizó una investigación exhaustiva de los principales efectos de los microplásticos en nuestro medio ambiente, y por lo tanto el impacto en el cuerpo humano.

La investigación se hizo con fuentes confiables tales como: páginas de universidades, revistas científicas, estudios científicos y asociaciones que buscan combatir estos problemas. Se centró en los microplásticos, en qué son, bajo qué parámetros se consideran tales, cómo se generan, qué efectos tienen en el medio ambiente y por último los efectos en el cuerpo humano.

Después de la investigación, se pensó que la mayoría de los productos que se consumen diariamente contienen todo tipo de plásticos y que en muchos casos las personas no son conscientes del impacto que un producto tiene en el medio ambiente en relación a otro. Por eso se pensó en una estrategia que fuese efectiva para informar y por lo tanto combatir la problemática desde un enfoque en el cual tanto las empresas y el consumidor buscan ser más amigables con el medio ambiente. Ésta fue la que se presenta, la certificación y los sellos OPA.

Por último, se realizó un cuestionario de nueve preguntas cerradas en un universo de 800 personas, se le aplicó el cuestionario a una media de 100 personas, representando 12.5 % del «universo» donde se consolida que la certificación y el sello asistirá en la elección de los productos que se consumen a diario y por lo tanto que estos cumplen su cometido.

RESULTADOS

La Agencia Certificadora OPA utiliza un modelo de etiquetado creado por la misma, este modelo de etiquetado consta de un semáforo de cinco colores pensados exhaustivamente para llamar la atención y la correcta asociación que cotidianamente se tiene con ciertos colores y el impacto que el producto que los contienen tendrá para el medio ambiente; siendo el color verde, amarillo, naranja, rojo y por último negro.

En los sellos OPA, además de mostrar el puntaje, el color y el logo distintivo, en algunos casos se mostrará algunas leyendas que tengan relevancia respecto a cómo ha mejorado el producto respecto a otros años, un ejemplo de esto es «contiene menos plásticos que el año anterior», «contiene más plásticos reutilizados», etc. Esto para que en el momento que una persona compre algún producto pueda comparar con otros dándole la posibilidad de elegir y hacer una compra que, en la mayor posibilidad, no tenga mucho impacto en el planeta.

En una encuesta hecha a 100 alumnos del CECyTE Plantel 7 Centro de segundo, cuarto y sexto con un universo de 1500 alumnos de preparatoria se concluye que la mayoría de la población, por lo menos juvenil, no conocen qué son los microplásticos y en especial la amenaza que son para el cuerpo humano. Estas herramientas y conocimientos los usa OPA para que se tenga más presente en la sociedad esta problemática que busca combatir y generar interés en las empresas socialmente responsables y aquellas que busquen serlo.

Los sellos OPA van enfocados a las empresas que quieran ser más amigables con el medio ambiente y las que busquen destacar su interés por serlo, esto mediante un sello distintivo que muestre qué tan amigable es su producto respecto a la competencia del mismo, esto con el fin de informar a

la población, dotándola de la capacidad de hacer una buena elección al momento de comprar y comparar productos, así como la posibilidad de elegir el hacer una compra más consciente para así no contaminar mucho el medio ambiente. Actualmente las nuevas generaciones están más preocupadas y concienciadas con la preservación y cuidado del medio ambiente, así como dispuestos a modificar sus comportamientos de consumo, esto según Daniela Santacá en su tesis «la relación entre el eco-branding y el comportamiento de consumo turístico de la generación z» publicado el 17 de junio de 2021 el cual lo podemos encontrar en el repositorio institucional de la Universidad Nacional de la Plata, esto hace que los sellos OPA sean atractivos para la población y generar que las empresas se interesen en la certificación y busquen bajar el uso de plásticos en sus productos, consiguiendo así aportar a esta problemática que nos afecta en nuestro día a día y tener un planeta menos contaminado.

La asignación de un puntaje a los productos que se vayan a certificar, así como su empaque; se hará mediante un instrumento de evaluación en forma de lista de cotejo ya establecida y hecha por la Agencia Certificadora OPA, esta tiene en cuenta parámetros como el porcentaje de plásticos que contiene en relación al resto de materiales no plásticos del producto y su empaque, así como los tipos de plásticos que contiene; ejemplo de esto el etileno, el polietileno, y si estos plásticos son reciclados y qué porcentaje de plásticos reciclados contiene, tiene en cuenta el tiempo de biodegradación de los plásticos que contiene, qué tan reutilizable es el producto, su vida útil aproximada y cuantas unidades del mismo producto se vende anualmente. Al final se juntan en la lista de cotejo de la Agencia Certificadora OPA, todos estos parámetros se tienen en cuenta al momento de evaluar un producto y para darle certeza a la puntuación, cada uno de ellos es medido mediante diversas técnicas, ejemplo de esto es el desarmado y separación por materiales (en el caso de algunos productos), ver el volumen total de los materiales que tiene el producto y medir el volumen total de cada uno de los plásticos que contiene el mismo, dándole porcentaje a cada uno de estos en relación al resto de materiales.

También, tiene el sustento de algunas normas como la norma mexicana NMX-E-232-CNCP-2011, la cual en México y en algunos otros países establece y describe los símbolos de identificación que deben tener los productos fabricados de plástico, en cuanto al tipo de material se refiere, con la finalidad de facilitar su selección, separación, acopio, recolección, reciclado y/o aprovechamiento. Todos los productos que se evalúa con la lista de cotejo contarán con 100 puntos al inicio de su evaluación, estos puntos irán reduciéndose en base a lo estipulado en la lista de cotejo y por lo tanto en los parámetros que contiene la misma, resultando en el puntaje que llevará en el sello OPA.

Empresas socialmente responsables con el medio ambiente, que se preocupen por reducir el uso de plásticos en sus productos y en sus empaquetados, así como emplear materiales reciclados para reducir los residuos de plástico que han encendido las alarmas en todo el mundo.

El proceso que se hará al momento que una empresa quiera que uno de sus productos contenga la certificación de los sellos OPA son los siguientes:

- Primero se asignará un personal calificado para que analicen el producto; sus materiales y por lo tanto los tipos de plásticos que contiene, el porcentaje de esos plásticos, la vida útil del producto, cuántos usos tiene, el tiempo de biodegradación de sus componentes de plásticos, también personal para visitar la sede donde se crean estos productos y verificar el porcentaje de plásticos reciclados, en caso de que el producto requiera esta acción, y solicitar algunos datos correspondientes para su correcta puntuación
- Lo mismo se hará con el empaquetado del producto que se solicita para llevar la certificación de la Agencia Certificadora OPA.
- Luego se analizarán los resultados de la medición y verificación de los productos y sus empaques evaluados, dándole un solo puntaje.
- En base al puntaje se le asignará un color de los cinco colores que cuenta el semáforo de la Agencia Certificadora OPA y se le asignará un sello.
- Por último, se creará un contrato de un año para el producto que contendrá las condiciones de llevar los sellos OPA, con el fin de que el sello sea visible y se tenga certeza de estar consultando un parámetro bien estructurado y pensado en los productos que lo empleen.

OPA es la primera empresa en ofrecer un sello para todos los productos que no utilicen plásticos o utilicen muy pocos. Esto aumentará la competitividad entre las empresas reduciendo el uso excesivo de plásticos en los productos.

También proporcionará más información para los consumidores de estos productos; tendrán más certeza de qué están comprando y cuantos plásticos se utilizan en el producto que desean adquirir, teniendo la posibilidad de elegir con base en el porcentaje de plásticos que contiene el producto.

A largo plazo, reducirá los microplásticos que mucho dañan el planeta; a la flora y fauna, reduciendo las enfermedades degenerativas que causan en las personas.

En conclusión, el objetivo de la Agencia Certificadora OPA es consolidarse como una empresa líder en el servicio de certificación de productos, basado en la mejora continua y la disminución del uso de los plásticos en los productos que cotidianamente se adquieren, en beneficio del planeta; de sus organismos, del ser humano y su salud. La Agencia Certificadora OPA, busca ofrecer a sus clientes un excelente servicio de certificación basado en sustentos e investigaciones científicas, esto, para las empresas socialmente responsables con el medio ambiente o busquen serlo y con todos los seres vivos que habitan en ella, teniendo como principio la calidad y satisfacción de aportar a esta problemática que es el uso desmedido, despreocupado y desinteresado de los plásticos, así como la satisfacción saber que la población podrá tener una mejor elección y consciencia del medio ambiente.

Por último, se realizó un estudio de mercado mediante un cuestionario de 9 preguntas cerradas en un universo de 800 personas, se le aplicó el cuestionario a una media de 100 alumnos del plantel, representando 12.5 % del «universo» donde se extrae que apenas poco más de la mitad de los alumnos conocían qué son los microplásticos, el efecto negativo que tienen en nuestro organismo, así como en qué regiones de México la problemática está más presente y que si en los productos se detallara más qué tanto impacto tiene el producto, los alumnos elegirían mejor y en la mayoría de los casos decantarse por aquellos productos que contaminen menos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

En una encuesta hecha a 100 personas en el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tabasco plantel 7 (CECyTE 7).

De la primera pregunta se puede extraer que la mayoría de los estudiantes desconocían qué son los microplásticos.

Después, se les cuestionó sobre los microplásticos en los alimentos, el 50 % de estos desconocían el dato, mientras que la otra mitad desconocía completamente esto.

En la tercera se les hizo la pregunta: ¿sabías que las aguas de la región del Golfo de México contienen más microplásticos que otra región costera de México? La mayoría no sabía esto (73 % desconocían el dato). Esto refleja la falta de información sobre el tema, por lo que una campaña para informar incentivaría a las personas para querer disminuir el uso desmedido de plásticos.

De la cuarta pregunta se puede extraer que la mayoría es consciente que el plástico es una amenaza para el planeta y para nuestra salud, para ser más precisos, el 93 % de los encuestados creían que esto era un hecho. Mientras que el 7 % restante de los encuestados pensaban que no afectaba al planeta y a nuestra salud.

La mayoría de los estudiantes desconocían que los microplásticos pueden generar enfermedades neurodegenerativas y aumentan la posibilidad de contraer cáncer; el 62 % de estos desconocían este hecho. Por otro lado, el 38 % restante si conocía esto.

De acuerdo a los resultados que arroja la sexta pregunta (fig. 6), el 67 % de los encuestados refirió que teniendo la información adecuada elegirían un producto que contamine menos que otro, por otro lado, el 33 % afirmó lo contrario. Esta pregunta ayuda a entender que una etiqueta ayudaría a la mayoría de los consumidores a tomar una mejor decisión al momento de elegir un producto que contenga menos plásticos.

El 62 % de los encuestados dicen no fijarse en las etiquetas de los productos que consumen; los materiales que contiene y la cantidad de estos, mientras que el 38 % si mira las etiquetas y se fija sobre los materiales que contiene y la cantidad de estos.

De la octava pregunta se obtiene que las personas están dispuestas a apoyar una ley de etiquetado que dé a conocer el porcentaje de plásticos que contienen los productos y en su empaquetado, el 93 % de las personas la apoyarían mientras que el 7 % no apoyaría esa ley.

El 85 % de los encuestados respondieron que si a la pregunta: ¿crees que un semáforo de colores y el porcentaje de plástico que contiene un producto y su empaquetado te ayudará a elegir?, mientras que el 15 % restante respondió que no. Con esto se puede concluir que la mayoría de las personas estarían dispuestas a apoyar este movimiento, así como que será una buena mejora para el consumidor y en su decisión.

Futuras líneas de investigación

Proceso para crear una ley en México:

El proceso para presentar una iniciativa ciudadana se fundamenta en los artículos 71 y 72 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Según el artículo 71 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el derecho a iniciar leyes o iniciativas competen a:

- I. Al presidente de la República;
- II. A los diputados y senadores al Congreso de la Unión; y
- III. A las legislaturas de los Estados.
- IV. A los ciudadanos en un número equivalente, por lo menos, al cero punto trece por ciento de la lista nominal de electores, en los términos que señalen las leyes.

CONCLUSIONES

Con base a la encuesta hecha y las citas investigadas podemos concluir que

parte de la población estaría de acuerdo con los sellos que se proponen para abordar esta problemática y que ayudará para combatir ésta. Crear una empresa certificadora de productos la cual se llamaría Agencia Certificadora OPA podría ayudar a mejorar la situación respecto al uso desmedido y despreocupado de los plásticos, informando y concientizando a la población en sus empaquetados.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, N.** (1 de febrero de 2021). Qué son los microplásticos: definición y tipos. Obtenido de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/cuales-son-los-ecosistemas-acuaticos-de-agua-salada-1337.html>
- AQUAE FUNDACIÓN.** (19 de marzo de 2022). AQUAE FUNDACIÓN. Obtenido de ¿Qué tipos de microplásticos contaminan el medio ambiente?: <https://www.fundacionaquae.org/tipos-microplasticos-agua/>
- Castañeta, G., Guitiérrez, A., Nacaratte, F., & Manzano, C.** (2020). Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales,. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0250-5460202000300005&script=sci_arttext
- Daniela Santacá.** (17 de Junio de 2021). REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNLP. Obtenido de La relación entre el eco-branding y el comportamiento de consumo turístico de la generación Z: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120660>
- ECOFRONTERAS.** (Diciembre de 2016). Microplásticos, insospechado problema ambiental. Obtenido de <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/1665>
- Gerdts, G., & Gutow, L.** (2020). Tracking down microplastic. Alfred-Wegener-Institut. Obtenido de <https://www.awi.de/en/focus/marine-litter/tracking-down-microplastic.html>
- Geyer, R., Jambeck, J., & Lavender Law, K.** (19 de Julio de 2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances. Obtenido de <https://www.science.org/doi/full/10.1126/sciadv.1700782>
- Greenpeace México-Laboratorio de Biodiversidad Arrecifal y Conservación, UNAM.** (2020). Impacto de la Contaminación or Plásticos en Áreas Naturales Protegidas Mexicanas. Obtenido de <https://mexicosocial.org/wp-content/uploads/2020/09/69659cfa-impacto-de-la-contaminacion-por-plastico-mexico.pdf>
- IBERDROLA.** (s.f.). Qué son los microplásticos. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/microplasticos-amenaza-para-la-salud>.
- Ji-su, k., Hee-Jee, L., Seung-Kyu, K., & Hyun-Jung, K.** (4 de Octubre de 2018). Global Pattern of Microplastics (MPs) in Commercial Food-Grade Salts:

Sea Salt as an Indicator of Seawater MP Pollution. Environmental Science and Technology.

- Mijares-Mastretta, A. P.** (Noviembre de 2018). Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Baja California. Obtenido de Herramientas de educación ambiental para reducir la contaminación por plásticos: el caso de la red social Facebook: <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/1100/1/ENS089361.pdf>
- Mladinich, K.** (5 de Mayo de 2022). Microplastics for Dinner? A Story About Picky Eaters. Obtenido de Marine Debris Program OFFICE OF RESPONSE AND RESTORATION: <https://blog.marinedebris.noaa.gov/microplastics-dinner-story-about-picky-eaters>
- Osorio Tamayo, J.** (17 de noviembre de 2012). Blogger. Recuperado el 2023, de introducción a los Materiales Plásticos: <http://jennyosorio15.blogspot.com/2012/11/clasificacion-de-materiales-plasticos.html>
- Rivera-Garibay, O. O., Álvares-Flip, L., Rivas, M., Garelli-Rios, O., Pérez-Cervantes, E., & Estrada-Saldívar, N.** (2020). Impacto de la Contaminación por Plásticos. Greenpeace, Océanos Libres de Plástico. Obtenido de <https://mexicosocial.org/wp-content/uploads/2020/09/69659cfa-impacto-de-la-contaminacion-por-plastico-mexico.pdf>
- Santillán, M. L.** (27 de Julio de 2018). Ciencia UNAM. Obtenido de Una vida de plástico: <https://ciencia.unam.mx/leer/766/una-vida-de-plastico#:~:text=Un%20pl%C3%A1stico%20es%20un%20pol%C3%ADmero%2C%20es%20decir%2C%20un,hidr%C3%B3geno%2C%20ox%C3%ADgeno%2C%20nitro%C3%B3geno%2C%20cloro%2C%20azufre%2C%20silicio%20y%20f%C3%B3sforo.>
- Smith, M., Love, D., Rochman, C., & Neff, R.** (16 de Agosto de 2018). Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s40572-018-0206-z>
- Tabasco.gob.mx.** (11 de Abril de 2019). Obtenido de <https://tabasco.gob.mx/noticias/parkinson-segunda-enfermedad-mas-frecuente-en-el-adulto-mayor>
- Theurel Hernández, V., De Lorenzo Hernández, A., Macías Sánchez, H. S., Guevara Díaz, J. A., & Ramírez Hernández, L.** (2021). Microplásticos: Hallazgos en estudios clínicos. Obtenido de <https://contexto.udlap.mx/microplasticos-hallazgos-en-estudios-clinicos/>
- Tyree, C., & Morrison, D.** (2017). The Plastic Inside Us. Obtenido de <https://orbmedia.org/the-invisibles>
- UDLAP.** (27 de Enero de 2021). Microplástico: Hallazgos en estudio clínicos. Obtenido de <https://contexto.udlap.mx/microplasticos-hallazgos-en-estudios-clinicos/>

ANEXOS

Encuesta

Proyecto: Iniciativa popular sobre los microplásticos y el daño hacia nuestra salud (encuesta) Conteste las siguientes preguntas con honestidad encerrando las respuestas.

¿Sabes qué son los microplásticos?

SÍ / NO

¿Sabes que los microplásticos pueden estar presentes en nuestros alimentos?

SÍ / NO

¿Sabías que las aguas de la región del golfo de México contienen más microplástico que otra región costera de México?

SÍ / NO

¿Crees que los plásticos representan una amenaza para el planeta y para nuestra salud?

SÍ / NO

¿Sabías que los microplásticos pueden generar enfermedades neurodegenerativas y aumentar la posibilidad de contraer cáncer?

SÍ / NO

Teniendo la información adecuada, ¿elegirías un producto que contamine menos que otro del mismo tipo?

SÍ / NO

¿Te fijas en las etiquetas de los productos que consumes; los materiales que contienen y la cantidad de estos?

SÍ / NO

¿Apoyarías una ley de etiquetado que dé a conocer el porcentaje de plásticos que contienen los productos y en su empaquetado?

SÍ / NO

¿Crees que un semáforo de colores y el porcentaje de plástico que contiene un producto y su empaquetado te ayudará a elegir?

SÍ / NO

Tabla 1. Preguntas de la encuesta. Fuente: Elaboración propia

Organigrama

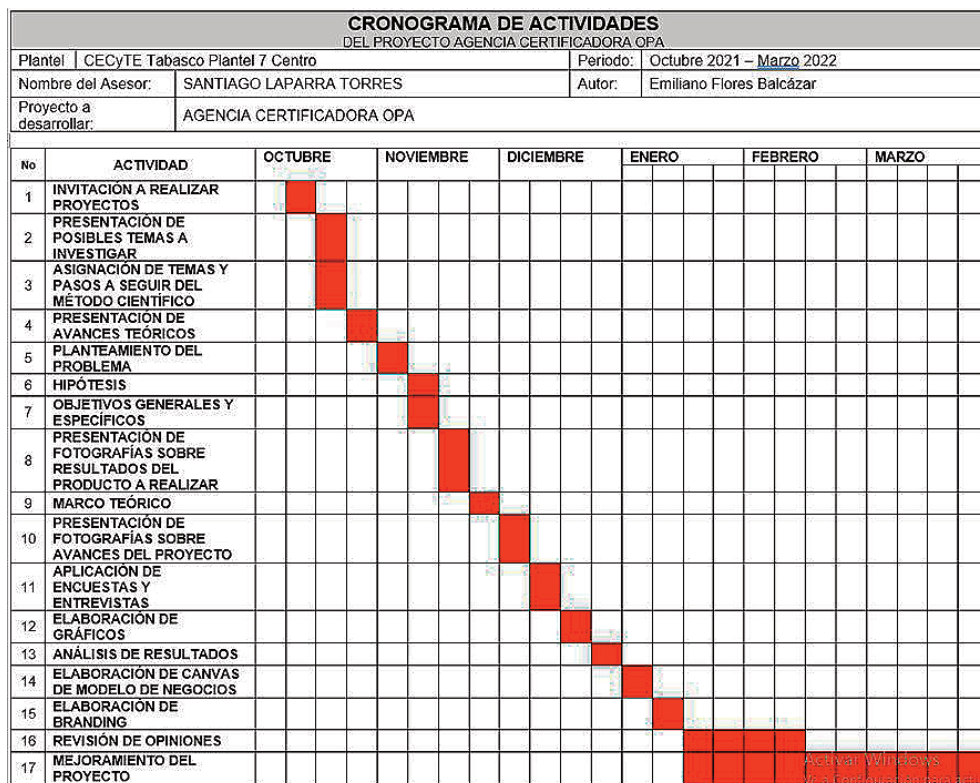


Fig. 1. Cronograma de actividades Fuente: Elaboración propia

Gráficos

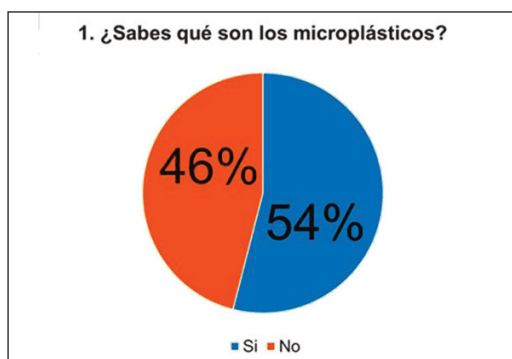


Fig. 2. Pregunta 1. Fuente: Elaboración propia

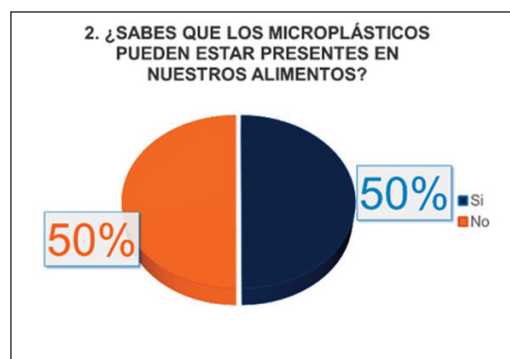


Fig. 3. Pregunta 2. Fuente: Elaboración propia



Fig. 4. Pregunta 3. Fuente: Elaboración propia

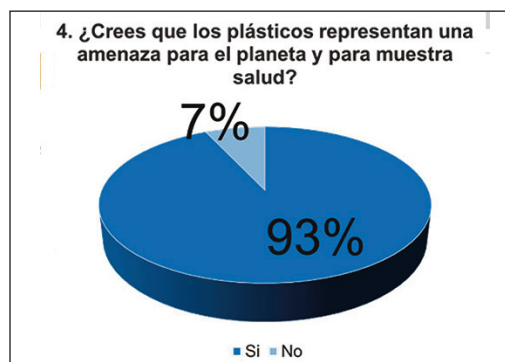


Fig. 5. Pregunta 4. Fuente: Elaboración propia



Fig. 6. Pregunta 5. Fuente: Elaboración propia



Fig. 7. Pregunta 6. Fuente: Elaboración propia

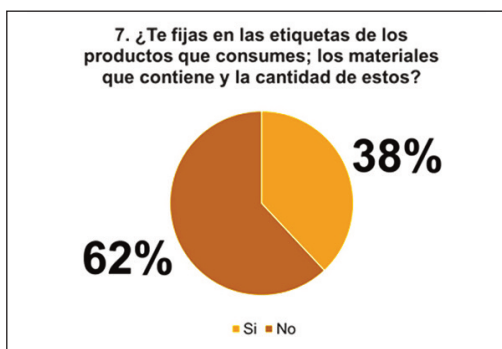


Fig. 8. Pregunta 7. Fuente: Elaboración propia



Fig. 9. Pregunta 8. Fuente: Elaboración propia

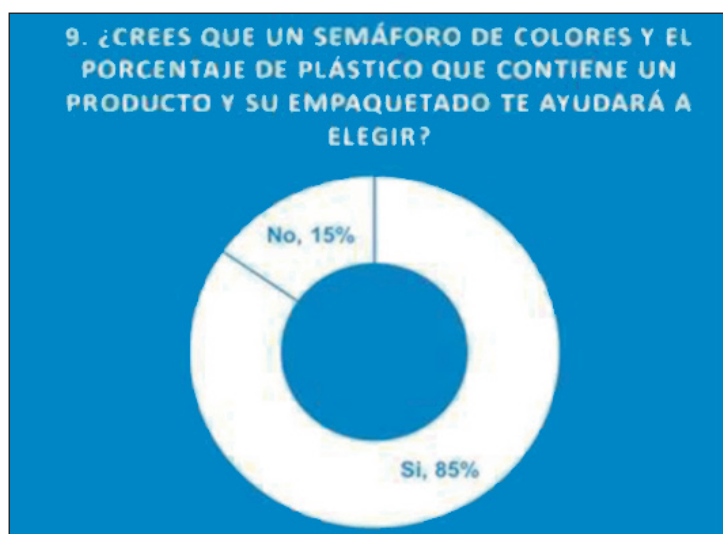


Fig. 10. Pregunta 9. Fuente: Elaboración propia

Sellos



Fig. 11. Sellos OPA. Fuente: Elaboración propia

Diagrama de procesos

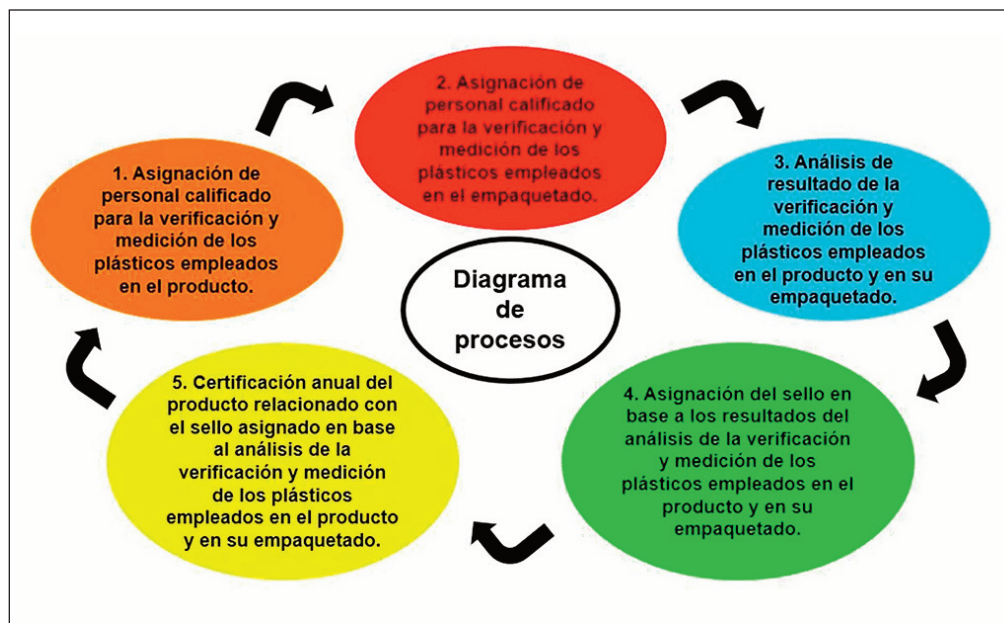


Fig. 12. Diagrama de procesos. Fuente: Elaboración propia

Galería de imágenes



Fig. 13. Fotografía de la elaboración del proyecto. Fuente: Elaboración propia



Fig. 14. Análisis de productos con plásticos. Fuente: Elaboración propia

Lista de Cotejo

OPA
Certification Agency

AGENCIA CERTIFICADORA OPA
Avenida Flores Norte 106. Fraccionamiento Heriberto Kehoe Vincent, Villahermosa, Tabasco, México.

Instrucciones: rellene la información requerida

Producto a evaluar	Modelo	Fecha de la certificación	Esta certificación es válida hasta la fecha

Unidades a evaluar en el empaque o producto	Porcentaje de plástico	X	Tipo de plástico y biodegradabilidad	Reciclabilidad		
	0-10 %	X1	Polietileno de baja densidad PEBD o LDPE 150 años	-2	4	-4 -6
	11-20 %	X1.5	Polipropileno PP 300 años	-4	5	-5 -9
	21-30 %	X2	Polietileno de alta densidad PEAD o HDPE 400-600 años	-8	2	-2 10
	31-40 %	X3	Polietileno (tereftalato) PET o PETE 500 años	-10	1	-1 11
	41-60 %	X6	Poli (cloruro de vinilo) PVC o V 1000 años	-18	3	-3 21
	61-80 %	X8	Poliestireno PS De 800 a 1400 años	-19	6	-6 25
	81-100 %	X10				

Fig. 15. Lista de cotejo. Fuente: Elaboración propia

Semáforo de color

Puntuación	Color
0 - 20	
21 - 40	
41 - 60	
61 - 80	
81 - 100	

Fig. 16. Semáforo de colores. Fuente: Elaboración propia

Costos

OPA (1 unidad)				
1. PRODUCCIÓN ESTIMADA: 100 CERTIFICACIONES				
2. COSTO VARIABLE				
CONCEPTO	PRESENTACIÓN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD POR UNIDAD	COSTO VARIABLE UNITARIO
Sueldo	Producto terminado	184,000	8000	1,824
Publicidad	Producto terminado	5000	1	5000
Costo total				6824
3. COSTO FIJO				
CONCEPTO		VALOR/MES		
RENTA		15,000		
WIFI Y ETHERNET		12,000		
GASOLINA		10,000		
AGUA		100		
LUZ		6000		
TOTAL		\$42100		
4. COSTO TOTAL = COSTOS VARIABLES + (COSTOS FIJOS / PRODUCCIÓN ESPERADA)				
Costo total unitario				7245
1. PRECIO DE VENTA DEL PRODUCTO				
PV= COSTO TOTAL + (COSTO TOTAL X 40%DE GANANCIAS)				
PV = 7245 + (7245 X 40%) = 10,143		2898– 28.5%		
PV= 7245 x (1-%ganancias) = 11592		4347– 40%		
2. PUNTO DE EQUILIBRIO				
PE= CF/(PV-CV)				
PE = 42100/ (11592- 6824)				
PE= 42100/4768				
PE= 8.8 UNIDADES				
PE= 102, 009.6 PESOS				
3. MARGEN BRUTO				
VENTAS=		1,159,200		
(-) COSTOS VARIABLES =		6824		
(-) COSTOS FIJOS =		42100		
=MARGEN BRUTO		1,110, 276		
% VENTAS		37.5%		

Fig. 17. Finanzas. Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de producto con el sello Opa



Fig. 18. Ejemplo del uso de los sellos OPA. Fuente: Elaboración propia



Bio-TARyS

Biotratamiento de Aguas Residuales y Superficiales



Fernanda Gamas Ocaña¹, Iris Saday Domínguez Montejo¹ & Rafael Cruz Cruz²

RESUMEN

El presente proyecto va dirigido como una opción para el tratamiento de aguas residuales y superficiales en la comunidad de Villa Ignacio Gutiérrez Gómez Tabasco, el cual será a partir de materias primas como la ceniza, almidón de yuca y moringa oleífera. Éstas son sometidas a procesos de molienda y deshidratación hasta obtener un polvo muy fino el cual será encapsulado para así poder dar un tratamiento adecuado a las aguas residuales por medio de una depuración y purificación. Se hace indispensable teniendo en cuenta las condiciones socio-económicas de las zonas urbanas y rurales donde en éstas, a las aguas residuales no se les da un tratamiento adecuado y son conducidas o derramadas en los ríos, lagunas o mantos freáticos provocando un índice mayor de contaminación en las aguas superficiales, lo cual hace muy llamativo la posibilidad de generar alternativas naturales con alto grado de eficiencia en el tratamiento de aguas para el consumo humano, fácil de llevar a cabo a un bajo costo como lo proponemos con el proyecto Bio-TARyS.

Palabras clave: tratamiento, aguas residuales, aguas superficiales, cenizas, almidón de yuca y Moringa Oleífera.

¹ Estudiantes del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tabasco (CECYTE). Plantel No. 6. Calle Josefa Ortiz de Domínguez en la Villa Ignacio Gutiérrez Gómez, C.P. 86465, H. Cárdenas, Tabasco.

² Asesor del proyecto

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

fernandagamas01@gmail.com
irissadaydominguezmontejo@gmail.com
rafitacc22@hotmail.com

Este artículo debe citarse como:

Fernanda Gamas Ocaña, F. & Domínguez Montejo, I.S. (2023). Bio-TARyS. *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCien. cías Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 87-101.

ABSTRACT

This project is intended as an option for the treatment of wastewater and surface in the community of Villa Ignacio Gutiérrez Gómez Tabasco, which will be from raw materials such as ash, cassava starch and Moringa Oleifera. These are subjected to grinding and dehydration processes until obtaining a very fine powder which will be encapsulated in order to give an adequate treatment to the wastewater by means of purification. It is essential to take into account the social-economic conditions of urban and rural areas where in these wastewater is not given adequate treatment and are conducted or spilled into rivers, lagoons or cold mantles causing a higher rate of pollution in surface waters, which makes very striking the possibility of generating natural alternatives with a high degree of efficiency in the treatment of water for consumption. human, easy to carry out at a low cost as we propose with the Bio-TARyS project.

Key words: treatment, wastewater, surface water, ash, cassava starch and Moringa Oleifera.

INTRODUCCIÓN

Para la ejecución del presente proyecto se ha escogido el poblado Ignacio Gutiérrez Gómez ubicado a 42.3 kilómetros en dirección Suroeste del municipio de H. Cárdenas Tabasco. Su topografía, biodiversidad y riqueza hídrica establece un lugar privilegiado para la flora y la fauna.

Teniendo en cuenta el estado actual de la comunidad en cuestión; dado por la explotación del suelo, así como el uso y el aprovechamiento de sus recursos hídricos, en lo relacionado a la calidad y volumen de sus aguas, resulta de primordial interés para los estudiantes del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tabasco plantel No. 6 establecer una alternativa para el cuidado del agua en pro de la comunidades que utilizan sus aguas para diversas actividades como pecuaria, bebederos de animales, actividades agrícolas, riego de cultivos y de también para uso doméstico; que sea una alternativa viable, económica y benéfica en cuanto al mejoramiento de las condiciones física-químicas y microbiológicas de las aguas residuales, lagunas y ríos.

HIPÓTESIS

La formulación de alternativas sostenibles para el tratamiento de aguas residuales y superficiales podría disminuir los casos de enfermedades originadas por la ingesta de agua contaminada, mejorando el medio ambiente en zonas donde la infraestructura de agua y saneamiento es insuficiente.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia de la utilización de almidón de yuca, Moringa Oleífera y cenizas al utilizarla como un coagulante primario en la purificación de aguas residuales y superficiales.

Objetivos específicos

1. Presentar alternativas para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes rurales del área de influencia.

JUSTIFICACIÓN

Con la presente investigación se pretende mejorar las condiciones de las aguas residuales y superficiales las cuales causan daños al medio ambiente. Con el tratamiento que se realizará se mejorarán las condiciones de los lugares donde éstas son depositadas, ya que algunas veces causan muerte a la fauna que habitan los ríos o lagunas, de igual forma afecta con malos olores en aire que pueden provocar enfermedades a las personas que habitan cerca de ellos.

Con el tratamiento de las aguas residuales se mejorará la calidad de vida de los habitantes, así como de igual forma se mejorará el medio ambiente.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La biorremediación no es el problema, el problema son las aguas residuales que no son tratadas de acorde como estipula Organización Mundial de la Salud (OMS) y que cada día causan más pérdida de seres humanos en el mundo, en específico en zonas rurales donde no existe algún tipo de tratamiento de biorremediación en los sistemas de aguas residuales así como superficiales. La relevancia del agua, surge de las propiedades de la misma, de sus reacciones bioquímicas, nutrientes y productos metabólicos, los cuales aportan nutrientes para el ser humano. Así, los usos del agua en la industria, en el comercio y en el consumo son ilimitadas, siendo la contaminación un riesgo para la salud y el medio ambiente. La contaminación del agua por componentes indeseables como cloruros, nitratos y metales que limitan la viabilidad del líquido y aumenta su toxicidad; a lo que son importantes los estudios sobre la viabilidad del uso de medios alternativos para su tratamiento (Pérez López, 2016).

Las fuentes de contaminación de las aguas en el sector de estudio son principalmente las actividades agrícolas y el uso de productos químicos para prevenir enfermedades en las cosechas. Estos químicos adicionan elementos alóctonos que se consideran fuentes contaminantes. Sumado a lo anterior, y no menos importante, es la actividad vacuna, porcina y aviar en el área, las que aportan desechos orgánicos al suelo que perco-

lan junto a las aguas de escorrentía pudiendo encontrar canales de permeabilidad vertical que los conduzcan hasta el acuífero, contaminando con coliformes totales y fecales las aguas subterráneas. Otra fuente de contaminación son los pozos sépticos y letrinas, debido a que la comunidad no dispone de servicio básico de recolección de aguas negras, sino que las mismas son trasladadas a los afluentes naturales superficiales (Bracho Fernández & Fernández Rodríguez, 2017)

Por tal, la innovación y el uso tanto de alternativas y tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas, permiten contar con diversas opciones para contar con el vital líquido básico para la vida y la salud; ya que consumir agua en mal estado representa una fuente de infección y causa de enfermedades gastrointestinales (Morató, Subirana, Gris, Carneiro, & Pastor, 2006).

MARCO TEÓRICO

Siguiendo con el análisis anterior, debe establecerse que el agua y la salud son indispensables, por lo que los problemas de la calidad de agua que aquejan a la población requieren de una atención adecuada. El fortalecimiento de la salud pública es un aspecto que conlleva a mejores condiciones de vida a nivel doméstico y comunitario. Así, la dimensión sociocultural de las dificultades ambientales globales y locales, cobra cada día más trascendencia cuando se trata de aportar soluciones, por ello el carácter concluyente de la participación de la comunidad en la gestión de las relaciones del medio ambiente y la salud (Hernández Vásquez, Chamizo Garcia, & Mora Alvarado, 2011). «El tratamiento de aguas residuales domésticas en asentamientos humanos dispersos es un problema que compete al desarrollo local sostenible, para el saneamiento de estas aguas han surgido una serie de tecnologías, una de ellas son las denominadas alternativas» (Díaz Cuenca, Alavarado Granados, & Camacho Calzada, 2012).

En este sentido, la ingeniería sanitaria es la rama de la ingeniería ambiental que emplea los principios básicos de la ciencia y de la ingeniería en los problemas de control de las aguas contaminadas. Esta disciplina, que se originó en los noventa, ha evolucionado de tal modo que se ha involucrado en la solución de los problemas del desarrollo de los servicios públicos, como el agua, con proyectos de saneamiento que evalúan los aspectos ambientales, económicos y sociales, tanto para las generaciones futuras como para las actuales. No obstante, también se requieren otros factores como el respeto, la participación comunitaria, la cohesión política y la sustentabilidad, para crear fórmulas de políticas públicas que sean aplicables en la realidad local (de Anda Sánchez, 2017).

Los efluentes agrícolas constituyen una importante fuente de contaminación del agua. Pueden diseñarse sistemas agrícolas para promover el tratamiento de las aguas residuales mediante humedales o franjas de protección. El trabajo dirigido a reducir estos efluentes puede contribuir a aliviar la presión sobre el ecosistema. Asimismo, pueden diseñarse sistemas agrícolas para reducir la utilización de productos agroquímicos que pueden terminar en escorrentías y masas de agua.

La ganadería es un productor de aguas residuales y puede causar la contaminación del agua. La influencia de la ganadería en la calidad del agua está relacionada con la concentración en el terreno, ya sea de puntos de agua donde los animales se congregan, o de contaminación procedente del estiércol y de los fertilizantes para los cultivos forrajeros, o de ambos. Pueden adoptarse prácticas de gestión con miras a evitar la contaminación del agua (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023).

Bajo este contexto, es fundamental la búsqueda de procedimientos eficaces y eficientes para el tratamiento del agua, con mayor ahínco en los denominados países en desarrollo, donde los efectos del agua contaminada ponen en riesgo a la mayor parte de la población de las zonas conurbadas y rurales. En esta tesitura se ha observado que el almidón es la reserva de carbohidratos más cuantiosa en las plantas, en el caso de la yuca se concentra especialmente en sus raíces, estableciendo una materia prima natural abundante, económica, renovable y totalmente biodegradable. La manufactura de proceso de raíces de yuca crea cerca de once millones de toneladas de corteza (desecho) y otros residuos, por tal se ha concluido sobre su uso en la adsorción de colorantes catiónicos tras la modificación química. «Implica la introducción de grupos funcionales (un átomo o un arreglo de átomos que le confiere propiedades características y un comportamiento químico determinado), generando cambios significativos en el comportamiento del almidón, la capacidad de gelatinización y las propiedades de retrogradación» (Centro de Comunicación de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Chile, 2021). De este modo, se ha evaluado la eficacia de remoción de contaminantes en el agua residual doméstica, aplicando un tratamiento de coagulación-floculación agregando el polímero natural almidón de yuca (Ortiz Alcocer, López Ocaña, Torres Balcazar, & Pampillón González, 2018).

Por otro lado, se ha encontrado que las cenizas resultantes de la combustión pueden ser aprovechadas en el tratamiento de aguas residuales.

El uso de estas cenizas procedentes de centrales energéticas tiene una gran utilidad en industrias que generen residuos tóxicos tales como me-

tales pesados (mercurio y cadmio) y colorantes, ya que facilita su eliminación con una gran efectividad. Tal y como sucede cuando se lleva a cabo un tratamiento mediante carbón activado, basta con poner las cenizas en contacto con el efluente contaminado. Para ello se hace pasar la corriente de agua a través de un filtro fijo, de forma que las cenizas absorban los contaminantes y dejen pasar el agua, ya limpia, por el filtro (Condorchem Enviro Solutions, 2023).

El uso de estas cenizas procedentes de centrales energéticas tiene una gran utilidad en industrias que generen residuos tóxicos tales como metales pesados (mercurio y cadmio) y colorantes, ya que facilita su eliminación con una gran efectividad. Tal y como sucede cuando se lleva a cabo un tratamiento mediante carbón activado, basta con poner las cenizas en contacto con el efluente contaminado. Para ello se hace pasar la corriente de agua a través de un filtro fijo, de forma que las cenizas absorban los contaminantes y dejen pasar el agua, ya limpia, por el filtro (Condorchem Enviro Solutions, 2023).

DIAGRAMA DE PROCESOS

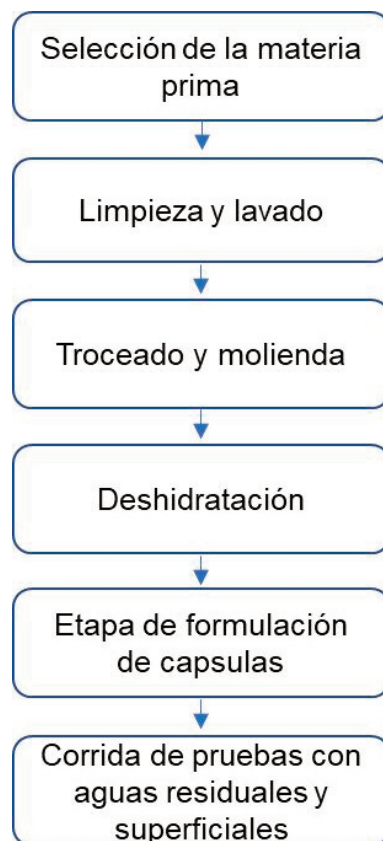


Diagrama 1

PROCESO METODOLÓGICO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Una de las primeras etapas en el desarrollo de la investigación es seleccionar la materia prima la cual se encuentra en nuestra comunidad como lo es Yuca, Moringa y Cenizas que quedan después del uso de la fogata en los hogares de las comunidades.



Fig. 1. Obtenida en la investigación



Fig. 2. Obtenida en la investigación



Fig. 3. Obtenida en la investigación

La materia prima es llevada al laboratorio escolar para ser limpiada, triturada de diversas maneras hasta obtener un polvo fino.



Fig. 4. Obtenida en la investigación

Posteriormente es sometido a un proceso de deshidratación el cual se puede realizar de manera natural o con equipos de secado para que este sea más rápido, pero deberá trabajarse con temperaturas relativamente bajas, para evitar que no se quemen.



Fig. 5. Obtenida en la investigación

Posterior a la deshidratación se volverá a realizar una molienda para obtener un polvo más fino que sea más manejable para la formulación de la mezcla.



Fig. 6. Obtenida en la investigación



Fig. 7. Obtenida en la investigación

La etapa de formulación de la mezcla de polvos de almidón de yuca, Moringa Oleífera y ceniza son fundamentales para obtener la dosis óptima para el tratamiento de las aguas contaminadas. Por esta razón deberá realizarse con una balanza especial que pueda pesar cantidades muy pequeñas para la formulación



Fig. 8. Obtenida en la investigación



Fig. 9. Obtenida en la investigación

La formulación de nuestra cápsula para el tratamiento de aguas residuales y superficiales contiene cierto porcentaje de almidón de yuca, un porcentaje de Moringa Oleífera y un porcentaje de cenizas.

Seguidamente se lleva a cabo la recolección de muestras de aguas contaminadas en diferentes puntos de las comunidades cercanas a la institución educativa, para su tratamiento.



Fig. 10. Obtenida en la investigación



Fig. 11. Obtenida en la investigación



Fig. 12. Obtenida en la investigación

Las muestras son sometidas al tratamiento de floculación, coagulación y filtrado.



Fig. 13. Obtenida en la investigación



Fig. 14. Obtenida en la investigación

Después de haber sometido las muestras al proceso de biorremediación con la formulación de Bio-TARyS se obtiene una limpieza por encima del 90% de eficiencia comparadas con las muestras iniciales.



Fig. 15. Obtenida en la investigación

RESULTADOS

Después de cuatro meses de investigación tanto bibliográfica como de campo en diversas partes de las nuestras comunidades cercanas, hemos podido demostrar que la combinación de almidón de yuca, Moringa Oleífera y de ceniza es una alternativa amigable con el ambiente y el ser humano, debido a que presenta una eficiencia sobre el 90 % en la eliminación de la turbidez del agua. Presentando una excelente floculación y coagulación de diversos contaminantes que llevan las aguas residuales y superficiales, haciendo más fácil su proceso de filtración para la obtención de agua más cristalina y con baja cantidad de microorganismos, que hace posible que éstas puedan ser utilizadas para actividades agroindustriales, agrícolas, de limpieza en hogares y edificios públicos.

Con relación al Ph de aguas residuales se ha tenido un promedio de 3.5 a 5.5 antes de su tratamiento y posteriormente al tratamiento de 6.5 a 7.8. (ver anexo 2)

Para las pruebas realizadas en aguas superficiales los Ph fueron 5.5 a 6.3 antes de su tratamiento y con un Ph posterior al tratamiento de 6.8 a 7.1 (Anexo 1 y 2)



Fig. 16. Obtenida en la investigación



Fig. 17. Obtenida en la investigación



Fig. 18. Obtenida en la investigación

Para el tratamiento de aguas residuales se utilizan dos cápsulas de 500 miligramos por cada dos litros de agua residual, y una cápsula de 500 miligramos para tratar un litro de agua superficial.

ANÁLISIS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a la remoción de turbidez de aguas residuales y superficiales con materiales orgánicos usados en nuestra mezcla formulada, resultaron factibles en las múltiples muestras que se recolectaron, dando resultados muy favorables para la recuperación de agua y esta pueda ser utilizada nuevamente en diversas actividades.

Cabe hacer mención que el presente proyecto está encaminado a demostrar la eficiencia de un sistema que no cause efectos nocivos para la salud y el medio ambiente, dirigido al mejoramiento de las condiciones físico-químicas y en la descontaminación para uso doméstico o agroindustrial entre otros.

TRABAJO A FUTURO

1. Realizar en próximas fechas un análisis microbiológico a las muestras antes y después de su tratamiento.
2. Realizar pruebas físico-químicas.
3. Desarrollar un proyecto de tratamiento de aguas residuales y superficiales en comunidades donde no hay acceso a agua potable.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente proyecto donde se aplicó el proceso de purificación de aguas residuales y superficiales, por floculación y coagulación con una mezcla de almidón de yuca, Moringa Oleífera y cenizas como alternativa de biorremediación, comprueba la eficacia en la remoción de sólidos suspendidos, donde se obtuvo una remoción superior al 90 %. Demuestra una posibilidad viable y eficiente de la aplicación de este floculante natural a las fuentes hídricas de nuestra región.

Se pudo verificar la gran ventaja que representa la utilización de la formulación del proyecto Bio-TARyS en el mejoramiento de las aguas contaminadas. Es un producto 100 % natural y que por ende no causa ningún perjuicio o efecto nocivo a la salud además tiene un menor costo en comparación con los floculantes químicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bracho Fernández, I., & Fernández Rodríguez, M.** (2017). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. *Minería y Geología*, 341-352.
- Centro de Comunicación de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Chile.** (21 de febrero de 2021). Centro de Comunicación de las Ciencias

- de la Universidad Autónoma de Chile. Obtenido de Almidón de yuca para combatir la contaminación de las aguas: https://ciencias.uaunoma.cl/noticias/almidon_de_yuca/
- Condorchem Enviro Solutions.** (2023). Condorchem Enviro Solutions. Obtenido de Cenizas y carbón activo para el tratamiento de aguas residuales: <https://condorchem.com/es/blog/cenizas-y-carbon-activo-para-el-tratamiento-de-aguas-residuales/>
- de Anda Sánchez, J.** (2017). Saneamiento descentralizado y reutilización sustentable de las aguas residuales municipales en México. *Sociedad y Ambiente*, 119-143.
- Díaz Cuenca, E., Alavarado Granados, A., & Camacho Calzada, K.** (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya México. *Quivera*, 78-97.
- Hernández Vásquez, L., Chamizo Garcia, H., & Mora Alvarado, D.** (2011). Calidad del agua para consumo humano y salud: dos estudios de caso en Costa Rica. *Rev Costarr Salud Pública*, 21-26.
- Morató, J., Subirana, A., Gris, A., Carneiro, A., & Pastor, R.** (2006). Tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de aguas residuales. *Revista Lasallista de Investigación*, 19-29.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (2023). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de Servicios ecosistémicos y biodiversidad: <https://www.fao.org/ecosystem-servicesbiodiversity/background/regulating-services/es/>
- Organización Mundial de la Salud.** (13 de septiembre de 2023). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Agua para consumo humano: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Ortiz Alcocer, V., López Ocaña, G., Torres Balcazar, C., & Pampillón González, L.** (2018). Almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) como coadyuvante en la coagulación floculación de aguas residuales domésticas. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 1-29.
- Pérez López, E.** (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 3-14.

ANEXO 2

Tomas de muestras de aguas residuales en la calle Francisco I. Madero, ubicada en el poblado Ignacio Gutiérrez Gómez de H. Cárdenas, Tabasco. 17 de marzo de 2023.

No.	Muestras en ml	Agua Residual Ph	Agua Residual postratamiento Ph
1	1000	3.8	6.8
2	1000	3.8	6.7
3	1000	5.5	6.5
4	1500	3.8	6.7
5	1000	5.6	7.0
6	1500	5.6	6.8
7	1500	4.5	7.0
8	1500	4.6	6.9
9	2000	4.7	6.0
10	2000	3.9	6.8
11	1000	5.6	7.3
12	1000	5.0	7.3
13	1500	5.7	7.4
14	2000	4.0	6..8

ANEXO 3

Toma de muestra de aguas superficiales en el río San Felipe, de Ignacio Gutiérrez Gómez. 17 de marzo de 2023.

No.	Muestras en ml	Agua superficial Ph	Agua superficial postratamiento Ph
1	2000	6.0	7.2
2	2000	5.8	6.9
3	2000	6.3	6.9
4	2000	5.5	7.1
5	2000	5.5	7.0
6	2000	5.8	7.0
7	2000	5.8	7.0
8	2000	5.0	6.8
9	2000	5.0	6.8
10	2000	5.0	6.8
11	2000	5.0	6.9
12	2000	5.0	7.0
13	2000	6.1	7.0
14	2000	6.3	7.0



Elaboración de hojas de papel a base de seudotallo de plátano



Camila Velázquez Rosique¹, Cristina Sandoval Morales¹,
Héctor González Hernández¹ & Karla Moreno Laguna²

RESUMEN

En este proyecto se utilizó el seudotallo de plátano para elaborar hojas de papel, que logran ser una ruta viable para disminución del uso de las hojas convencionales hechas de árbol. Obtener la materia prima es muy sencillo puesto que Tabasco es uno de los cinco principales productores de plátano a nivel nacional, por lo que aprovechar esta materia reduciría la generación de desechos y la tala de árboles.

En la comunidad estudiantil del Colegio Latino las hojas de papel de seudotallo de plátano serían bien aceptadas para reducir el consumo de hojas de papel convencional.

Palabras clave: Plátano, papel, desecho

ABSTRACT

In this project, the banana pseudostem was used to produce paper sheets, which are a viable route to reduce the use of conventional tree leaves. Obtaining the raw material for its production is very simple since Tabasco is one of the five main banana producers at a national level, so taking advantage of this material would reduce the generation of waste and the felling of trees.

In the Colegio Latino student community, banana pseudostem paper sheets would be well accepted to reduce the consumption of conventional paper sheets.

¹ Estudiantes de Nivel Medio Superior en el Colegio Latino, Olivos s/n, fraccionamiento Los Reyes Loma Alta, C.P. 86500, H. Cárdenas, Tabasco.

² Asesora del proyecto

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

h.tito.hernandez06@gmail.com
camila2005vr@gmail.com
cristism2006@gmail.com.

Este artículo debe citarse como:

Velázquez-Rosique, C., Sandoval-Morales, C. & González-Hernández, H. (2023). Elaboración de hojas de papel a base de seudotallo de plátano. *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023*. Universidad Olme-ca. pp. 103-110.

Key words: Banana, paper, waste

INTRODUCCIÓN

El estado de Tabasco es una de las cinco principales entidades productoras de plátano en México, donde se pueden observar hectáreas de cultivos de plátano, con una producción en el año 2022 entre las 250 000 y 300 000 toneladas.

El seudotallo es el desecho mayoritario en la producción de plátano, debido a que a nivel industrial su aplicación ha sido escasamente aprovechada. Algunas aplicaciones que se han tenido son: abonos, artesanías, producción de etanol, recipientes biodegradables, papel, entre otros.

El seudotallo de plátano se considera una madera suave, y está constituido principalmente por celulosa, hemicelulosa, lignina y almidón.

JUSTIFICACIÓN

La tala excesiva de árboles ha provocado diversos problemas al medioambiente por lo que es importante considerar una alternativa factible a esta situación que, además, contribuya a la reducción de los desechos generados de la planta del plátano.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De la planta de los cultivos de plátano únicamente es comerciable el 12 %, que es el fruto. El porcentaje restante termina siendo residuo agrícola. Estos cultivos generan casi 4 millones de toneladas métricas de residuos al año, además, tardan muchos meses en degradarse, y al enterrarlos generan una presión muy alta al suelo, líquidos tóxicos y malos olores que afectan considerablemente al medio ambiente y hasta ahora, no hay una alternativa para el manejo eficiente de estos residuos agroindustriales, si se logra sacar las fibras, los procesos de degradación serían mucho más rápidos y se les daría un mejor uso.

HIPÓTESIS

Con este proyecto se obtienen hojas de papel con el seudotallo de la planta del plátano, con características similares a la de una hoja de papel tradicional.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar hojas de papel a base del seudotallo de plátano, con características similares al papel comercial, como una opción viable para la reducción de tala de árboles.

MARCO TEÓRICO

Deforestación

México ocupa uno de los primeros lugares en tasas de deforestación en el mundo.

De acuerdo con el informe *Estimación de la tasa de deforestación bruta en México para el periodo 2001-2018 mediante el método de muestreo*, de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), para 2018 se estimaba una tasa anual de deforestación de 166 337 hectáreas. Esto representa más del doble que 17 años atrás, cuando se estimaba una tasa total de 79 677 hectáreas deforestadas. El año de mayor deforestación en México fue 2016 con una tasa de 350 298 hectáreas deforestadas.

Debido a las temporadas largas de sequía y las escasas lluvias en Tabasco han provocado que en los últimos 80 años se haya perdido el 44 % de las zonas selváticas y de bosques, a su vez por la tala de árboles y el cambio de uso de suelo por la ganadería, actualmente quedan 263 000 kilómetros cuadrados de bosques y humedales.

El impacto del cultivo del plátano en Tabasco

De acuerdo con las fuentes del gobierno de México, en el año 2022 el plátano se encontró dentro de las principales ventas internacionales del estado de Tabasco y gracias al trabajo diario de las y los productores el cultivo de plátano se ubicó como el cuarto fruto más producido en el ciclo agrícola, solo por detrás de la naranja, el limón y el aguacate.

Sin embargo, así como genera una gran cantidad de trabajos, también lo es de desechos por parte de la planta del plátano, siendo este un problema debido a que solo el 20 % de la planta es comerciable y lo demás es residuo, este genera 4 millones de toneladas métricas de desechos al año; en conjunto se demora mucho tiempo en degradarse y al enterrarlos generan una presión muy alta al suelo, malos olores y líquidos tóxicos que afectan considerablemente al medio ambiente.

Morfología de la planta del plátano

La planta de plátano se considera una hierba de gran tamaño porque sus partes aéreas mueren y caen al suelo cuando termina la estación de cultivo, y es perenne porque de la base de la planta surge un brote llamado *hijo*, que reemplaza a la *planta madre*. El

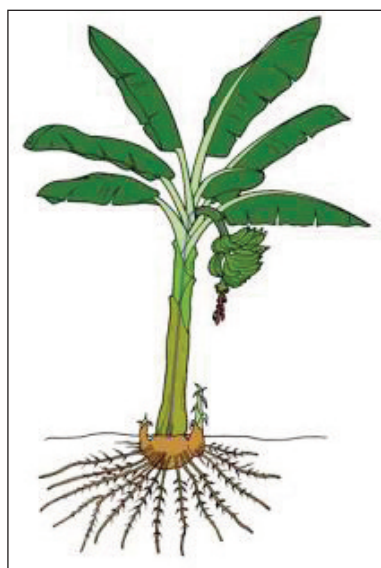


Imagen 1. Identificación del pseudotallo de plátano

término utilizado para designar a la planta madre, sus hijos y el rizoma, que es el tallo verdadero que se encuentra debajo de la tierra, es *mata*. Lo que parece ser el tronco es, en realidad, un pseudotallo. Ver **imagen 1**.

PROCESO METODOLÓGICO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Para conseguir el papel hecho a base del pseudotallo de plátano se siguió el siguiente procedimiento.

1. Obtención del pseudotallo del plátano. Ver **imagen 2**.
2. Después de eso, cortar el pseudotallo en pequeños pedazos.
3. Posteriormente, hervir el pseudotallo que fue cortado para un mejor manejo, y dejar aproximadamente una hora a fuego medio y en constante movimiento.
4. Una vez hervida, triturar los pedazos en la licuadora hasta el punto de obtener una pasta consistente, tal como se muestra en la **imagen 3**.
5. Después, tamizar dos veces por coladores de diferentes tamaños para recolectar.
6. Esparcir la pasta por el tamiz dando la forma de una hoja de papel. Ver **imagen 4**.
7. Por último, dejar secar hasta obtener las hojas de papel. Ver **imagen 5**.

RESULTADOS

De acuerdo con el procedimiento desarrollado, se logró obtener una hoja con características similares a una hoja convencional, con un color café claro y relativamente rugoso, lo que la hace bastante resistente y firme.

Aunado a la parte experimental del proyecto, se realizó una encuesta a 30 estudiantes del Colegio Latino, de la ciudad de Cárdenas, Tabasco, con el objetivo de conocer su opinión sobre los residuos que se generan anualmente de las matas de plátano y qué tan aceptada puede ser una hoja de papel elaborada con pseudotallo de plátano. La gráfica de los datos recopilados y las preguntas presentadas se encuentran en la sección de anexos.

Estos fueron los resultados:

- Casi 80 % de los encuestados cree que las hojas a base de plátano tendrían la misma utilidad que unas hojas convencionales, y que también las utilizarían sin ningún problema.



Imagen 2. Mata de plátano siendo cortada

- Más de 50 % de los estudiantes encuestados no considera que los desechos de la mata del plátano sean un problema, debido al desconocimiento del tema.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con base en los resultados alcanzados en este proyecto, se observó que la hoja de papel a base de seudotallo de plátano es de fácil elaboración y la materia prima es accesible. Al final, la hoja cumple la misma función de las hojas convencionales y su aprovechamiento puede lograr la reducción de desechos generados por la mata de plátano.

En la comunidad de estudiantes del Colegio Latino el uso de la hoja a base de seudotallo de plátano sería bien aceptado.

Futuras líneas de investigación

Aplicaciones y usos de las hojas obtenidas del seudotallo de plátano.

CONCLUSIONES

Con base al resultado obtenido en este proyecto de investigación, concluimos que:

- La hoja obtenida a base de pseudotallo de plátano presenta características similares a una hoja de papel comercial, lo que permite considerar esta actividad una opción viable para implementar en la obtención de este producto.
- Si es aprovechado el seudotallo de plátano para elaborar hojas de papel, se podría reducir la tala de árboles.
- Gran parte de la comunidad estudiantil del Colegio Latino está dispuesta a emplear hojas de papel elaboradas con residuos de la mata de plátano y colaborar con el aprovechamiento de este residuo.

BIBLIOGRAFÍA

Gobierno de México. Data México. (s.f.) Acerca de Tabasco. <https://datamexico.org/es/profile/geo/tabascotb?workforceSelector=salary-Option>

Gobierno de México. Data México. (s.f.) Bananas, Incluidos los Plátanos "Plantains", Frescos o Secos. <https://datamexico.org/es/profile/product/bananas-including-plantains-plantains-fresh-or-ried?redirect=true>



Imagen 3. Pedazos de seudotallo siendo triturados



Imagen 4. Pasta esparcida por el tamiz.



Imagen 5. Hojas de papel obtenidas del seudotallo de plátano

- Robinson, J.C. y V. Galán Saúco.** 2010. Plátanos y bananas. Mundi-Prensa. 336p. <http://www.paraninfo.es/catalogo/9788484765424/PI%C3%A1tanos-y-bananas>
- Vezina, A.** (2020, 15 julio). Morfología de la planta del banano. Improving the understanding of banana. Recuperado 24 de octubre de 2020, de <https://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano>
- Watkins, D.** (2017, 20 noviembre). Cuáles son las partes de una planta de banano. ehowenespanol. Recuperado 21-10-24, de https://www.ehowenespanol.com/cuales-son-partes-planta-bananoinfo_314564/

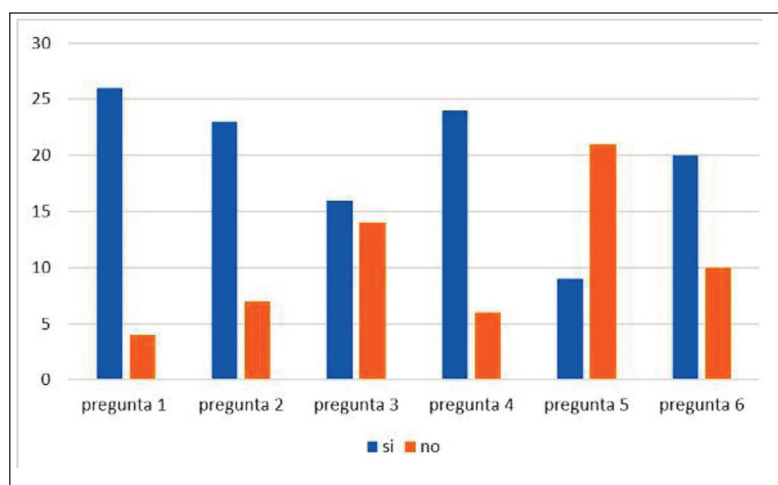


Imagen 6. Gráfica de los datos obtenidos en la encuesta

ANEXOS

Encuesta realizada a 30 alumnos del Colegio Latino de la ciudad de Cárdenas, Tabasco.

Preguntas:

1. ¿Sabías que Tabasco es uno de los mayores productores de plátano?
2. ¿Crees que los desechos de la mata de plátano sean un problema ambiental?
3. ¿Crees que se puede hacer papel a base de una planta?
4. ¿Sabías que se puede hacer papel a base del seudotallo de plátano?
5. ¿Crees que una hoja de papel elaborada a base de mata de plátano sea igual de funcional como una convencional?
6. ¿Utilizarías una hoja elaborada a base de la mata del plátano?

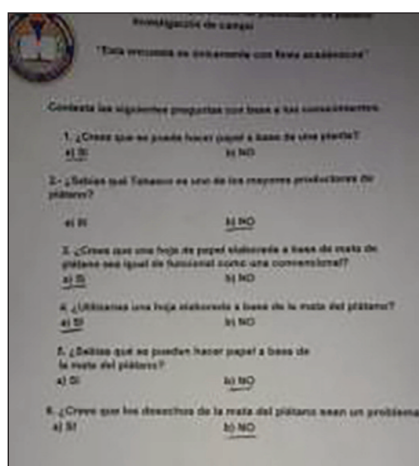


Imagen 7. Encuesta física



Imagen 8. Primer prototipo de la hoja a base de seudotallo de plátano



Las Superfantásticas



María José Bautista Gil¹, Ingri Casandra López Domínguez¹ & Nahum Nolasco Caba²

RESUMEN

La salud mental es un estado de bienestar por medio del cual los individuos reconocen sus habilidades, son capaces de hacer frente al estrés normal de la vida, trabajar de forma productiva y fructífera, y contribuir a sus comunidades. «La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades». Estos últimos meses hemos observado en las noticias que, en Villahermosa, Tabasco, han aumentado los suicidios en adolescentes, y esto significa que el índice de depresión y ansiedad está aumentando, por esto en el siguiente proyecto explicamos una sugerencia de un nuevo plan que se puede agregar a todas las escuelas de nivel bachillerato como principal objetivo. Está basado en dos fases: Test fantástico: este test consiste en una serie de preguntas que se basan en las letras de la palabra fantástico: familia, amigos, nutrición, alcohol, sueño, tipo de personalidad, integridad, conductas sexuales y otras conductas. Este es diseñado para conocer la vida fantástica de las personas, con los resultados realizamos gráficas y logramos identificar que la depresión y ansiedad existen en un alto porcentaje en los alumnos del nivel de bachillerato del Instituto Patria Nueva. Asignación de asesores: se realizaron diversas actividades de relajación con los alumnos como yoga, meditación, aromaterapia.

¹ Estudiantes del Instituto Patria Nueva. Nicolás Bravo # 218, Colonia Tamulté de las Barrancas, C.P. 86150. Villahermosa, Tabasco.

² Asesor del proyecto.

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

pf0258@patrianueva.edu.mx

Este artículo debe citarse como:

Bautista-Gil, M.J. & López-Domínguez, I.C. (2023). Las Superfantásticas. *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 111-119

pia, entre otros. Al realizar este proyecto nos dimos cuenta de que realmente con acciones simples podemos ayudar a las personas, primero debemos pensar cuál es el problema que los aqueja para lograr ayudar y realizar un cambio, no solo en nuestra escuela, sino en Villahermosa, Tabasco.

Palabras clave: Salud mental, suicidio, actividades de relajación

ABSTRACT

Mental health is a state of well-being through which individuals recognize their abilities, are able to cope with the normal stresses of life, work productively and fruitfully, and contribute to their communities. «Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of infirmity or disease». In recent months we have observed in the news that in Villahermosa, Tabasco, adolescent suicides have increased, and this means that the rate of depression and anxiety is increasing, for this reason in the following project we explain a suggestion for a new plan that can be added to all high school level schools as the main objective. It is based on two phases: Fantastic Test: This test consists of a series of questions based on the letters of the word fantastic, family, friends, nutrition, alcohol, sleep, personality type, integrity, sexual behaviors, and other behaviors. This is designed to know the fantastic life of people, with the results we made graphs and we were able to identify that depression and anxiety exist in a high percentage in the students of the baccalaureate level of the Patria Nueva Institute. Assignment of advisors: various relaxation activities were carried out with the students such as yoga, meditation, aromatherapy, among others. When carrying out this project we realized that with simple actions we can really help people, first we must think about what is the problem that afflicts them in order to help and make a change, not only in our school, in Villahermosa, Tabasco.

Key words: Mental health, suicide, relaxation activities

INTRODUCCIÓN

La salud mental es un estado de bienestar en el cual cada individuo desarrolla su potencial, puede afrontar las tensiones de la vida, puede trabajar de forma productiva y fructífera, y puede aportar algo a su comunidad. El objetivo de este proyecto es analizar los hábitos fantásticos de vida que presentan los estudiantes del nivel de bachillerato del Instituto Patria Nueva en Villahermosa, Tabasco. Se creó una encuesta sobre la salud mental de los alumnos de bachillerato.

JUSTIFICACIÓN

La realización de este proyecto es muy importante ya que, con el test FANTÁSTICO que presentamos a los alumnos logramos identificar si tienen una vida saludable, con estos resultados observamos el nivel de salud mental que tienen los estudiantes del nivel bachillerato del Instituto Patria Nueva.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos meses han aumentado los suicidios en Villahermosa, Tabasco. Por esto decidimos empezar a crear un cambio iniciando por nuestra escuela.

«En 2020 se registraron 48 000 casos de ciberbullying durante la cuarentena derivada de la COVID-19, según la organización no gubernamental Bullying Sin Fronteras.

Por su parte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) señala que entre 2017 y 2019 las víctimas de ciberacoso dentro de los 12 a los 17 años se incrementaron 32 por ciento a nivel nacional. Tan solo en 2019, al menos 27 por ciento de los adolescentes fueron víctimas de este delito (*Día Presente*, 2023).

En las gráficas presentadas, Tabasco registró, durante el año 2021, 112 defunciones por suicidio, lo que representa un 8.5 por ciento del total de muertes que se presentaron en el periodo estudiado.

Además, el INEGI precisó que el suicidio en Tabasco representa una tasa de 4.5 casos por cada 100 000 habitantes y se trata de una incidencia que se presenta mayormente en hombres, aunque no se precisan mayores detalles por entidad.

Sin embargo, según el estudio, a nivel nacional el suicidio es la tercera causa de muerte en las edades de 10 a 14 años de edad, así como en el grupo etario de 15 a 24 años de edad. (Vinagre, 2022).

Además, informó que ocho de cada diez pacientes que llegan a consulta al hospital psiquiátrico sufren depresión y ansiedad.

El galeno indicó que la conducta de suicidio es muy variable, tiene subidas y bajadas, desde luego que este fenómeno pandémico tiene su representación, «hay incidencias notables no solo en los desórdenes depresivos sino en los desórdenes de ansiedad, y las personas anteriormente predispuestas o que son recurrente más los nuevos casos, que nunca van a dejar de presentarse, están incidiendo». (*Tabasco Hoy*, 2023).

HIPÓTESIS

A través de la estrategia de interacción entre los alumnos de bachillerato se observarán cambios en la actitud, mejorando su salud mental.

OBJETIVOS

Objetivo general: Conocer los problemas de salud mental que existen en los adolescentes de Instituto Patria Nueva del nivel bachillerato.

Objetivos específicos:

- Aplicar el test FANTÁSTICO para conocer los hábitos de vida de los estudiantes del nivel bachillerato.
- Analizar el estado de salud mental de los alumnos del nivel bachillerato.
- Asignar un tutor de sexto semestre a los alumnos de acuerdo a los resultados del test FANTÁSTICO.

MARCO TEÓRICO

La depresión es un trastorno mental caracterizado fundamentalmente por un bajo estado de ánimo y sentimientos de tristeza, asociados a alteraciones del comportamiento, del grado de actividad y del pensamiento.

Muchos factores pueden causar depresión, como: alcoholismo o consumo de drogas; afecciones médicas como cáncer o dolor crónico a largo plazo; situaciones o hechos estresantes en la vida, como pérdida de trabajo, divorcio o fallecimiento de un cónyuge u otro miembro de la familia.

Salud mental del adolescente en 2021 define que la depresión es una enfermedad común pero grave que interfiere con la vida diaria, con la capacidad para trabajar, dormir, estudiar, comer y disfrutar de la vida. La depresión es causada por una combinación de factores genéticos, biológicos, ambientales y psicológicos.

La ansiedad es una reacción normal y saludable que se activa ante una amenaza o un peligro. La ansiedad se convierte en trastorno de ansiedad cuando esta reacción se activa en situaciones habitualmente no amenazantes/peligrosas o de manera persistente, hasta el punto que interfiere de manera importante en la vida diaria. (Clínic Barcelona, 2019).

PROCESO METODOLÓGICO DE DESARROLLO DEL PROYECTO

El test FANTÁSTICO consiste en una serie de preguntas que se presentan por cada una de las letras de la palabra que significa Familia, Amigos, Nutrición, Tabaco, Alcohol, Sueño, Tipo de personalidad, Introspección, Conductas sexuales y Otras conductas.

El test FANTÁSTICO fue presentado por medio de Google Forms por el cual solo los estudiantes del nivel de bachillerato del Instituto Patria Nueva lograron ingresar con sus correos institucionales.

Las Superfantásticas buscamos que los alumnos del nivel bachillerato

logren tener una vida fantástica, tenemos en cuenta que esto depende de muchos factores pero basándonos en el test que presentamos, nos debemos enfocar en el tema de la salud mental, como tema principal la depresión y ansiedad.

Sabemos que uno de los factores por los cuales se empeora la salud mental de los alumnos es que no tienen una forma para desestresarse, así que implementamos actividades para disminuir el nivel de estrés.

Durante las actividades de los alumnos se realizaron técnicas de relajación:

- yoga: es una práctica que conecta el cuerpo, la respiración y la mente;
- aromaterapia: es una rama terapéutica alternativa que se apoya en las propiedades de los aceites esenciales que se extraen de plantas aromáticas;
- masajes: la Organización Mundial de la Salud asegura que cada vez que una persona se realiza un masaje es «como tomarse un remedio natural»;
- meditación: está considerada un tipo de medicina complementaria para mente y cuerpo. La meditación puede producir un estado de relajamiento profundo y una mente tranquila;
- musicoterapia: consiste en usar las respuestas y conexiones de una persona con la música para estimular cambios positivos en el estado de ánimo y el bienestar general;
- terapia del triángulo: una nueva técnica transmitida para equilibrar y unificar alma, cuerpo y mente mediante la regularización de los campos energéticos y de redes neuronales del sistema nervioso central y sistema neurovegetativo;
- hidroterapia: es un tipo de tratamiento que utiliza el agua para relajar y fortalecer las articulaciones, aliviar posibles dolores y promover el movimiento corporal (Medicina alternativa, 2020).

RESULTADOS

Con la ayuda del test logramos identificar que nuestra escuela tiene índices altos de depresión y ansiedad, con estos resultados realizamos gráficas para tener una mejor resolución de todo el proyecto.

Logramos cumplir con nuestro objetivo que consiste en implementar técnicas de relajación, no solo buscamos disminuir el índice de depresión y ansiedad de los estudiantes de bachillerato del Instituto Patria Nueva, buscamos que este proyecto se implemente en Colegio de Bachilleres de Tabasco,

ya que durante los últimos meses han aumentado los suicidios en el estado.

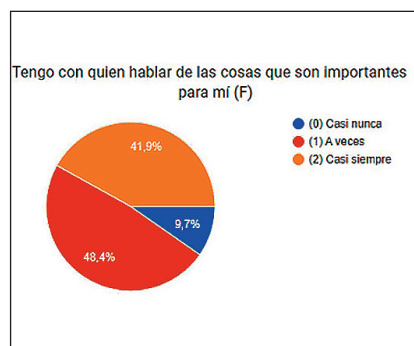


Fig. 1. Gráfica que muestra el total de alumnos que respondieron a la pregunta «Tengo con quien hablar de las cosas que son importantes para mí».

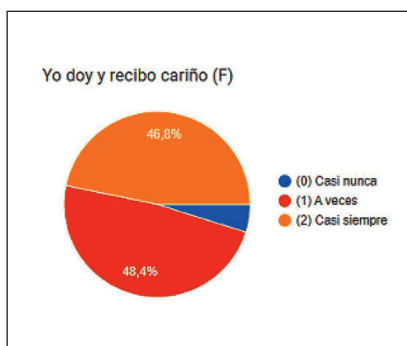


Fig. 2. Gráfica que muestra el total de alumnos que respondieron a la pregunta «Yo doy y recibo cariño».

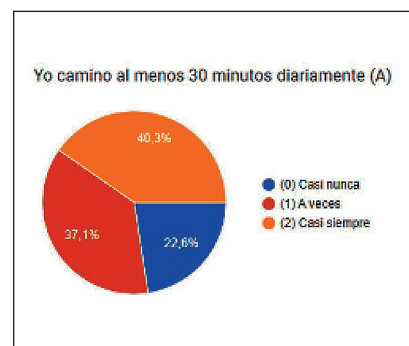


Fig. 3. Gráfica que muestra el total de alumnos que respondieron a la pregunta «Yo camino al menos 30 minutos diariamente».

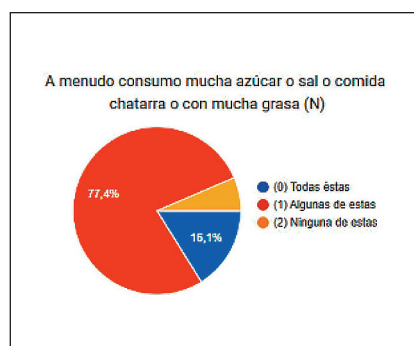


Fig. 4. Gráfica que muestra el total de alumnos que respondieron a la pregunta «A menudo consumo mucha azúcar o sal o comida chatarra con mucha grasa».

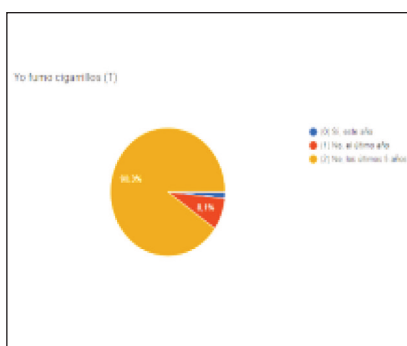


Fig. 5. Gráfica que muestra el total de alumnos que respondieron a la pregunta «Yo fumo cigarrillos».



Fig. 6. Gráfica que muestra el total de alumnos que respondieron a la pregunta «Bebo más de cuatro tragos en una misma ocasión».

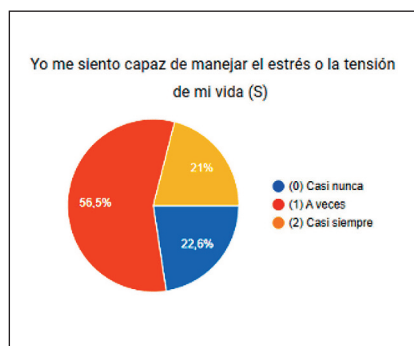


Fig. 7. Gráfica que muestra el total de alumnos que respondieron a la pregunta «Yo me siento capaz de manejar el estrés o la tensión de mi vida».

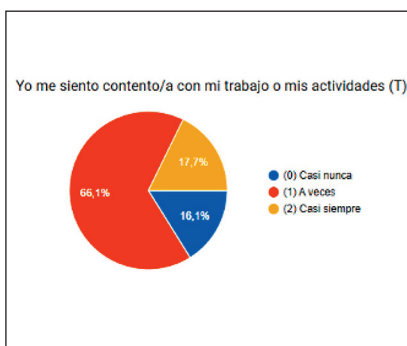


Fig. 8. Gráfica que muestra el total de alumnos que respondieron a la pregunta «Yo me siento contento con mi trabajo o mis actividades».



Fig. 9. Gráfica que muestra el total de alumnos que respondieron a la pregunta «Me siento deprimido o triste».

Análisis de resultados y discusiones (Futuras líneas de investigación)

1. Reducir el nivel de depresión, ansiedad y estrés que pueden llegar a presentar los alumnos.
2. Consolidar este proyecto como un programa interno en el que se considere la participación de docentes, alumnos, padres de familia y área de psicología.
3. Proponer la puesta en marcha de este proyecto como un programa para planteles privados y públicos, para así conocer los problemas de salud mental de los estudiantes del nivel bachillerato.

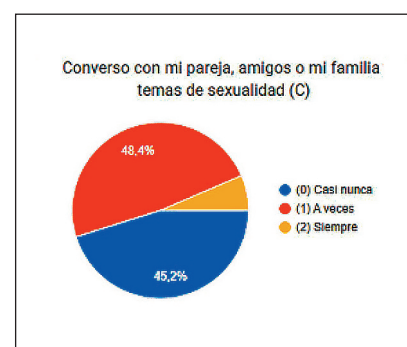


Fig. 10. Gráfica que muestra el total de alumnos que respondieron a la pregunta «Converso con mi pareja, amigos o mi familia sobre temas de sexualidad».

CONCLUSIONES

En este proyecto logramos identificar problemáticas con las que se enfrentan los jóvenes del nivel bachillerato como el consumo de sustancias, relaciones interpersonales y la salud mental, en especial el estrés, ansiedad y depresión. En ese sentido, la mayoría de los jóvenes tenemos problemas y preferimos no comentarle a padres, docentes o psicólogos, y se busca ayuda en amigos, información en internet, redes sociales o en personas que no tienen el conocimiento o experiencia en esos temas, lo que genera mayor confusión y toma de decisiones equivocada. Por ello, es importante realizar este tipo de proyectos para identificar los problemas e implementar estrategias específicas para reducir los índices de ansiedad o depresión y mejorar la salud mental de los alumnos del nivel bachillerato.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, J. S. (2015). Estilos de vida saludables: un derecho fundamental en la vida del ser humano. *Revista latinoamericana de derechos humanos*, 26(2), 37-51.
- González-Forteza, C., Hermosillo de la Torre, A. E., Vacío-Muro, M. D. L. Á., Peralta, R., & Wagner, F. A. (2015). Depresión en adolescentes. Un problema oculto para la salud pública y la práctica clínica. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 72(2), 149- 155.
- Veytia-López, M., Guadarrama Guadarrama, R., Márquez Mendoza, O., & Fajardo Gómez, R. J. (2016). Mindfulness y síntomas de depresión en adolescentes mexicanos estudiantes de bachillerato. *Actualidades en Psicología*, 30(121), 39-48.
- Ciberbullying ocurre más entre secundaria y preparatoria en México: organización. (s. f.). *Diario Presente*. <https://www.diariopresente.mx/investigaciones/ciberbullying-seda-entre-jovenes-de-12-y-17-anos/371039>

- Zoppi, L.** (2021, 15 agosto). Musicoterapia: Tipos y beneficios para la ansiedad, la depresión y más. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/terapia-musical-musicoterapia>
- Vinagre, C.** (2022, 10 agosto). Suicidio, representa 8.5 % de las Tabasco. defunciones en Tabasco. XEVT. <https://www.xevt.com/policiaca/85-de-las-defunciones-entabasco-por-suicidio/225691>
- Tabasco Hoy.** (2023, 14 febrero). Depresión y ansiedad aquejan a tabasqueños. Recuperado 18 de febrero de 2023, de <https://www.tabasco-hoy.com/depresion-y-ansiedad-aquejan-atabasquenos/>
- Relajación para la depresión.** (s.f.). Cochrane. https://www.cochrane.org/es/CD007142/DEPRESSN_relajacion-para-la-depresion

ANEXOS

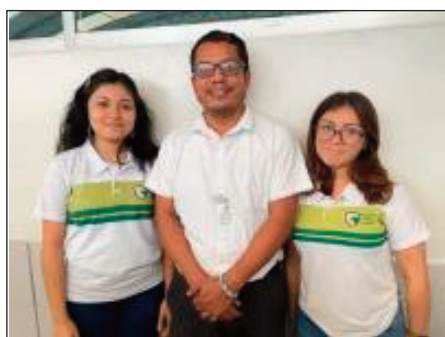


Fig. 11 Equipo Las Superfantásticas con asesor



Fig. 12 Las Superfantásticas



Michelle Escalante Rojas¹ & Jocelyne de la Cruz Winzig²

RESUMEN

El artículo 10 de los derechos de las niñas, niños y adolescentes (NNA) establece como objetivo la inclusión de niñas, niños y adolescentes con discapacidad a la educación de excelencia, donde se puede identificar un área de oportunidad con respecto a la mención sobre el futuro de México. Debido a la problemática encontrada en la educación actual y la sociedad, se buscó una solución mediante la implementación de las nuevas tecnologías hacia la enseñanza, y qué mejor para el desarrollo de la niñez y adolescencia en su aprendizaje, en búsqueda de hacer cumplir su derecho a la educación e inclusión escolar.

Es por ello que se implementará una herramienta de ludificación, elaborando un juego interactivo para el reforzamiento del aprendizaje sobre operaciones básicas como suma, resta, multiplicación y división enfocado en adolescentes de primer grado de secundaria con Necesidades Educativas Especiales (NEE) logrando un impacto en el desarrollo académico del alumno.

Palabras clave: Ludificación, aritmética, derechos de las niñas, niños y adolescentes

ABSTRACT

Article 10 of the rights of girls, boys and adolescents (NNA) es-

¹ Estudiante de Bachillerato del Tecnológico Escuela Miguel Hidalgo, Cerrada de Juárez # 327, Col. Centro, C.P. 86700, Macuspana, Tabasco, México.

² Asesora del proyecto.

Recibido: abril 2013

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

apbachillerato@emh.edu.mx

Este artículo debe citarse como:

Escalante Rojas, M. (2023). Neet- Play. *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 121-131

establishes as an objective the inclusion of girls, boys and adolescents with disabilities in education of excellence, where an area of opportunity can be identified regarding the mention of the future of Mexico.

Given the problems found in current education and society, a solution was sought through the implementation of new technologies towards teaching and what better than for the development of children in their learning, in search of enforcing their right to education and school inclusion. That is why a gamification tool is implemented, developing an interactive game to reinforce learning about basic operations such as addition, subtraction, multiplication and division focused on children in the first grade of secondary school with Special Educational Needs achieving an impact on the academic development of the student.

Key words: Gamification, arithmetic, rights of girls, boys and adolescents

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es importante contar con recursos pedagógicos que permitan lograr el aprendizaje de niñas y niños con Necesidades Educativas Especiales (NEE) a través de una participación activa dentro y fuera del aula, sobre todo reforzar en casa los aprendizajes adquiridos en el salón; una forma de hacerlo es que sea atractivamente visual para que se obtengan resultados favorables en el desarrollo de habilidades y aplicación de los conocimientos referentes a las diversas materias que cursa y con ello apoyar al docente en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Este proyecto se enfoca en el uso de una técnica de aprendizaje llamada gamificación que utiliza el juego para ejecutar acciones que propician el desarrollo de habilidades o conocimientos y que al final tendrán una recompensa como el obtener puntos o la satisfacción de haber logrado un objetivo. En esta ocasión el juego se hace más atractivo haciendo uso de programas tecnológicos como Cerebriti, ¡Kahoot!, Quizlet, Toovari para desarrollar un juego interactivo en la materia de matemáticas.

JUSTIFICACIÓN

La población de alumnos con NEE en el estado de Tabasco es de 20,463 alumnos que equivale a un 3.78 % de la matrícula total de educación básica (SEP, 2021). Un alumno tiene necesidades educativas especiales cuando presenta dificultades mayores que el resto de los alumnos para acceder a los aprendizajes que se determinan en el currículo que le corresponde por su edad (bien por causas internas, por dificultades o carencias en el entorno socio-familiar o por una

historia de aprendizaje desajustada) y necesita para compensar dichas dificultades, adaptaciones de acceso y/o adaptaciones curriculares significativas en varias áreas de ese currículo (Blanco, 1996).

Los Derechos de los Niñas, Niños y Adolescentes (NNA) establece en el artículo 10 lo siguiente: En la aplicación de la presente Ley se tomarán en cuenta las condiciones particulares de niñas, niños y adolescentes en los diferentes grupos de población, a fin de proteger el ejercicio igualitario de todos sus derechos. Las autoridades federales de las entidades federativas, municipales y de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, adoptarán medidas de protección especial de derechos de niñas, niños y adolescentes que se encuentren en situación de vulnerabilidad por circunstancias específicas de carácter socioeconómico, alimentario, psicológico, físico, discapacidad, identidad cultural, origen étnico o nacional, situación migratoria o apatridia, o bien, relacionadas con aspectos de género, preferencia sexual, creencias religiosas o prácticas culturales, u otros que restrinjan o limiten el ejercicio de sus derechos. (CNDH, 2014)

La inclusión de niñas, niños y adolescentes con discapacidad a la educación de excelencia, donde se puede identificar un área de oportunidad con respecto a la mención sobre el futuro de México, como derecho, depende en gran medida de lo que hagamos hoy por la educación de la niñez y juventud; por lo tanto, este proyecto propone implementar herramientas de gamificación para reforzar el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera interactiva en niñas y niños con NNE, que articula la educación mediante el uso de tecnologías para lograr una sociedad más justa y próspera.

El desarrollo de la herramienta en este proyecto NEET-PLAY, tendrá como objetivo cumplir de manera exitosa con uno de los vértices de la educación inclusiva, beneficiándolos en cuestión de aumentar sus conocimientos y habilidades en conjunto con sus compañeros en el aula de clases o de manera autodidacta trabajando desde casa. Además, con este proyecto contribuimos a la agenda 2030 con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, centrándonos especialmente en los Objetivos 4, que se refiere a la promoción de la educación de calidad, y 10, que aborda la reducción de desigualdades, puesto que se trabaja en el ámbito educativo con niños y niñas con NNE.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La educación de México de acuerdo al campo formativo, está

orientada a que las niñas, niños y adolescentes adquieran y desarrollen de manera gradual, razonada, vivencial y consciente, desde el preescolar hasta el término de la educación secundaria, saberes en relación con los fenómenos naturales, matemáticas y su vinculación con lo social, sin embargo existe un segmento donde se encuentran los alumnos con NEE; éstos enfrentan algunas dificultades hacia el aprendizaje colectivo, se solicitan adecuaciones por parte de la escuela o la sociedad, destacando así que no se le está dando la importancia adecuada, o la exposición de nuevas ideas de adecuación, dando así la pauta para este proyecto con la implementación de herramientas de gamificación en la Escuela Secundaria General Miguel Hidalgo en Macuspana, Tabasco, donde se detectó que de una población de 36 alumnos a nivel secundaria, en el primer grado existe un alumno con NEE, configurándose la necesidad de implementar la gamificación para el reforzamiento del aprendizaje sobre las operaciones matemáticas básicas: suma, resta, multiplicación y división que tendrá el objetivo en común con el plan educativo, de buscar inclusión y el aprendizaje del niño o niña.

HIPÓTESIS

Con la implementación de las herramientas de gamificación se pueden reforzar los conocimientos y habilidades matemáticas básicas del adolescente con discapacidad intelectual del primer grado de secundaria.

OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una herramienta de gamificación para el reforzamiento del aprendizaje de adolescentes de primer grado de secundaria de la Escuela Miguel Hidalgo con NEE con discapacidad intelectual sobre las operaciones matemáticas básicas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un juego interactivo para el reforzamiento en casa del aprendizaje del alumno con NEE con discapacidad intelectual sobre operaciones básicas de matemáticas.
- Aplicar una actividad didáctica de manera digital, visual y atractiva para trabajar con los alumnos en el aula de clases propiciando la inclusión.

MARCO TEÓRICO

Necesidades educativas especiales: El término NEE hace referencia a las difi-

cultades de aprendizaje que enfrentan los infantes –en comparación con otros menores de su misma edad– que pueden ser puntuales o permanentes.

Algunos tipos de necesidades educativas especiales pueden ser:

- Trastornos del aprendizaje.
- Dificultades emocionales.
- Dificultades físicas.
- Discapacidad cognitiva.
- Trastornos TGD.
- Dificultades sociales.
- Discapacidad motriz.
- Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH).
- Trastorno de control de impulsos.
- Trastorno obsesivo compulsivo (TOC).
- Superdotación intelectual.
- Trastornos del lenguaje.
- Discapacidad auditiva, visual o motriz.
- Situación sociofamiliar disfuncional.

Estudiantes atendidos por Centros de Atención Múltiple (CAM) y Unidades de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER) en Tabasco: En Tabasco, se dio servicio en los CAM y las USAER, respectivamente, a 1,281 y 21,870 alumnos pertenecientes a la EB en el ciclo escolar 2018-2019. El nivel educativo al que se le brindó mayor asistencia según el número de estudiantes fue la educación primaria, pues 45.3 % de la matrícula de los CAM y 63.3 % de los atendidos por USAER pertenecían a este nivel. Asimismo, el 42.1 % de los alumnos de CAM pertenecía a educación secundaria y 9.6 % a preescolar; en las USAER, los porcentajes análogos fueron de 15.3 y 21.4 %, en el mismo orden.

Los hombres recibieron atención en mayor medida respecto a las mujeres: mientras 58.9 % de los estudiantes beneficiados por los CAM fueron hombres, en el caso de las USAER la proporción se incrementó a 66.7 %. Existe una gran diferencia en las condiciones de los estudiantes que asisten a cada uno de los servicios de educación especial. Mientras 91.4 % de niñas, niños y adolescentes atendidos en los CAM tenía alguna discapacidad o limitación, las USAER atendieron principalmente a alumnos con dificultades y trastornos (32.6 %), seguidos de aquellos con discapacidad y limitaciones (12.8 %) y con aptitudes sobresalientes (8.3 %); esta última condición no fue atendida por los CAM de Tabasco. (Educación, 2021)

Porcentaje de niños con NEE a nivel nacional en 2020 según el INEGI: En México residen 29.3 millones de niñas, niños y adolescentes de 5 a 17 años. De esta población, poco más de 580 mil (2.0 %) presentan alguna discapacidad.

Resultados de la ENADID 2018 muestran que actividades como aprender, recordar o concentrarse (40.1 %), ver (aunque use lentes) (32.6 %) y hablar o comunicarse (30.2 %) son las de mayor prevalencia de discapacidad en este grupo de población; mientras que escuchar (aunque use aparato auditivo) (11.3 %) y ac-

Condiciones	Sexo	Inicial			Preescolar			Primaria			Secundaria		
		CAM	USAER	Total	CAM	USAER	Total	CAM	USAER	Total	CAM	USAER	Total
Discapacidades y limitaciones ¹	Mujeres	12	0	12	49	122	171	215	743	958	207	248	455
	Hombres	20	0	20	61	191	252	312	1123	1435	295	363	658
	Total	32	0	32	110	313	423	527	1866	2393	502	611	1113
Dificultades y trastornos ²	Mujeres	0	0	0	0	505	505	3	1133	1136	6	266	272
	Hombres	0	0	0	2	1334	1336	2	3169	3171	1	716	717
	Total	0	0	0	2	1839	1841	5	4302	4307	7	982	989
Otras condiciones ³	Mujeres	3	0	3	5	115	120	13	303	316	13	70	83
	Hombres	4	0	4	6	366	372	33	772	805	17	164	181
	Total	7	0	7	11	481	492	46	1075	1121	30	234	264
Aptitudes sobresalientes	Mujeres	0	0	0	0	106	106	0	601	601	0	239	239
	Hombres	0	0	0	0	74	74	0	584	584	0	206	206
	Total	0	0	0	0	180	180	0	1185	1185	0	445	445
No especificado	Mujeres	0	0	0	0	571	571	0	1925	1925	0	329	329
	Hombres	0	0	0	0	1300	1300	2	3495	3497	0	737	737
	Total	0	0	0	0	1871	1871	2	5420	5422	0	1066	1066
Total	Mujeres	15	0	15	54	1419	1473	231	4705	4936	226	1152	1378
	Hombres	24	0	24	69	3265	3334	349	9143	9492	313	2186	2499
	Total	39	0	39	123	4684	4807	580	13848	14428	539	3338	3877

¹ Incluye: ceguera, baja visión, sordera, hipoacusia, sordoceguera, discapacidad motriz, discapacidad intelectual, discapacidad psicosocial y trastorno del espectro autista y múltiple.

² Incluye: dificultad severa de conducta, de comunicación y aprendizaje, y TDAH.

³ Incluye: diversidad social, cultural o lingüística.

Ilustración 1. Imagen de la tabla de los estudiantes atendidos en CAM y USAER por condiciones y sexo según nivel educativo.

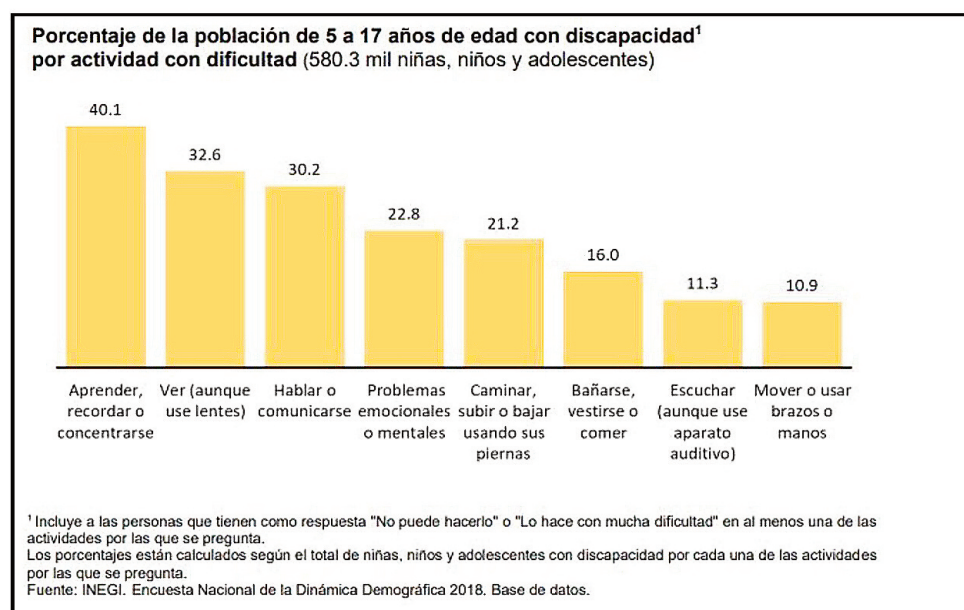


Ilustración 2. Imagen de la gráfica del INEGI donde se muestra el porcentaje de la población de niños de 5 a 17 años con discapacidad.

Distribución porcentual de la población de 5 a 17 años de edad con discapacidad¹, por actividad con dificultad, según causa de dificultad 2018				
Actividad con dificultad	Población con discapacidad	Nació así	Una enfermedad	Otra causa²
Aprender, recordar o concentrarse	232 759	53.8	28.1	18.1
Ver (aunque use lentes)	189 162	52.5	38.3	9.2
Hablar o comunicarse	175 238	66.6	25.0	8.4
Problemas emocionales o mentales	132 460	57.0	29.0	14.0
Caminar, subir o bajar usando sus piernas	123 196	56.9	30.2	12.9
Bañarse, vestirse o comer	92 785	60.5	30.8	8.7
Escuchar (aunque use aparato auditivo)	65 592	63.5	29.6	6.9
Mover o usar brazos o manos	63 086	56.5	31.4	12.1

Nota: El porcentaje se calcula con respecto al total de dificultades en cada actividad. A cada dificultad le corresponde una causa.
¹ Incluye a las personas que tienen como respuesta "No puede hacerlo" o "Lo hace con mucha dificultad" en al menos una de las actividades por las que se pregunta.
² Incluye las causas de la discapacidad por accidente, violencia u otras causas.
Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2018. Base de datos.

Ilustración 3. Imagen del INEGI donde muestra la distribución porcentual de la población de 5 a 17 años con discapacidad según su causa.

tividades motrices como mover o usar brazos o manos (10.9 %) son las actividades menos declaradas. (INEGI, 2020)

Número de niños con discapacidad en el mundo según el análisis estadístico más completo de UNICEF 2021: Según un nuevo informe del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, por sus siglas en inglés), el número de niños y niñas con discapacidad en el mundo es de casi 240 millones.

En comparación con los niños sin discapacidad, los niños con discapacidad tienen:

- Un 24 % menos de probabilidades de recibir una atención temprana y receptiva;
- Un 42 % menos de probabilidades de tener conocimientos básicos de lectura, escritura y aritmética;
- Un 25 % más de probabilidades de sufrir emaciación (manifestación clínica de delgadez excesiva, causada por enfermedad o falta de nutrición), y un 34% más de probabilidades de sufrir retraso en el crecimiento;
- Un 53 % más de probabilidades de sufrir síntomas de infección respiratoria aguda;
- Un 49 % más de probabilidades de no haber asistido nunca a la escuela;
- Un 47 % más de probabilidades de no asistir a la escuela primaria, un 33 % más de probabilidades de no asistir al primer ciclo de secundaria y un 27 % más de probabilidades de no asistir al segundo ciclo de secundaria;

- Un 51 % más probabilidades de sentirse infeliz;
- Un 41 % más probabilidades de sentirse discriminado;
- Un 32 % más de probabilidades de sufrir castigos corporales graves. (UNICEF, 2021)

PROCESO METODOLÓGICO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

1. Definir la población y muestra.
2. Recolectar información mediante investigación, entrevista al docente y al alumno(a).
3. Analizar e interpretar la información obtenida a través de las entrevistas.
4. Desarrollar la herramienta de gamificación.
5. Implementar la herramienta de gamificación con el alumno.
6. Evaluar resultados obtenidos al implementar la herramienta de gamificación.
7. Realizar conclusión evaluando las habilidades matemáticas obtenidas.

RESULTADOS

Los resultados que se desean obtener son el uso de herramientas o programas que permitan crear el juego interactivo que ayude a los alumnos con NEE a obtener aprendizaje.

Así como la aplicación de este juego para obtener resultados más específicos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta sección se darán a conocer los resultados de la entrevista al docente del primer grado de secundaria y lo que se obtenga de aplicar el juego con alumnos con NEE.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Una futura línea de investigación será indagar sobre la búsqueda de una estrategia didáctica para trabajar de manera transversal el juego interactivo sobre comprensión lectora y matemáticas.

CONCLUSIONES

Al implementar el juego interactivo se evaluará si se alcanzó el objetivo planteado en este proyecto y la información de lo que se encontró durante la elaboración y aplicación del proyecto. También se argumentará la necesidad de la comprensión lectora para el desarrollo de habilidades matemáticas, puesto

que en la observación al inicio de este proyecto se identifica que una habilidad de comprensión en la lectura es necesaria matemáticamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Educación, C. N.** (2021). TABASCO. Obtenido de <https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/users/setabasco/Tabasco.pdf>
- Gaitán, V.** (18 de 04 de 2023). educativa. Obtenido de <https://www.educativa.com/blogarticulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>
- INEGI.** (28 de 04 de 2020). INEGI. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/EAP_Nino.pdf
- Rioja, U. I.** (26 de 09 de 2022). uniR. Obtenido de <https://ecuador.unir.net/actualidadunir/necesidades-educativas-especiales/#:~:text=En%20concreto%2C%20el%20t%C3%A9rmino%20necesidades,pueden%20ser%20puntuales%20o%20permanentes.>
- UNICEF.** (10 de 11 de 2021). unicef. Obtenido de <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/casi-240-millones-ninos-condiscapacidad-mundo-segun-analisis-estadistico>

ANEXOS

Necesidades educativas especiales: El término hace referencia a las dificultades de aprendizaje que enfrentan los niños, en comparación con otros menores de su misma edad, que pueden ser puntuales o permanentes.

Tipos de necesidades educativas especiales:

- Trastornos del aprendizaje. En este tipo de trastorno, los niños suelen tener dificultad con todas las actividades de aprendizaje o en algunas particulares como la escritura, la ortografía o la lectura.
- Dificultades emocionales. A los que padecen este tipo de problemas les resulta difícil seguir las normas y comportarse adecuadamente en las aulas.
- Dificultades físicas. Estos niños tienen una condición médica que limita o ralentiza su proceso de aprendizaje.

- Discapacidad cognitiva. Algunos ejemplos de este trastorno son el síndrome de Down o el trastorno del desarrollo intelectual.
- Trastornos TGD. Estos trastornos generalizados del desarrollo cerebral producen limitaciones en la interacción social en aspectos como la comunicación o la conducta. Algunos casos asociados a este trastorno son el síndrome de Asperger y el trastorno de espectro autista (TEA).
- Dificultades sociales. En este caso, el principal reto se da al momento de hacer amigos o relacionarse con los demás, siendo problemático expresarse o comprender lo que otros les dicen.
- Discapacidad motriz. Enfermedades como la parálisis cerebral o la espina bífida limitan la movilidad y, por ende, el aprendizaje a quienes lo padecen.
- Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH). Los que tienen esta condición presentan problemas para concentrarse y atender en las clases.
- Trastorno de control de impulsos. En este caso, el menor no puede dejar de hacer ciertas acciones que tienen consecuencias negativas, como por ejemplo los que sienten atracción por el fuego (piromanía).
- Trastorno obsesivo compulsivo (TOC). Obsesión por cosas o acciones con comportamientos compulsivos.
- Superdotación intelectual. Aquellos con altas capacidades intelectuales también tienen necesidades específicas de apoyo educativo al estar por encima de la media.
- Trastornos del lenguaje. Incluye las dificultades que se dan en la adquisición y uso del lenguaje en las vertientes orales, escritas, uso de signos influyendo en la comunicación entre el que habla y el que escucha.
- Discapacidad auditiva, visual o motriz.
- Situación sociofamiliar disfuncional. Los problemas en el seno de la familia también tienen serias repercusiones en el proceso educativo y necesitan una atención específica durante parte de su escolarización o a lo largo de todo este periodo. (Rioja, 2022)

Gamificación: es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para absorber mejor algunos conocimientos, mejorar alguna habilidad, o bien recompensar acciones concretas, entre otros muchos objetivos.





Categoría:

Superior

Reductor sostenible de emisiones de CO₂ elaborado con fibra de coco «ECO2 FILTER».



Jorge Luis Aguilar Torres¹, Reyna Lizbeth Toledo Linares¹, José Fernando Guerra Sanchinelli¹ & Carlos Rodríguez Jiménez²

RESUMEN

La presente investigación es cuantitativa y de tipo descriptiva. Se enfoca en el diseño y fabricación de un filtro de dióxido de carbono (CO₂) para la industria petrolera, utilizando la fibra de coco como adsorbente. La preocupación por el cambio climático ha llevado a una mayor atención en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), entre los cuales, el CO₂ es uno de los más significativos. Dado este contexto, se revisan las características físicas y químicas del CO₂ y las normas nacionales e internacionales para el control en la emisión de GEI.

Así mismo, se abordan los fundamentos de adsorción, destacando la importancia de las fuerzas de Van der Waals en la adsorción de gases y la capacidad de materiales como la fibra de coco para adsorber dióxido de carbono. Se explora el uso de este material debido a sus propiedades físicas y químicas, incluyendo su alta superficie específica y porosidad para la adsorción gaseosa.

La eficacia del filtro se evalúa a partir de la medida de la cantidad de CO₂ adsorbido y su capacidad para mantener la estabilidad del sistema. Los resultados obtenidos pueden contribuir al desarrollo de estrategias para reducir las emisiones de GEI.

Palabras clave. Filtro, industria petrolera, fibra de coco

¹ Alumnos de Ingeniería Petrolera en Tecnológico Nacional de México/I. T. de Villahermosa. Carretera Villahermosa-Frontera Km. 3.5 Ciudad Industrial, C.P. 86010. Villahermosa, Tabasco, México.

² Asesor del proyecto

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

l21300902@villahermosa.tecnm.mx

l21301006@villahermosa.tecnm.mx

l19301231@villahermosa.tecnm.mx

carlos.rj@villahermosa.tecnm.mx

Este artículo debe citarse como:

Aguilar Torres, J.L., Toledo Linares, R.J. & Guerra Sanchinelli, J.F. (2023). Reductor sostenible de emisiones de CO₂ elaborado con fibra de coco «ECO2 FILTER». *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 135-166

ABSTRACT

The present research is quantitative and descriptive in nature. It focuses on the design and manufacture of a carbon dioxide (CO₂) filter for the Oil Industry, using coconut fiber as an adsorbent. Concerns about climate change have led to greater attention to the reduction of greenhouse gas (GHG) emissions, among which CO₂ is one of the most significant. In this context, the physical and chemical characteristics of CO₂ and national and international standards for controlling GHG emissions are reviewed.

Likewise, the fundamentals of adsorption are addressed, highlighting the importance of Van der Waals forces in gas adsorption and the ability of materials such as coconut fiber to adsorb carbon dioxide. The use of this material is explored due to its physical and chemical properties, including the high specific surface area and porosity, for gas adsorption.

The effectiveness of the filter is evaluated based on the measurement of the amount of CO₂ adsorbed and its ability to maintain system stability. This result obtained can contribute to the development of strategies to reduce GHG emissions.

Key words: Filter, oil industry, coconut fiber

INTRODUCCIÓN

Justificación

El proyecto de investigación propuesto busca, a través del conocimiento metodológico y científico, la fabricación de un filtro capaz de adsorber las moléculas de CO₂ generadas a partir del proceso de poscombustión de residuos gaseosos de la industria petrolera en los mecheros. Actualmente, hay muy pocos proyectos que se encarguen de tratar las emisiones de gases de efecto invernadero generados por la industria petrolera. Es importante aclarar que la región de Tabasco cuenta con los materiales, la materia prima y el personal capacitado que domina los conocimientos científicos y necesarios para la elaboración del filtro de CO₂. Este proyecto se considera beneficioso para todos los habitantes del planeta Tierra a través de la preservación de la atmósfera.

Planteamiento del problema

El cambio climático hace énfasis en las variaciones de temperatura y patrones climáticos, los cuales pueden ser provocados de forma natural o a causa de la intervención humana.

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2021), en el siglo XIX la actividad humana destacó en el cambio climático de-

bido al auge de la Revolución industrial, principalmente por la quema de combustibles fósiles, como el carbón y el gas.

Según *National Geographic* (2023, párr. 6), el cambio climático es el resultado del efecto invernadero, que es «el calentamiento que se produce cuando ciertos gases de la atmósfera de la Tierra retienen el calor». Estos gases dejan pasar la luz pero mantienen el calor como las paredes de cristal de un invernadero. Andrade-Castañeda *et al.* (como se citó en Hernández, 2017) plantean que dicho fenómeno es consecuencia de la creciente y prolongada concentración de los gases de efecto invernadero, que engloban las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O).

Llamamos calentamiento global a las consecuencias que generan estos gases. Según *National Geographic* (2022):

Este fenómeno está provocando una serie de cambios en los patrones meteorológicos de la Tierra a largo plazo que varían según el lugar. Conforme la Tierra gira cada día, este nuevo calor gira a su vez, recogiendo la humedad de los océanos, aumentando aquí y asentándose allá, y cambiando en definitiva el ritmo del clima al que todos los seres vivos nos hemos acostumbrado.

Las temperaturas medias globales se han mantenido bastante constantes hasta hace poco. A través de la combustión de combustibles fósiles y otras emisiones de gases de efecto invernadero los humanos están aumentando dicho efecto y calentando la Tierra.

¿Cuáles son las consecuencias inmediatas de este cambio climático sobre las formas de vida que habitan nuestro planeta? *National Geographic* (2022), indica que algunos organismos no pueden adaptarse a estos cambios porque son más rápidos que sus metabolismos. Para ellos y para nosotros, un clima nuevo es impredecible e impone desafíos únicos, como el hecho de que algunos científicos ya han pronosticado que muy pronto el planeta llegará a un punto de no retorno.

Entre sus repercusiones destacan los fenómenos meteorológicos extremos, como las olas de calor, tormentas y sequías, que podrían convertir las regiones afectadas en inhabitables, ya que la posibilidad de generar zonas áridas y desérticas inhabilitaría las cosechas y los cultivos.

Por el contrario, otras regiones como China, Alemania, Bélgica y Países Bajos experimentan lluvias extremas, generando inundaciones históricas.

Nuestros océanos y mares también están amenazados ante el aumento de temperaturas; por ejemplo, la pérdida de los corales de la Gran Barrera de Coral en Australia.

En otros ecosistemas, como los bosques y la tundra siberiana, se experimentan cambios radicales, como un mayor número de incendios, así como el derretimiento de los suelos helados. Se estipula que, en este siglo, se perderán al menos 550 especies si no se toman medidas adecuadas.

Un aspecto a resaltar es que los habitantes de los países más pobres se verán afectados porque no poseen los recursos económicos necesarios para adaptarse al cambio climático, y muchas de sus tierras no tendrán la capacidad para soportar los cambios abruptos del clima. (BBC, 2021).

Entre los responsables de estas emisiones a nivel global, se encuentran distintas industrias. De acuerdo a Ritchie & Roser (2020), como se citó en Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sostenible y Ordenamiento Territorial, Gobierno de Puebla (2021), a nivel mundial, el uso de energía representa un 73.2 % de las emisiones, la agricultura y usos del suelo un 18.4 %, las industrias un 5.2 % y los residuos un 3.2 %. De forma más específica, la energía incluye el uso de energía en edificios (17.5 %), transporte (transporte y carreteras, 11.9 %; aerolíneas, 1.9 %; envíos, 1.7 %; trenes, 0.4 %; oleoductos, 0.3 %), uso de la energía en la industria (hierro y acero, 7.2 %; metales no ferrosos, 0.7 %; química y petroquímica, 3.6 %; alimentos y tabaco, 1 %; pasta de papel, 0.6 %; maquinaria, 0.5 %; otras industrias, 10.6 %). La figura 1 muestra gráficamente lo anterior.

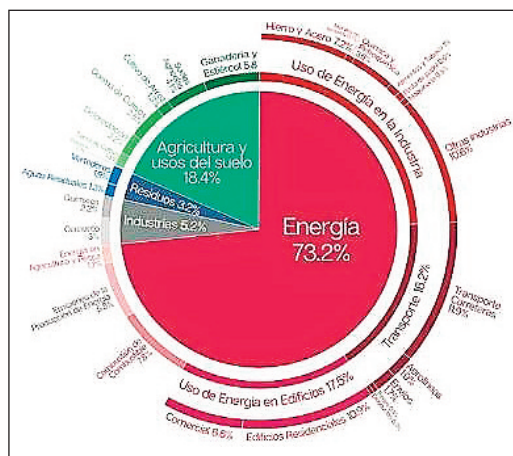


Figura 1 Emisiones globales de gases de efecto invernadero

Nota: La industria energética es el mayor responsable de las emisiones de contaminantes atmosféricos. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sostenible y Ordenamiento Territorial. Gobierno de Puebla (2021).

Un evento que marcó nuestro siglo fue la pandemia de la COVID-19. Durante este periodo se dio una disminución a las emisiones de gases de invernadero, sin embargo, para 2021 aconteció un repunte.

Impulsado en gran parte por China, aumentaron 750 millones de toneladas de gases de invernadero. El aumento de las emisiones de este país compensó el declive de la pandemia, pues solo en 2021 se superaron 11 900 millones de toneladas, lo que supone un 33 % mundial. (United Nations Climate Change, 2022).

Las emisiones que generan el cambio climático, provenientes de diferentes partes del mundo, nos afectan a todos. Sin embargo, algunos países producen un mayor porcentaje que otros. Por ejemplo, es un hecho que los cien países que menos emiten generan solo el 3 % de las emisiones totales, mientras que los diez mayores emisores aportan el 68 %. Es necesario que todo el mundo tome medidas con respecto al clima, pero es imprescindible aclarar que las personas y los países que crean más problemas tienen una mayor responsabilidad de intervenir urgentemente. (Naciones Unidas, 2023).

Como es bien sabido, el sector energético, especialmente la industria

petrolera, es uno de los principales generadores de gases de efecto invernadero, con un enfoque principal en las moléculas de dióxido de carbono. De tal manera que dicho sector no toma las medidas necesarias para reducir dichos agentes contaminantes. Para ser más concretos, los gases poscombustión que emanan los mecheros o quemadores son vertidos directamente a la atmósfera.

Por tanto, ¿cómo es posible mitigar la emisión desmedida de gases de efecto invernadero generados por la combustión de mecheros o quemadores?

HIPÓTESIS

Se diseñará y construirá un filtro que tenga la capacidad de adsorción (el cual es diferente a la absorción) de dióxido de carbono (CO₂) emanado por la quema de combustibles fósiles, generados por los mecheros o quemadores en la industria petrolera.

Hipótesis nula.

La fisisorción solo es capaz de adsorber un tipo de molécula, que es el dióxido de carbono. Es bien sabido que los reactivos y productos que intervienen en la quema de combustibles fósiles son los siguientes: hidrocarburo (combustible fósil) + oxígeno = dióxido de carbono + agua dióxido de azufre.

Por tanto, nuestro filtro se centrará principalmente en reducir el porcentaje de dióxido de carbono, el cuál es el más abundante de los gases de efecto invernadero.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un filtro capaz de adsorber moléculas de CO₂ en los procesos de producción de los derivados de petróleo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el filtro CO₂ con base en tecnología sostenible.
- Construir prototipo experimental de filtro para CO₂ mediante el uso de fibra natural.
- Realizar experimentación con el prototipo propuesto y analizar resultados obtenidos.

MARCO TEÓRICO

Gases de efecto invernadero (GEI) y calentamiento global. Hernández (2021), indica que durante los últimos cincuenta años la temperatura de la biósfera se ha incrementado, debido a las actividades humanas. Se estima que, de no controlarlas, dicha temperatura se eleve hasta cinco grados Celsius. El responsable directo de este cambio es la emisión de gases de efecto invernadero

(GEI), entre los cuales se encuentra en gran medida el dióxido de carbono (CO_2). Actualmente, el calentamiento global trae consecuencias negativas a nuestra vida diaria y la de todos los seres vivos y es necesario controlar dichas emisiones. De manera coloquial, se le ha llamado efecto invernadero pues hace alusión a un lugar cerrado y estático, destinado a la protección de plantas cultivadas, pero que no permite la salida de gases y calor que se generan en el recinto. Ahora, imaginemos esta situación a nivel global.

Si lo planteamos de un modo más técnico, nuestro planeta emite radiación y refleja la proveniente del sol, sin embargo, no toda la radiación vuelve al espacio exterior, pues los gases de efecto invernadero la absorbe. De este modo, el equilibrio térmico entre la energía expulsada de la atmósfera y la absorbida por la misma se produce a una temperatura superior a la que se debería. Gracias a la atmósfera, se mantienen las condiciones estables para la vida.

Otros gases de efecto invernadero son el dióxido de azufre (SO_2), el metano (CO_4) y los óxidos de nitrógeno.

Se estima que las actividades humanas, como la industria, el pastoreo, entre otros, han causado un calentamiento global de aproximadamente 1.0°C con respecto a los niveles preindustriales, con un rango probable de 0.8 – 1.2°C . Es probable que el calentamiento global llegue a 1.5°C entre 2030 y 2052 si continúa aumentando al ritmo actual.

De acuerdo con los cálculos actuales del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2019): El aumento de las temperaturas de los días de calor extremo, en las latitudes medias se prevé en hasta aproximadamente 3°C con un calentamiento global de 1.5°C y hasta aproximadamente 4°C con un calentamiento global de 2°C ; y el aumento de las

temperaturas de las noches extremadamente frías, en las latitudes altas, se prevé en hasta aproximadamente en 4.5°C con un calentamiento global de 1.5°C y hasta aproximadamente 6°C con un calentamiento global de 2°C . Se calcula que el número de días cálidos aumentará en la mayoría de las regiones terrestres y que los mayores incrementos tendrán lugar en los trópicos.

Características del dióxido de carbono (CO_2).

El dióxido de carbono es un gas denso, incoloro y poco reactivo, también llamado anhídrido carbónico u óxido de carbono (IV). Su molécula se compone por un átomo de carbono y dos de oxígeno. Forma parte de la composición de la tropósfera (la capa de la atmósfera más próxima a la Tierra). Entre las razones del aumento de sus emisiones, se encuentra la tala de árboles, la expansión de la frontera agrícola y ganadera y el uso de combustibles fósiles.

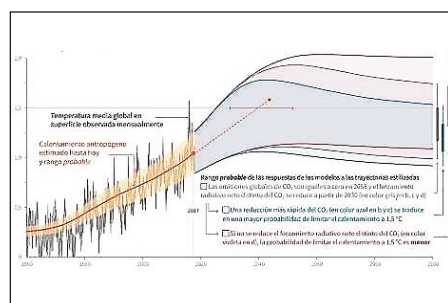


Figura 2. Calentamiento global desde 1960 y al futuro

Nota. Se espera un alza considerable de contaminantes en las próximas décadas. Fuente: IPCC (2019).

Es un gas no inflamable y no reactivo con la mayoría de los materiales, es soluble en agua, aunque en menor cantidad que otros gases como el oxígeno y el nitrógeno. Es producido de forma natural por la respiración de los seres vivos y la actividad volcánica (Méndez, Boris, 2021, pp. 15-16).

La molécula de este compuesto es lineal y consiste de un átomo de carbono y dos de oxígeno. Aunque los enlaces de C-O son polarizados, en la molécula completa no existe polaridad neta, por lo que es una molécula no polar, pues las cargas positivas y negativas están distribuidas uniformemente en los extremos de la molécula, lo que produce una cancelación de cargas eléctricas y, por lo tanto, la ausencia de un dipolo eléctrico. (Casados, 2022, p. 20).

El carbono tiene un número atómico igual a seis, con lo que se puede determinar su configuración electrónica. Cuenta con dos niveles de energía, con orbitales s y p. Cabe mencionar que los electrones del nivel 1 (1s) no participan en el fenómeno de hibridación, porque constituyen el núcleo del átomo. En el segundo nivel (2s y 2p) se encuentran los electrones de valencia, involucrados en la formación de los cuatro enlaces que caracterizan al átomo. Existen tres tipos de hibridación para el carbono, de tipo sp³, sp² y sp. La hibridación sp³ consiste en la combinación del orbital s y los tres orbitales p, tiene como resultado cuatro orbitales idénticos entre sí, es decir, cuatro enlaces covalentes, iguales y sencillos, denominados sigma. La hibridación sp² se caracteriza por la combinación del orbital s y dos orbitales p, dejando un orbital p no híbrido, formando un enlace por traslape lateral.

El orbital no hibridado permite la formación de un enlace doble, denominado de tipo pi. La hibridación sp forma un triple enlace o enlaces dobles en un mismo átomo de carbono (Soto y Fuentes, 2017; Chang, 2010; Fessenden y Fessenden, 1983. En Agapito Abraham, Cecilia, 2018, p. 6).

La estructura electrónica del CO₂ en fase gas es lineal, es decir, tiene enlaces de longitudes equivalentes a ángulos de 180°, unida por enlaces covalentes sigma (σ) y pi (π). La configuración electrónica de carbono y oxígeno indican la necesidad de cuatro y dos electrones, respectivamente, para completar la regla del octeto (Styring *et al.*, 2015; Taifan *et al.*, 2016. En Agapito, 2018, p. 6).

PROPIEDADES:		
Formula Química:	CO ₂	
Peso Molecular:	44.01	
Punto de Ebullición:	-78.4 °C	
Temperatura Crítica:	31 °C	
Presión Crítica:	1073 psi	
Volumen Específico:	0.547 M3/KG	
PELIGROSIDAD:		
Límites de inflamabilidad:	No inflamable - Gas Inerte	
Propiedad Toxicológica:	Asfixiante Simple	
Compatibilidad:	La humedad promueve la corrosión	
TLV:	5000 ppm	
APLICACIONES:		
Inertizar atmósferas y atmósferas protectoras para alimentos		
Carbonatación de bebidas, Agente extintor y presurizador		
Gas De Protección para Procesos de Soldadura GMAW MIG, MAG		
En su forma sólida, hielo seco en conservación de alimentos		



SGA



MPA708



TRANSPORTE

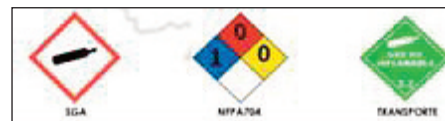


Figura 3 Propiedades del CO₂

Nota. Se muestran las propiedades físicas y químicas del CO₂ y sus rombos de seguridad. Fuente: (OXINO-VA. 2019).

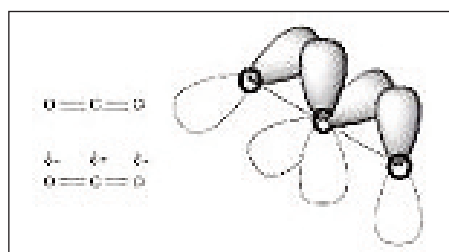


Figura 4 Estructura orbital del CO_2 .

Nota: Se muestran los orbitales sigma y pi, del CO_2 .
Fuente: Acevedo (2019).

A continuación, se describen las configuraciones electrónicas individuales para los átomos que conforman este compuesto:

Carbono: $1s^2 2s^2 2p^2$

Oxígeno: $1s^2 2s^2 2p^4$

(Brown, LeMay *et al.*, 2014)

El incremento de la temperatura global es en parte causado por la acumulación de CO_2 . La Tierra absorbe todas las longitudes de onda que recibe del sol y emite a su vez radiación a cualquier longitud de onda. El sol, además, calienta nuestro planeta, la molécula de CO_2 absorbe esta radiación. Estos dos hechos combinados provocan que, al aumentar la cantidad de CO_2 acumulada en la atmósfera, escape menor cantidad de radiación del planeta y, por tanto, la temperatura global aumenta dando lugar al efecto invernadero. Existen diferentes tecnologías para la captura de dióxido de carbono en el proceso poscombustión, como la adsorción de gases. (Acevedo, 2019).

Acuerdos y normatividad para emisiones de GEI.

Para este siglo XXI, las proyecciones climáticas sugieren un aumento en los cambios climáticos, como la intensidad y frecuencia de precipitación extrema y ciclones, tanto en las latitudes medias como en las zonas tropicales húmedas; así mismo, a mediados de siglo se espera un aumento en el nivel del mar de entre 24 y 30 cm. Los avances en la mitigación de los gases de efecto invernadero son aún insuficientes para estabilizar las condiciones climáticas, por lo que se han propuesto e implementado normas y tratados para contribuir a este propósito. (Siclari, 2020).

Agenda 2030.

Este documento fue aprobado en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas y establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados miembros que la suscribieron y es la guía de referencia para el trabajo de la institución en pos de esta visión durante los próximos años. En sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se plantea analizar y formular los medios para alcanzar una nueva visión para cimentar la senda hacia un desarrollo sostenido, in-

clusivo y en armonía con el medio ambiente.

El objetivo 12 se titula: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Estas modalidades de consumo y producción consisten en fomentar el uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética y mejorar la calidad de vida, a través de la reducción de la utilización de recursos y contaminantes. El objetivo 12.2 plantea lograr para 2030 la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales; el 12.6 alienta a las empresas nacionales e internacionales a adoptar prácticas sostenibles.

El objetivo 13 se titula: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos; plantea soluciones viables para que los países puedan tener una actividad económica más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. El objetivo 13.2 incorpora medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales; el objetivo 13.3 plantea mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto a la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de los efectos y la alerta temprana (CEPAL, 2018).

Tratado de París

Con el propósito de abordar el cambio climático por las emisiones de carbono y sus impactos negativos, los líderes mundiales pactaron el 12 de diciembre de 2015 el Tratado de París, en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21).

Entró en vigor el 4 de noviembre de 2016 y sigue vigente. Actualmente, 194 partes (193 países más la Unión Europea) lo han firmado.

De acuerdo con Naciones Unidas (2022):

El Acuerdo incluye compromisos de todos los países para reducir sus emisiones y colaborar juntos a fin de adaptarse a los impactos del cambio climático, así como llamamientos a estos países para que aumenten sus compromisos con el tiempo. El Acuerdo proporciona a los países desarrollados una ruta para que ayuden a las naciones en desarrollo a mitigar y adaptarse al cambio climático, creando un marco para un control y una información transparentes sobre los objetivos climáticos de estos países.

Su artículo 2, en sus incisos a y b, indica lo siguiente:

El presente Acuerdo, al mejorar la aplicación de la Convención, incluido el logro de su objetivo, tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello:

a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;

b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos. (Tratado de París, 2015).

El tratado funciona en ciclos de cinco años, de medidas climáticas cada vez más ambiciosas. En sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), los países comunican las medidas que tomarán para lograr este fin.

Al día de hoy, las soluciones de cero emisiones se están volviendo cada vez más competitivas en todos los sectores y para el 2030, dichas soluciones podrían extenderse hasta el 70 % de las emisiones mundiales. (United Nations, Climate Change. 2019).

Resultados de emisiones rumbo a 2022

Aunque la tasa de crecimiento de emisiones de GEI se han desacelerado en la última década, con respecto a la anterior, las emisiones promedio más recientes fueron las más altas registradas, pues se midieron en 54.4 gigatoneladas de CO₂ hasta 2019, siendo las más altas las de ese año. El estimado de emisiones para 2021 supera los niveles comparados con el de 2019 en 0.26 gigatoneladas de CO₂, o un 0.2 %, debido al repunte de emisiones posterior al término de la pandemia de COVID-19. Estas estimaciones se muestran en la figura 5.

A 2020, los ocho emisores principales entre los miembros del G20 e internacionales, contribuyen con más del 55 % a nivel mundial. Estos son: Estados Unidos de América, la Unión Europea, India, Indonesia, Brasil, la Federación Rusa y el transporte internacional. (Figura 6)

Compromisos para 2030 y más allá

Hay un total de 141 NDC que representan el 91 % de las emisiones globales de GEI, que contienen objetivos de mitigación y metas por año base. Con esto, se establecen compromisos para reducir las emisiones proyectadas. De igual forma, se formulan objetivos para cubrir los GEI principales: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluoroquímicos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃). De acuerdo a las estimaciones realizadas, se muestran los trazados de emisiones calculados por los miembros del G20, como se muestra en la figura 7.

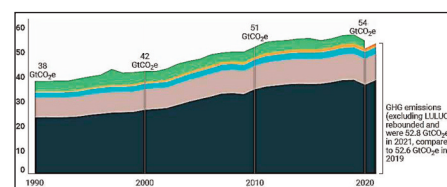


Figura 5. Emisiones totales de GEI desde 1990 hasta 2021 (GtCO₂/año).

Nota: Desde finales del siglo XX, la curva de contaminantes no ha dejado de aumentar. Fuente: United Nations Environment Programme. (2022).

Normas Nacionales

NOM-041-2015 que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Según la Procuraduría Federal del Medio Ambiente (2016):

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno u óxido de nitrógeno; así como el nivel máximo y mínimo de la suma de monóxido y dióxido de carbono y el Factor Lambda.

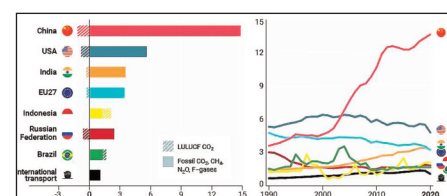


Figura 6. Emisiones de GEI en 2020 y tendencia desde 1990.

Nota. China encabezan la lista, de forma alarmante. United Nations Environment Programme (2022).

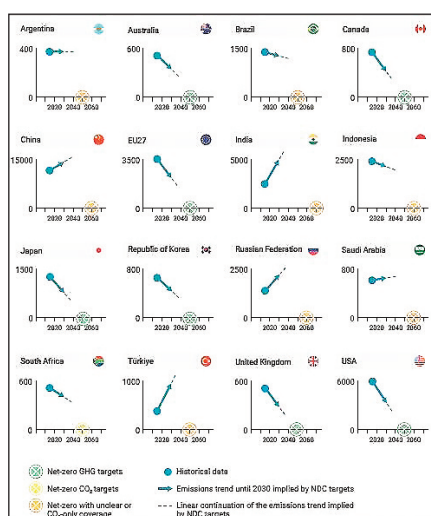
Las emisiones de gases desde vehículos automotores que usan gasolina como combustible, incluyen monóxido de carbono, dióxido de carbono, oxígeno y óxidos de nitrógeno.

El Factor Lambda, también conocido como coeficiente de aire es el resultado de dividir el volumen de aire aspirado entre la necesidad teórica de aire y se obtiene al correlacionar los gases de escape mediante la fórmula de Brett Schneider.

En las regulaciones establecidas por esta ley, se establecen límites permisibles de emisiones de gases e hidrocarburos, a partir de los métodos dinámico (aplicable en la zona metropolitana del valle de México) y estático (de aplicación en el resto del país). Dichos límites, se muestran en las Tablas 1 y 2.

Figura 7. Trayectoria de emisiones de GEI proyectadas al futuro.

Nota. Abatimientos proyectados de emisiones para mitad del siglo XXI. Fuente: United Nations Environment Programme (2022).



Es importante añadir que, en las equivalencias, ppm o ppm están dadas en ($\mu\text{mol/mol}$) y el % vol., está dado en (cool/mol). Así mismo, el factor Lambda no aplicará en caso de que la prueba en marcha sea mínima. (NOM-041-2015, 2015).

Fundamentos de la adsorción

Podemos definir el concepto de adsorción como un evento de enriquecimiento molecular que se produce cuando un medio sólido (adsorbente),

entra en contacto con un gas o líquido (adsorbato).

Este proceso se lleva a cabo en la región de la interfase entre el medio sólido y el del líquido o gas, por lo que el adsorbato se adhiere a las paredes del adsorbente.

En un inicio, la proporción de adsorción es alta, pero a la larga, cuando los poros del medio sólido son ocupados, dicha capacidad disminuye, produciendo el efecto contrario: la desorción. Posterior a este cambio, se llega a un estado de equilibrio, en el que la proporción de adsorción y desorción es la misma, debido a que el número de moléculas que vuelven a la fase gaseosa es el mismo que se retiene en la superficie sólida (Hernández, 2022).

Tabla 1 Límites Máximos Permisibles de Emisión del Método Dinámico

Nota. Datos tomados de la NOM-041- 2015 (2015).

Año - modelo vehicular	Hidrocarburos (HC hppm)	Monóxido de Carbono (CO % vol.)	Oxígeno (O2 % vol.)	Óxidos de Nitrógeno (NO _x ppm)	Dilución (CO + CO2 % vol.)		Factor Lambda Máx.
					Min.	Máx.	
1990 y Anteriores	350	2,5	2,0	2 500	13	16,5	1,05
1991 y posteriores	100	1,0	2,0	1 500	13	16,5	1,05

Tabla 2 Límites Máximos Permisibles de Emisión del Método Estático

Nota. Datos tomados de la NOM-041- 2015 (2015).

Año modelo vehicular	Hidrocarburos (HC hppm)	Monóxido de Carbono (CO % vol.)	Oxígeno (O2 % vol.)	Dilución (CO + CO2 % vol.)		Factor Lambda Máx.
				Min.	Máx.	
1993 y Anteriores	400	3,0	2,0	13	16,5	1,05
1994 y posteriores	100	1,0	2,0	13	16,5	1,05

En la captura de CO₂ la adsorción con sólidos presenta ventajas con respecto a otros métodos como la absorción, como la reducción en los problemas de difusión, mayor eficiencia energética y la regeneración mediante los ciclos de adsorción/desorción.

En la adsorción con sólidos se requiere que los mecanismos adsorbentes presenten una estructura porosa y química superficial adecuada (Acevedo, 2019).

Fuerzas de Van der Waals

Las moléculas se mantienen cercanas unas a otras para darle existencia física al compuesto o material que conforman. Las atracciones entre moléculas se deben a las fuerzas intermoleculares.

Algunas de estas fuerzas se consideran débiles, pues requieren un menor importe de energía para modificar el estado de agregación de la materia (Brown, 2009. Como se citó en Amaguaña, 2021).

Entre estas fuerzas se incluyen las de Van der Waals. Éstas se producen cuando los átomos vecinos de un compuesto intentan equilibrar las fuerzas que se atraen y las que se repelen. Al conseguir el equilibrio, se genera una fuerza de atracción que depende de la distancia entre los átomos y moléculas. Este fenómeno se da debido a la distribución asimétrica de los electrones dentro de una molécula, lo que provoca una carga positiva en un extremo, y una negativa en el otro, lo que se conoce como dipolos moleculares y atraen otros dipolos cercanos. Por ello, también se les conoce como fuerzas dipolo-dipolo (Pollard, 2017. Como se citó en Amaguaña, 2021, p. 8). Entre las fuerzas de Van der Waals, también se encuentran las fuerzas de dispersión de London, las cuales se llevan a cabo entre un dipolo y un dipolo inducido.

Un dipolo inducido es una interacción entre moléculas, que se produce cuando una molécula polar (que posee un polo positivo y uno negativo) induce una distribución temporal de las cargas de una molécula no polar cercana, pues la molécula polar propicia una acumulación temporal de carga positiva en un extremo, y de cargas negativas en el otro extremo. De este modo, surgen interacciones intermoleculares débiles durante ese momento dipolar (Campos Suárez, 2011, como se citó en Amaguaña, 2021, p. 8).

Una aplicación de estas fuerzas intermoleculares es a través de adsorción física o fisisorción, que puede definirse como el proceso en el cual, las moléculas de un gas o líquido quedan entrampadas a través de un medio sólido, cuya característica principal es la gran

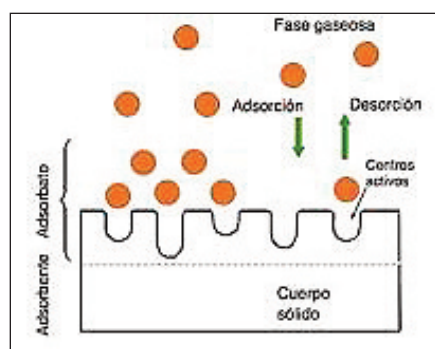


Figura 8. Proceso de adsorción y desorción en fase gaseosa

Nota. El adsorbato se adhiere a la pared del adsorbente.
Fuente: Acevedo (2019).

cantidad de cavidades porosas que pueden a través de la adsorbencia. Una capa de moléculas se acumula en la superficie del sólido. En la superficie del sólido, las moléculas del adsorbato son atraídas por la fuerza del adsorbente (Silva Muñoz, 2017, como se citó en Fiestas y Millones, 2019), llamadas principalmente por las fuerzas de Van der Waals, dándose estas entre las moléculas del gas y los átomos que componen la superficie del adsorbente (García Rojas, 2012, como se citó en Fiestas y Millones, 2019).

Uso de la fibra de coco para la adsorción de gas CO₂

La fibra de coco (cocos nucifera) se obtiene de la cáscara, la cual previamente debe secarse al sol para eliminar la humedad contenida (Rondón, Castillo & Miranda, 2020).

«La fibra de coco está compuesta por celulosa y leño, posee una baja conductividad al calor, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua». (Villanueva, 2016, como se citó en Álava & López, 2022, p. 27). Cuenta con una resistencia de 21.51 MPa, lo que la hace la más fuerte entre las fibras naturales, pues es capaz de sostener tensiones entre 4 y 6 veces más altas que otras fibras (Sed *et al.*, 2020, como se citó en Álava & López, 2022).

Propiedades de la fibra de coco. La desviación estándar aparece entre paréntesis:

- Diámetro promedio: 0.25 mm (0.08 mm)
- Longitud: 50 mm
- Densidad: 1.20 g/cm³
- Módulo de tracción: 2.74 GPa (0.34 GPa)
- Tensión de tracción en rotura: 286 MPa (72 MPa)
- Deformación por tracción a la rotura: 20.8 % (7.2 %).
(Libo Yan *et al.*, 2015, como se citó en Álava & López, 2022).

Composición química de la fibra de coco.

- Lignina = 42.5 %
- Celulosa = 32.3 %
- Pentanosa = 14.7 %
- Grasas saponificables= 5.1 %
- Grasas insaponificables= 0.7 %

- Cenizas= 3.5 %
 - Proteínas= 1.2 %
- Total= 100.00 %.
- (Novoa y Carrillo, 2005, como se citó en Álava & López, 2022, p. 28).

Los residuos agroindustriales como la fibra de coco, sus cáscaras y las flores de cocotero, se han investigado ampliamente como agentes adsorbentes. Por ejemplo, para la eliminación del Pb (II) de soluciones acuosas, en donde se logró adsorber 263 mg/g. De igual forma, se ha investigado para la eliminación de Co (II), Ni (II) y Cr (III) en sistemas combinados. Los resultados indican que la capacidad de adsorción máxima de la fibra de coco fue 12.82, 11.56 y 15.95 mg/g para cobalto, cromo y níquel, respectivamente (Bhatnagar & Sillanpää, 2010, como se citó en Valenzuela, 2022).

Entre las propiedades fisicoquímicas que deben presentar los materiales adsorbentes para ser utilizados en la captura de CO₂ están: alta selectividad en comparación con los otros componentes del gas de combustión (N₂, H₂O, NO_x, SO_x), altas capacidades de adsorción de CO₂, estabilidad a largo plazo en las condiciones de operación y rápida difusión del gas a través del material (Cortés. 2019, p. 20).

Los compuestos basados en polímeros son grupos funcionales polares o no polares en una matriz polimérica porosa. Esto hace de la cáscara de coco un material con alta capacidad de adsorción, debido a su estructura, que incluye una alta superficie específica (esa porción de la superficie total que está disponible para la adsorción), lo que se traduce en una gran cantidad de sitios de adsorción para los gases. Así mismo, su estructura es porosa y uniforme, lo que aumenta su capacidad de adsorción.

La celulosa es el componente principal de fibras naturales, como el algodón, lino, cáñamo y el coco (Lima & Borsali, 2004; Tayeb *et al.*, 2018; Habibi *et al.*, 2010; como se citó en Labrador & Osto, 2021). Representa casi un tercio de los tejidos vegetales y puede regenerarse por fotosíntesis. En relación a la microestructura, las fibras naturales se forman por microfibrillas de celulosa en una matriz de lignina y hemicelulosa (Madsen & Gamstedt, 2013; como se citó en Labrador & Osto, 2021). A su vez, las microfibrillas se unen fuertemente entre sí por puentes de hidrógeno, por lignina y pectina.

Estas microfibrillas de celulosa se forman por regiones amorfas y cristalinas. Ellas son las principales responsables de las propiedades mecánicas de las fibras naturales. (Labrador & Ostro, 2021).

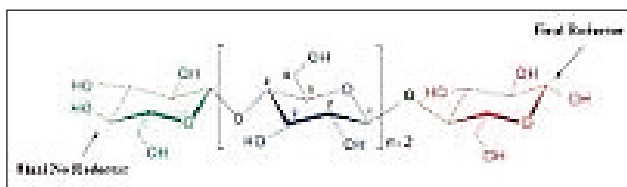


Figura 9. Estructura molecular de la celulosa

Nota. Las moléculas se unen mediante puentes de hidrógeno. Fuente: Area (2019).

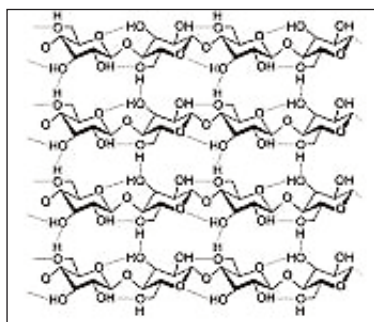


Figura 10. Cadenas de celulosa unidas mediante puentes de Hidrógeno

Nota: Fuente: Area (2019).

La celulosa es un biopolímero natural que tiene la capacidad de comportarse como intercambiador de iones. Es un polímero lineal de unidades β (1-4) D glucopiranosas. La glucosa es el monosacárido más abundante en la naturaleza. Es una aldohexosa, es decir, un azúcar de seis carbonos con un grupo aldehído terminal.

En realidad, la glucosa se encuentra como glucopiranosas, en la cual el grupo carbonilo (C1) está combinado con el grupo hidroxilo de C5 formando un hemiacetal cíclico. Un hemiacetal resulta de la reacción entre un aldehído y un alcohol.

Se forma un anillo de 6 átomos (piranósido) y se produce una reorganización de los átomos. Se considera que la unidad monomérica de la celulosa, es la celobiosa, formada por dos unidades de β -D-Glucosa, unidas mediante una unión β glucosídica; se le considera una cadena lineal de unidades de celobiosa unidas por enlaces β -1, 4-glicosídicos. El número promedio aproximado de unidades de glucosa en una molécula de celulosa es de entre 3000 a 10 000.

La linealidad extrema de las cadenas de celulosa permite una cantidad enorme de enlaces de hidrógeno entre los radicales OH de las cadenas subyacentes. Su estructura molecular se presenta en las Figuras 9 y 10.

La lignina es un heteropolímero que forma la pared celular del tejido vascular de las plantas y provee de rigidez estructural, así como resistencia a la tensión y la presión hídrica. Por otro lado, confiere soporte a células especializadas en el sostén y almacenamiento.

Maceda, Agustín, Soto-Hernández, Peña-Valdivia, *et al.* (2022), indican que la lignina es un heteropolímero complejo; la molécula se conforma por varios monómeros. La polimerización de la lignina en la pared celular se da por la acción de dos grupos enzimáticos, entre ellos, las peroxidasas y las lacasas.

Según Area (2019), la lignina es un polímero amorfo, aromático, insoluble en agua y heterogéneo; formada por copolímeros aleatorios, que son derivados a partir de los alcoholes insaturados del fenilpropano.

Además de los grupos metoxilo, la lignina tiene otros grupos funcio-

nales, como el fenil hidroxilo, alcohol bencílico y carbonilo. Además, la unión de estas fibras proporciona un material mecánicamente fuerte. La lignina es más una macromolécula que un polímero, ya que no está compuesta de unidades que se repiten.

La lignina tiene la característica de poseer enlaces covalentes, que proporcionan una resistencia adicional a los materiales lignocelulósicos naturales (complejos lignina carbohidratos), como se representa en la figura 11.

Los elementos principales en la celulosa y lignina son el carbono, hidrógeno y oxígeno. Sus configuraciones electrónicas son las siguientes:

- Carbono: $1s^2 2s^2 2p^2$
 - Hidrógeno: $1s^2$
 - Oxígeno: $1s^2 2s^2 2p^4$
- (Brown, LeMay, Bursten, *et al.*, 2014.)

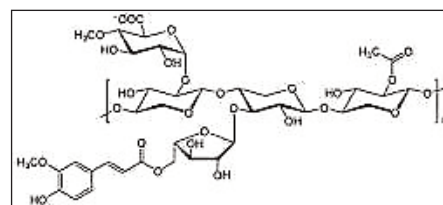


Figura 11. Representación de la unión lignina-carbohidratos

Nota: La lignina se compone mayormente de carbono, hidrógeno y oxígeno. Fuente: Area (2019).

PROCESO METODOLÓGICO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

La metodología utilizada en el presente proyecto es cuasi experimental. A modo de descripción, consiste en la adquisición de la materia prima, como el coco y alambres metálicos, para la construcción de una estructura que contenga las fibras del coco previamente tratado (secado). Dicho prototipo posee la capacidad de adherir las moléculas de CO₂ en sus paredes porosas, en donde juegan un rol importante las fuerzas de Van der Waals entre el medio adsorbente y el adsorbato. Esta investigación tiene la particularidad de ser del tipo cuantitativa y descriptiva.

De acuerdo con la bitácora, la fecha de inicio del proyecto fue el 20 de febrero y su finalización, el 25 de abril.

Los recursos empleados consistieron en físicos, materiales de laboratorio y financieros, entre los cuales se encuentran probetas graduadas, una balanza electrónica, medidor (gasómetro) de CO₂, un recipiente metálico (cubeta) para contener la estructura del filtro, alambres galvanizados de calibres 14.5, 16, y 22, tubo de acero (reciclado), flexómetro, un medio litro de gasolina de medio octanaje (Magna), dos gramos de estopa de lana y fibras de coco, como nuestro agente principal.

Respecto a los datos financieros para llevar a cabo el presente proyecto, mostramos a continuación los costos de adquisición de los siguientes Materiales:

- a) Cubeta metálica: \$59.00
 - b) El coco fue donado como residuo, por parte de comerciantes locales: \$0.00
 - c) El tubular de acero fue tomado de los materiales de reciclaje del laboratorio: \$0.00
 - d) El medidor de CO₂ (Air Quality Detector) fue adquirido mediante compra en línea: \$209.00
 - e) La balanza electrónica Adventure, el flexómetro y la probeta fueron proveídos por el laboratorio.
 - f) El medio litro de gasolina de medio octanaje (Magna), tuvo un costo de: \$10.00
 - g) Bolsa de ½ kilogramo de estopa de algodón: \$30.00
 - h) 9 metros de alambre galvanizado de calibre 22: \$12.00
 - i) 9 metros de alambre galvanizado de calibre 16: \$15.00
 - j) 9 metros de alambre galvanizado de calibre 14.5: \$20.00
- La suma de los precios anteriores, resulta un total de: \$355.00

El lugar donde se llevó a cabo este proyecto, fue en el Laboratorio de Ingeniería Civil e Ingeniería Petrolera del Tecnológico Nacional de México / I. T. de Villahermosa. Las instalaciones poseen equipos enfocados en los ensayos de tracción y resistencia de materiales, estudios de flujo en tuberías y simuladores de perforación.

Entre las variables a destacar, se encuentran:

- a) Variable independiente: Es la causa o el factor que tiene una influencia directa en la variable dependiente. En este proyecto, dicha variable es el tiempo a la salida de la chimenea del quemador. Cabe recalcar que es medido con un cronómetro digital en un dispositivo telefónico.
- b) Variable dependiente: Aquella que depende de la variable independiente y su valor se utiliza para evaluar el efecto de la variable independiente sobre ella. En este proyecto, dicha variable es la concentración de CO₂, la cual es registrada a través de un medidor de CO₂.
- c) Variable de control: Aquella que se puede manipular o controlar con el fin de eliminar su influencia en los resultados del experimento. En este proyecto, dicha variable es la altura de colocación del filtro (X cm), la cual es cuantificada con un flexómetro.

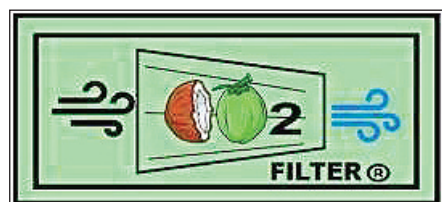


Figura 12. Logotipo del proyecto

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023).

Es necesario mencionar que, como indicadores, se utilizaron medidas de tendencia central como la media, mediana y moda, y así mismo, medidas de

dispersión, como varianza, desviación estándar, curtosis y coeficiente de asimetría. Todo lo anterior pertenece a la estadística descriptiva, cuyo objetivo es proporcionar una descripción clara y concisa de los datos para comprender el comportamiento de las variables presentes en la investigación. Se aplica la regresión por mínimos cuadrados para establecer la variación de la variable dependiente (CO₂) con respecto a la independiente (tiempo).

La población y muestra durante los experimentos fue la concen-

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	
FECHA	ACTIVIDADES
20/2/23	PLANEACIÓN DE LA PROPUESTA DE PROYECTO
4/4/23	REUNION DE ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES DE CADA INTEGRANTE
5/3/23	DISEÑO DE BOSQUEJO DEL FILTRO
10/3/23	INICIO DE INVESTIGACIÓN DE ANTECEDENTES Y MATERIALES
13/3/23	DEFINICIÓN DE MATERIALES Y CARCAZA DE FILTRO
15/3/23	PRESENTACIÓN DE PROYECTO A LOS PROFESORES
17/3/23	ELECCIÓN DE MATERIALES Y ELABORACIÓN DE PROTOTIPO
20/3/23	ADQUISICIÓN DE MATERIALES "COCO" (RESIDUO AGROINDUSTRIAL) Y ALAMBRE
22/3/23	REUNION PARA REVISIÓN DE TAREAS
23/3/23	SE TERMINA BASE DE FILTRO DE COCO
26/3/23	PROTOTIPO DE FILTRO TERMINADO
29/3/23	INICIO DE EXPERIMENTACIÓN CON FILTRO
30/3/23	SEGUNDA PRUEBA EN LABORATORIO CON EL FILTRO
31/3/23	PRUEBA EXPERIMENTAL FINAL
11/4/23	SEGUNDA REUNION PARA REVISIÓN DEL AVANCE DE TAREAS
18/4/23	ANÁLISIS DE RESULTADOS
18/4/23	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Figura 13. Cronograma de actividades planeadas

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023).

tración de gas CO₂ en función al tiempo, cuyos datos fueron colectados por medio del gasómetro digital.

Con base en lo establecido en los objetivos general y específicos, planteados al inicio de este proyecto, se realizó el diseño, elaboración del prototipo del filtro y la experimentación.

Primero, el diseño del prototipo se plasmó sobre papel, para posteriormente elaborarlo en un software de diseño (SketchUp). Las Figuras 15, 16, 17, 18 y 19 muestran dicha secuencia.

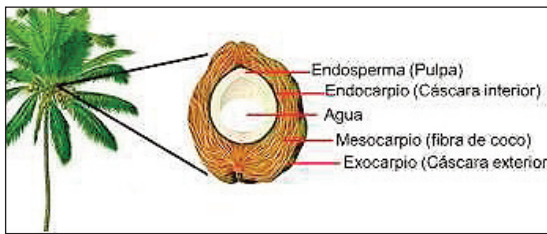


Figura 14. Partes que conforman la estructura del coco

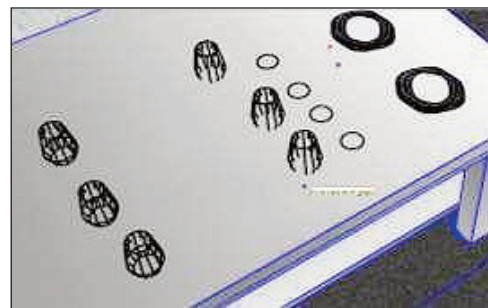
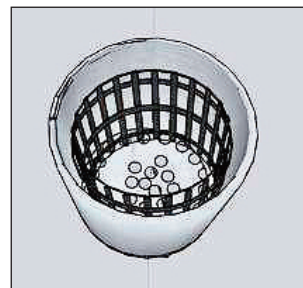
Nota: Nuestro proyecto utiliza el mesocarpio. Fuente: Valencia, Yañez & Castro (2021).



Figuras 15 y 16. Bocetos tempranos del filtro

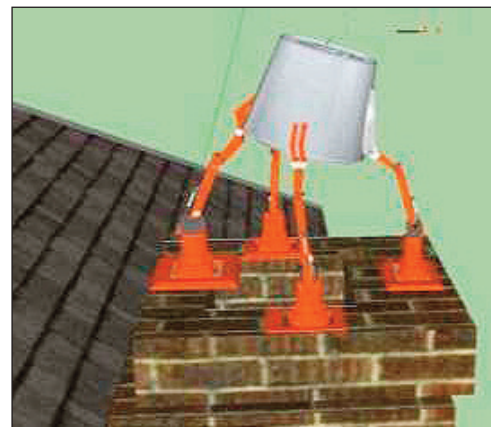
Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023).

El diagrama muestra el interior de la cubeta metálica y alrededor de sus paredes interiores, se encuentra adaptado la estructura metálica del filtro con la fibra de coco. A partir de este punto, se dan a conocer los procedimientos para avanzar en el armado del filtro.



Figuras 17 y 18. Diseños en SketchUp del filtro.

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023).



Figuras 19. Aplicación hipotética del filtro para un futuro cercano

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023).

El procedimiento de preparación de las fibras es el siguiente:

- 1- Tras conseguir los cocos en sitios donde se comercializan, se partieron a la mitad.
- 2- Se retiró la cáscara interior de cada una, la cual se nombra endocarpio.
- 3- Se retiró la cáscara exterior, llamada exocarpio.
- 4- Se procedió a retirar la fibra de coco o mesocarpio, de los trozos.
- 5- Posteriormente, la fibra de coco se cortó en varias tiras.
- 6- Las fibras se dejaron secar al sol durante 3 días.



El procedimiento para construir la base del filtro es el siguiente:

1. Tras conseguir los alambres galvanizados se tomó el de calibre 14.5. Se tomaron dos secciones para formar las circunferencias que darán lugar a las bases del filtro, que se colocará dentro de la cubeta con un diámetro de 11 cm y el segundo, 9 cm.
2. A la primera base, se le adhirieron tiras de alambre galvanizado de calibre 16, con una longitud de 8 cm.
3. El objetivo es realizar una estructura con forma de cono troncado, por lo que se completa con un segundo círculo en su parte superior. El resultado se muestra en las Figuras 20 y 21.
4. Los alambres que forman la generatriz se tensaron para darle solidez a la estructura. Entonces, se añadieron circunferencias paralelas a las bases, creadas a partir de alambres calibre 22.



Figuras 20 y 21. Estructura metálica semiarmada, según los pasos 3 y 4

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023).

A continuación, solo faltaba encajar las fibras de coco. Dicho procedimiento fue el siguiente:

1. Introducir las fibras de coco a la estructura del prototipo metálico y repetir este paso hasta que se consiga su forma final.
2. Como último paso, se cortaron los sobrantes para darle una apariencia y disposición más uniforme.



Figura 22. Filtro armado

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023).

Una vez construido el filtro, se procedió a realizar el experimento con el resto de materiales y reactivos.

Antes de utilizar el prototipo se prepararon otros materiales, como la estopa de algodón (2 gramos medidos con la balanza electrónica) y el volu-



Figura 23 y 24. Proceso de la medición volumétrica de la gasolina de medio octanaje

Nota: Fuente Elaborado por autores (2023).

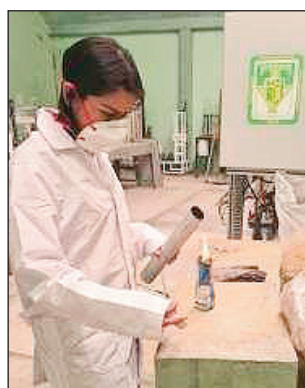


Figura 25. Preparación del tubular y la llama

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023)

men de gasolina (100 mililitros, medidos con la probeta graduada) que se-
rían utilizados.

Acto seguido, se llevó a cabo la representación del proceso de poscombustión, de donde se emitirían los volúmenes de CO_2 . Para ello, se impregnó la estopa de algodón con la gasolina y se incendió.

El tubular metálico se colocó encima del área de la llama, para simular un mechero.

Una vez armada esta sección, se procedió a tomar medidas de concentración de CO_2 en partes por millón, utilizando el gasómetro.

El siguiente paso en este experimento, fue instalar el filtro de CO_2 sobre la parte superior del tubular.

Con el filtro en su sitio, se realizó una nueva medición de la concentración de CO_2 , en función al tiempo, para comprobar si se obtienen los datos favorables, esperados en la hipótesis de este proyecto.

La metodología aplicada en este proyecto se enfoca en realizar una reducción de gases de efecto invernadero, especialmente el CO_2 , tal como lo dictan los tratados y normas nacionales e internacionales, como lo son el Tratado de París, la Agenda 2030 y la NOM-041-2015 de la SEMARNAT.



Figura 26. Medición de la concentración de CO_2 , previo al filtro

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023)



Figura 27 y 28. Instalación del filtro sobre el tubular

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023)



Figura 29. Medición de la concentración de CO₂ posterior a la instalación del filtro

Nota: Fuente Elaborado por autores (2023).

RESULTADOS

En las Figuras 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 y 38 se pueden observar resultados de las mediciones de CO₂ con y sin filtro, además de datos estadísticos, ajustes y gráficas obtenidas de las investigaciones realizadas.

NO. DE DATO	COMPONENTE X TIEMPO (MINUTOS)	COMPONENTE Y CONCENTRACIÓN CO ₂ PPM SIN FILTRO	COMPONENTE Y CONCENTRACIÓN CO ₂ PPM CON FILTRO
1	1.000	4,550.00	1,279.00
2	2.000	4,153.00	1,265.00
3	3.000	4,514.00	1,236.00
4	4.000	4,015.00	1,100.00
5	5.000	4,421.00	1,026.00
6	6.000	4,299.00	1,333.00
7	7.000	3,625.00	1,056.00
8	8.000	2,895.00	1,379.00
9	9.000	2,125.00	1,353.00
10	10.000	2,234.00	882.00
11	11.000	2,442.00	902.00
12	12.000	2,255.00	1,163.00
13	13.000	2,021.00	895.00
14	14.000	2,226.00	1,152.00
15	15.000	2,272.00	1,086.00
16	16.000	2,609.00	1,125.00
17	17.000	2,665.00	1,003.00
18	18.000	2,531.00	887.00
19	19.000	2,771.00	904.00
20	20.000	2,917.00	720.00
21	21.000	3,091.00	808.00
22	22.000	3,227.00	1,003.00
23	23.000	2,755.00	912.00
24	24.000	2,474.00	936.00
25	25.000	3,095.00	749.00
26	26.000	3,003.00	663.00
27	27.000	3,180.00	908.00
28	28.000	2,767.00	803.00
29	29.000	3,031.00	1,066.00
30	30.000	2,824.00	828.00

Figura 30. Resultados de las mediciones de concentración de CO₂ con y sin filtro

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023).

Concentración de CO ₂	
Media	1014.266667
Error típico	35.66665378
Mediana	1003
Moda	1003
Desviación estándar	195.3543082
Varianza de la muestra	38163.30575
Curtosis	-0.783853317
Coefficiente de asimetría	0.248454481
Rango	716
Mínimo	663
Máximo	1379
Suma	30428
Cuenta	30

Figura 31. Datos estadísticos

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023).

NO. DE DATOS	TIEMPO EN MINUTOS	CONCENTRACIÓN DE CO ₂
1	1.000	1279.000
2	2.000	1265.000
3	3.000	1236.000
4	4.000	1190.000
5	5.000	1026.000
6	6.000	1333.000
7	7.000	1056.000
8	8.000	1379.000
9	9.000	1353.000
10	10.000	882.000
11	11.000	902.000
12	12.000	1169.000
13	13.000	895.000
14	14.000	1152.000
15	15.000	1086.000
16	16.000	1125.000
17	17.000	1003.000
18	18.000	887.000
19	19.000	904.000
20	20.000	720.000
21	21.000	808.000
22	22.000	1003.000
23	23.000	912.000
24	24.000	936.000
25	25.000	749.000
26	26.000	663.000
27	27.000	908.000
28	28.000	803.000
29	29.000	1066.000
30	30.000	828.000

Figura 32. Resultados de las mediciones de concentración de CO₂ con el filtro

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023)

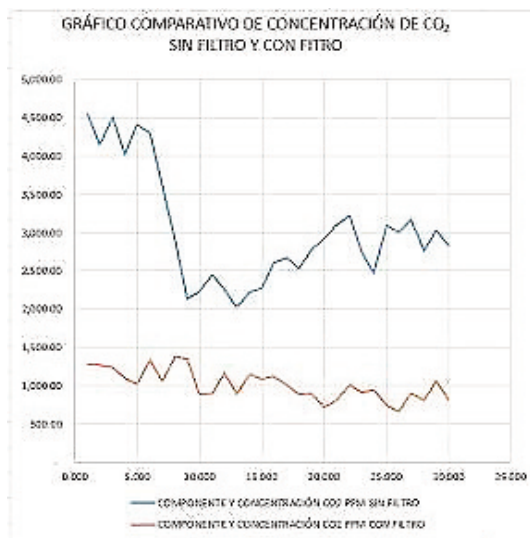


Figura 33. Gráfica comparativa de concentraciones de CO₂

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023)

NO. DE DATOS	COMPONENTE (X) TIEMPO EN MINUTOS	COMPONENTE (Y) CONCENTRACIÓN DE CO ₂ PPM	X ²	X ³	X ⁴	XY	XY ²
1	1.000	1279.00	1	1	1	1279.00	1279.00
2	2.000	1265.00	4	8	16	2530.00	5060.00
3	3.000	1236.00	9	27	81	3708.00	8514.00
4	4.000	1190.00	16	64	256	4760.00	5716.00
5	5.000	1026.00	25	125	625	5130.00	5272.00
6	6.000	1333.00	36	216	1296	5998.00	6788.00
7	7.000	1056.00	49	343	2401	5395.00	5774.00
8	8.000	1379.00	64	512	4096	6012.00	8316.00
9	9.000	1353.00	81	729	6561	6177.00	8415.00
10	10.000	882.00	100	1000	10000	8820.00	7779.00
11	11.000	902.00	121	1331	14641	9922.00	8980.00
12	12.000	1169.00	144	1728	24883	14028.00	16272.00
13	13.000	895.00	169	2197	35937	11635.00	10405.00
14	14.000	1152.00	196	2744	44793	13133.00	15196.00
15	15.000	1086.00	225	3375	59049	12291.00	14108.00
16	16.000	1125.00	256	4096	69696	13000.00	16900.00
17	17.000	1003.00	289	4913	83521	12051.00	14521.00
18	18.000	887.00	324	5832	110496	10966.00	12024.00
19	19.000	904.00	361	6859	130495	11176.00	12491.00
20	20.000	720.00	400	8000	160000	14400.00	16200.00
21	21.000	808.00	441	9261	177147	15768.00	17688.00
22	22.000	1003.00	484	10648	206383	17266.00	19412.00
23	23.000	912.00	529	12167	231143	16166.00	17904.00
24	24.000	936.00	576	13824	268432	17256.00	19024.00
25	25.000	749.00	625	15625	308125	15725.00	17725.00
26	26.000	663.00	676	17713	340121	14258.00	15958.00
27	27.000	908.00	729	19683	397317	15518.00	17188.00
28	28.000	803.00	784	21952	421672	14484.00	16184.00
29	29.000	1066.00	841	24389	471633	15934.00	17874.00
30	30.000	828.00	900	27000	540000	14832.00	16132.00
SUMAS	445.000	30428.00	3480	58320	727280	47628.00	55728.00
FUNCIONES DE AJUSTE							
Y =	1311.29015	-36.57034	X +	0.22937	X ²		

Figuras 34 y 35. Preparación de la matriz.

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023)

MATRIZ		MÉTRICAS BÁSICAS		MÉTRICAS AVANZADAS	
SE	SE	SE	SE	SE	SE
SE	SE	SE	SE	SE	SE
SE	SE	SE	SE	SE	SE

NO. DE DATOS	COMPONENTE X	COMPONENTE Y	AJUSTE Y
1	1	1279.000	1287.65
2	2	1268.000	1262.57
3	3	1236.000	1238.18
4	4	1100.000	1114.42
5	5	1026.000	1191.34
6	6	1335.000	1168.93
7	7	1050.000	1147.15
8	8	1379.000	1126.11
9	9	1353.000	1105.75
10	10	882.000	1285.95
11	11	902.000	1266.88
12	12	1169.000	1248.67
13	13	995.000	1030.71
14	14	1152.000	1013.66
15	15	1086.000	997.25
16	16	1115.000	981.50
17	17	1053.000	966.43
18	18	887.000	952.62
19	19	904.000	938.28
20	20	720.000	925.20
21	21	808.000	912.79
22	22	1003.000	901.65
23	23	912.000	889.86
24	24	956.000	879.57
25	25	749.000	869.83
26	26	663.000	860.75
27	27	908.000	852.34
28	28	803.000	844.50
29	29	1066.000	837.33
30	30	828.000	831.12

Figuras 36 y 37. Ajuste de la matriz.

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023).

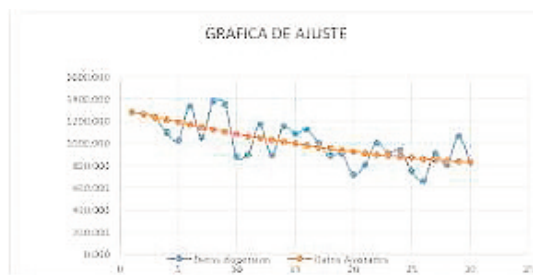


Figura 38. Gráfica de ajuste para el experimento.

Nota: Fuente: Elaborado por autores (2023).

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

El estudio llevado a cabo ha demostrado que la instalación del filtro ha tenido un impacto positivo en la reducción de la concentración de dióxido de carbono emitido a la atmósfera. Con una reducción del 67 %, se puede decir que la solución implementada ha sido eficaz en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En cuanto a los resultados estadísticos, se puede observar que la media de la concentración de CO₂ fue de 1014.27 ppm, con un error típico de 35.67 ppm, lo que indica que los valores obtenidos están muy cercanos a la media. Además, la mediana y la moda de la concentración de CO₂ fueron de 1003 ppm, lo que sugiere una distribución simétrica de los datos.

Así mismo, se calculó una desviación estándar de 195.35 ppm.

En cuanto a los indicadores estadísticos, como la curtosis, cuyo valor resultante fue de -0.7839, nos indica que los datos estadísticos están concentrados alrededor de la media y no presentan datos atípicos relevantes. Por su parte, el coeficiente de asimetría, con valor 0.2485 (adimensional), indicándonos que los datos presentan una asimetría hacia la derecha.

Cabe mencionar que la investigación se centró en las emisiones de CO₂ debido a su alto porcentaje de emisiones atmosféricas en general.

Futuras líneas de investigación

La solución propuesta en este documento, que consiste en el diseño y fabricación de un filtro de dióxido de carbono para la industria petrolera utilizando fibra de coco como adsorbente, puede ser aplicada a una amplia variedad de situaciones en las que se generan emisiones de gases de efecto invernadero. Esto incluye no solo edificaciones con chimeneas, sino también comercios y unidades de automotores que emiten gases como resultados de la combustión de combustibles fósiles o la quema de madera y otros materiales que contienen carbono.

Además, esta solución se alinea perfectamente con los objetivos 12 y 13 de Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, los cuales hacen un llamado a tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos negativos en el planeta y en la población mundial. Al aplicar la solución propuesta, se estaría contribuyendo directamente al logro de los objetivos establecidos en los capítulos, tales como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la promoción de tecnologías limpias y sostenibles en diferentes sectores de la economía. En resumen, esta solución puede ser una herramienta valiosa para luchar contra el cambio climático y avanzar hacia un futuro más sostenible.

CONCLUSIONES

A lo largo de este proyecto, se presentó el proceso de elaboración de un filtro capaz de adsorber CO_2 a partir de las emisiones producidas en la poscombustión de combustibles derivados del petróleo. Se abordaron las fuerzas intermoleculares responsables de llevar a cabo la adsorción exitosa, como los enlaces de Van der Waals, las características físicas y químicas del CO_2 y la capacidad adsorbente de la fibra de coco. Fue por esta razón que se eligió esta última como agente activo del filtro a instalar.

Desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX, la Revolución Industrial le dio un giro de 180° al desarrollo de nuestra civilización, pero también marcó el inicio del aumento de la temperatura a nivel mundial, por acción del efecto invernadero, el cual se produjo por la acumulación desmedida de gases CO_2 y otros, por acción de las emisiones de residuos gaseosos, productos de la combustión que le da potencia a las máquinas que mueven nuestra sociedad y consumo.

A lo largo del siglo pasado, se gestó el peligro de llegar a un punto de no retorno, que afectaría no solo a nuestra especie, sino a toda la vida en este planeta. Por esta razón, es importante tomar medidas que reduzcan el im-

pacto de la actividad humana sobre el medio ambiente y frenar el cambio climático.

La Agenda 2030 muestra diversos objetivos fundamentales, entre ellos, el 12 y el 13, que abordan la necesidad de frenar el cambio climático por medio de tecnologías sustentables. Es por ello que los resultados obtenidos en este proyecto son altamente relevantes y factibles para aplicar nuevas medidas a nivel industrial e incluso en nuestros hogares.

Un filtro de dióxido de carbono construido a partir de fibra de coco, es una solución económica y accesible para todos, que nos permitirá aportar nuestro granito de arena en la remediación de nuestro medio ambiente y prosperar como naciones unidas en un solo objetivo: vivir en armonía con todas las formas de vida que habitan nuestro planeta. Este proyecto nos ha demostrado que, mediante el uso de tecnologías sustentables, podemos alcanzar este objetivo, y así, asegurar un futuro más sostenible para nosotros y las generaciones futuras.

RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

- Acevedo, Sergio A.** (2019). Activación química de cuesco de palma africana (*elaeis guineensis*) con soluciones de sales metálicas en la preparación de carbones activados para la adsorción de CO₂ [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional, Universidad Nacional de Colombia, UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76752/Tesis%20Doctoral%20Sergio%20Alberto%20Acevedo%20Corredor%20250819.pdf>
- Agapito, Cecilia.** (2018). Captura de CO₂ con escorias metalúrgicas de acero y sus derivados. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería, UNAM. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/14728/1/Tesis.pdf>
- Alava, J. A., & López, L. M.** (2022). Estudio de Factibilidad del Uso de la Fibra de Coco para la Elaboración de Mampuesto. [Tesis de pregrado, Universidad San Gregorio de Portoviejo]. Repositorio Institucional de la Universidad San Gregorio de Portoviejo <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/2852/1/ARQ-C2022-001.pdf>
- Amaguaña, María B.** (2021). Simulación en interacciones de tipo Van der Waals en sistemas moleculares. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15020/1/86T00120.pdf>
- BBC News Mundo.** (2021). Cambio climático: Guía simple para entender el calentamiento global. BBC Noticias. <https://www.bbc.com/mundo/>

noticias-58912801

- Brown, T.L.; LeMay, H. E; Bursten, B.E., et al.** (2014). Estructura electrónica de los átomos. En Química, la ciencia central. (Decimosegunda edición). (pp. 207-247). Pearson Educación.
- Casados Mexicano, Yolanda.** (2022). Reducción fotocatalítica de CO₂ usando nanoalambres de silicio con nanopartículas de cobre bajo irradiación visible. [Tesis de maestría, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica]. Repositorio Institucional de CIDETEQ. <https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/477/1/Tesis%20YOLANDA%20CASADOS%20MEXICANO%20MAE%202022.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe.** (2018). La agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. 55-62. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Cortés, Jonathan.** (2019). Adsorción de CO₂ en compósitos de derivados de carbono y una red metal orgánico y su estabilidad en agua. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco.] Repositorio Institucional Zaloamati. http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/7485/Adsorcion_de_CO2_en_compositos_de_derivados_de_carbono_Cortes_Suarez_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fiestas Eca, M. S & Millones Niquen, A.L.** (2019). Influencia de la concentración y el tiempo de contacto del carbón activado de cáscara de coco en la remoción de arsénico de aguas subterráneas de mórrope. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4028/BC-TES-TMP2821.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Grupo Gubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [CEPAL].** (2019). Calentamiento global de 1.5 °C. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC_Special-Report-1.5-SPM_es.pdf
- Hernández, Gustavo.** (2021). Emisiones de gases de efecto invernadero y sectores clave en Colombia. El trimestre económico. 88(350). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-718X2021000200523&script=sci_arttext
- Hernández Chacón, Olivia A.** (2020). Emisión de gases de efecto invernadero en unidades de producción bovina en Chiapas, México. [Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Chiapas]. Archivo digital. <https://www.biopasos.com/informes/TESIS-DIGITAL-MCPATFINALIZADA.pdf>
- Hernández Monje, Diana C.** (2022). Adsorción de solventes orgánicos desde

fase gas y fase líquida orgánica sobre carbones activados modificados. Caracterización energética. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional, UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83000/1070948464.2022.pdf>

Méndez, Boris P.J. (2021). Determinación de la huella carbono del agua, electricidad y desechos sólidos para generar un modelo de compensación de carbono en INTECAP Centro Uno Guatemala. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional USAC. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/16288/1/Boris%20Pablo%20Jos%C3%A9%20M%C3%A9ndez%20Chac%C3%B3n.pdf>

María C., Area. (2019). Fibras. Estructura y Topoquímica. En María C., Area (Ed). Producción y usos de la celulosa nanofibrilada y microfibrilada. (pp. 20-26). Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/107046/CONICET_Digital_Nro.b58384a1-3eca-4c14-b0ef62e8b64b8845_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Naciones Unidas [ONU]. (2021, 14 de septiembre). ¿Qué es el cambio climático? Acción por el clima. <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

Naciones Unidas [ONU]. (2022). El acuerdo de París. <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>

Naciones Unidas [ONU]. (2022). Las emisiones mundiales de CO₂ repuntaron en 2021 hasta su nivel más alto en la historia.

Naciones Unidas Web. <https://unfccc.int/es/news/las-emisiones-mundiales-de-co2-repuntaron-en-2021-hasta-su-nivel-mas-alto-de-la-historia#:~:text=Las%20emisiones%20mundiales%20de%20di%C3%B3xido,del%20carb%C3%B3n%20para%20impulsar%20ese>

Naciones Unidas [ONU]. (2023). Datos sobre la acción climática. Naciones Unidas Web. <https://www.un.org/es/climatechange/science/key-findings>

National Geographic. (2023). ¿Qué es el calentamiento global? Nat Geo Web. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>

OXINOVA. (2019). Ficha Técnica del Dióxido de Carbono. <https://oxinova.com/wpcontent/uploads/2019/10/DAGI-060.00-DIOXIDO-DECARBONO.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sostenible y Ordenamiento Territorial. Gobierno de Puebla. (2021). Estrategia de Eficiencia y transición energética del estado de Puebla. https://smadsot.puebla.gob.mx/images/EETEEP_Final_2_compressed.pdf

Siclari Bravo, Paola G. (2020). Amenazas de cambio climático, métricas de mi-

- tigación y adaptación en ciudades de América Latina y el Caribe. CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46575/4/S2000867_es.pdf
- Osto, Steffany.** (2021). Caracterización de la celulosa proveniente del lodo papelerero y su esterificación. 10(2). <http://portal.amelica.org/ameli/journal/115/1152771006/html/>
- Tratado de París.** (2015). United Nations, Climate Change. https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf
- United Nations, Climate Change** (2022). Las emisiones mundiales de CO2 repuntaron en 2021 hasta su nivel más alto de la historia. <https://unfccc.int/es/news/las-emisiones-mundiales-de-co2-repuntaron-en-2021-hasta-su-nivel-mas-alto-de-la-historia#>
- United Nations, Climate Change [UNCC].** (2019). El Acuerdo de París. <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris> United Nations Environment
- Programme.** (2022). The closing window. Emissions Gas Report 2022. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/40932/EGR2022_ESEN.pdf
- Procuraduría Federal del Medio Ambiente.** (2016). Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficialmexicana-nom-041-semarnat-2015>
- Rondón, A.Y., Castillo, L.A., & Miranda, J.** (2020). Uso de la cáscara de coco (Cocos nucifera) como medio filtrante en el tratamiento del agua del campo El Salto, Venezuela. 38(1). 129-130. <http://www.scielo.org.co/pdf/ind e/v38n1/2145-9371-inde-38-01-125.pdf>
- Norma Oficial Mexicana NOM-041- SEMARNAT-2015,** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. (2015). https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5396063&fecha=10/06/2015#gsc.tab=0
- Valenzuela, F.A.** (2020). Evaluación del potencial de adsorción de la mazorca de maíz y fibra de coco para la eliminación de cafeína presente en medio acuoso. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. BIBDIGITAL. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20933/1/cd%2010450.pdf>
- Valencia, N., Yáñez, J., & Castro, D.C.** (2021). El agua de coco: No solo una bebida refrescante, sino una bebida con beneficios para la salud. *Frontera Biotecnológica*. (p.11). ISSN: 2448-8461. <https://www.revista->

fronterabiotecnologica.cibatlaxcala.ipn.mx/volumen/vol20/pdf/vol-20-.pdf





App Dieta Mediterránea Mexicanizada & CACAO Mx



UNIVERSIDAD OLMECA
Raíz de sabiduría

Angelli Lozano Pérez¹, Luis Arturo López Pérez¹ & Ángel Ernesto Sierra Ovando²

RESUMEN

La Guía de Alimentación Dieta Mediterránea Mexicanizada (GADMM), responde a los principales cuestionamientos de la nutrición humana. **Objetivo:** Programar la aplicación de la guía de la Alimentación de la Dieta Mediterránea Mexicanizada y cacao su principal representante con fines informativos y de seguimiento cardiometabólico. **Metodología:** Estudio descriptivo, híbrido con tres fases, 1^{ra} Se analizaron los componentes de la infografía de la GADMM y parámetros cardiometabólicos del síndrome metabólico 2^{da} Se crearon pautas de DMM con alimentos representativos de México y de la estación 3^{ra} Se integraron componentes del contenido de la GADMM y los componentes cardiometabólicos de monitoreo. **Resultados:** Se crearon apartados que corresponden a los cuestionamientos ¿Qué es la Dieta Mediterránea Mexicanizada? ¿Qué comer? de manera semanal, cada día y cada tiempo de comida. ¿Qué promueve? Se creó apartado de control y monitoreo de parámetros cardiometabólicos que permitirán dar seguimiento. **Conclusión:** La App promueve una vida sana y bienestar para todas las edades, respalda los objetivos de desarrollo sostenible, será una herramienta tecnológica de salud pública, amigable, aplicable, asequible, entendible, apta para aplicarse en la población mexicana.

Palabras clave. Cacao, Dieta Mediterránea Mexicanizada, alimentación.

¹ Estudiante de la licenciatura en Ingeniería Biomédica en la Universidad Olmeca. Carretera federal Villahermosa-Escárcega, km 14.329, margen derecha, rancharía Coronel Tracónis 3^{ra}. Sección, C. P. 86265, Centro Tabasco, México.

² Asesor del proyecto

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

angellilozano@gmail.com

kiradoffice@gmail.com

asierra@olmeca.edu.mx,

Este artículo debe citarse como:

Lozano-Pérez, A. & López-Pérez, L.A. (2023). App Dieta Mediterránea Mexicanizada & CACAO Mx. *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias. Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 165-179.

ABSTRACT:

Introduction: The Food Guide to the Mexicanized Mediterranean Diet (GADMM) answers the main questions of human nutrition. Objective: Create the application of the Food Guide of the Mexicanized Mediterranean Diet and cocoa its main representative for informational purposes and cardiometabolic monitoring. **Methodology:** Descriptive, hybrid study with three phases, 1st The components of the GADMM infographic and cardiometabolic parameters of the metabolic syndrome were analyzed 2nd DMM guidelines were created with representative foods from Mexico and the season 3rd Components of the content of the GDMM and monitoring cardiometabolic components. **Results:** Sections were created that correspond to the questions: ¿What is the Mexicanized Mediterranean Diet? What to eat? weekly, every day and every meal time. What does it promote? A section for the control and monitoring of cardiometabolic parameters was created, which will allow follow-up. **Conclusion:** The App promotes a healthy life and well-being for all ages, supports the sustainable development goals, will be a technological tool for public health, friendly, applicable, affordable, understandable, suitable for application in the Mexican population.

Key words: Cocoa, Mexicanized Mediterranean Diet, food

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, nuevos datos sugieren que la obesidad al igual que otras enfermedades relacionadas al Síndrome Metabólico (SM) es un potente factor de riesgo para la aparición de complicaciones de COVID-19.⁽¹⁾ La situación es alarmante debido a las cifras considerables de la población mexicana presenta un exceso de grasa corporal^(2,3). El sobrepeso y la obesidad no habían llegado a niveles tan altos. La alimentación juega un papel crucial, y hoy se sabe que los alimentos pueden prevenir parcial o totalmente enfermedades como la diabetes, hipertensión, dislipidemias. El presente trabajo es la continuación de la Guía de Alimentación de Dieta Mediterránea Mexicanizada⁽⁴⁾ (GADMM) proyecto galardonado en ExpoCiencias Tabasco 2021, en ExpoCiencias Nacional 2021 y ExpoCiencias Internacional 2022.

JUSTIFICACIÓN

La alimentación puede prevenir parcial o totalmente enfermedades como la diabetes, hipertensión, dislipidemias.

Un cambio en la dieta debe partir de un esfuerzo formativo e informativo, desde la casa y escuela. El objetivo del Programa de Salud Alimentaria (PSA) impulsado por la Universidad Olmeca promueve la Dieta Medi-

terránea Mexicanizada⁽⁵⁾ (DMM) que contribuya a mejorar la salud de la población. Los hábitos alimentarios y de estilo de vida tienen un papel crucial en el mantenimiento de la salud, tanto a nivel individual como poblacional. En la actualidad, la dieta mediterránea se considera el modelo de alimentación más saludable, descubierto por el Dr. Ancel Keys a finales de los 70 quien lideró un estudio en siete países⁽⁶⁾, en el cual dio seguimiento durante 15 años, a poblaciones de Japón, Estados Unidos de América (EUA), Finlandia, Holanda, la antigua Yugoslavia, Italia y Grecia. Los resultados del estudio confirmaron una menor mortalidad por enfermedad coronaria y en general mayor expectativa de vida en los países mediterráneos, particularmente en Grecia, donde descubrió una forma de vida, *diaita*, que en griego significa «forma de vida». De ahí acuñó el nombre de Dieta Mediterránea.

Existe sólida evidencia científica sobre los beneficios de la adherencia a la dieta mediterránea tradicional (DMT), se asocia a una menor mortalidad global, así como a una menor mortalidad por cardiopatía coronaria y una menor incidencia de complicaciones cardiovasculares en pacientes que hayan sufrido un infarto al miocardio. El síndrome metabólico (SM) se ha convertido en un importante problema de salud pública en todo el mundo, toda vez que el SM está asociado a un incremento de cinco veces en la prevalencia de diabetes tipo 2 y de 2 a 3 veces en la de enfermedad cardiovascular (ECV). El SM se caracteriza por la presencia en una misma persona de un mínimo de tres de estos factores de riesgo para la salud: Obesidad, de tipo abdominal, tensión arterial alta, niveles elevados de colesterol, niveles elevados de triglicéridos, niveles altos de glucosa en sangre (hiperglucemia). La obesidad se está consolidando en las últimas décadas como uno de los problemas más importantes de salud a escala mundial con afectación en la calidad de vida teniendo una afectación claramente evidenciada a la salud del ser humano y del planeta. Cabe destacar que en la actualidad no existe un fármaco que por sí solo pueda tratar los componentes del SM, el único tratamiento que ha demostrado eficiencia terapéutica y preventiva es el esquema de dieta mediterránea.⁽⁷⁾ La obesidad, en sí misma e independientemente de patologías asociadas, es un factor de riesgo importante para mortalidad y morbilidad. En México, 32 % de niños de tres años presentan obesidad, lo cual es un mal pronóstico para su calidad y esperanza de vida.

Actualmente las redes sociales nos han invadido a tal grado de pasar mucho tiempo en ellas, por medio de ellas, daremos a conocer esta aplicación para todo México, basándonos en los alimentos representativos de cada región de acuerdo con la estación del año.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La situación es alarmante debido a las cifras considerables de la población mexicana presenta un exceso de grasa corporal. El sobrepeso y la obesidad no habían llegado a niveles tan altos. La alimentación juega un papel crucial, y hoy se sabe que los alimentos pueden prevenir parcial o totalmente enfermedades como la diabetes, hipertensión, dislipidemias. La relevancia y urgencia de intervenir en prácticas de alimentación saludables a la población mexicana permitirá permear a sus familias de hábitos que permitan prevenir enfermedades crónicas y a la vez construir una cultura alimentaria que sea amigable con el ambiente y permita favorecer el consumo local.

A la vez, resulta posible mejorar la calidad de vida de la comunidad, si se reduce el consumo de fármacos y se reactivan las actividades productivas del campo y la pesca, contribuyendo así al movimiento económico por ahorro al tratamiento de las enfermedades y promoviendo la economía circular y local. La dieta mediterránea es conocida y reconocida por sus cualidades alimentarias y cuya particularidad es que se sustenta en el uso de los recursos naturales de la región, este patrón de alimentación está alineado a los ODS propuestos por la Organización de Naciones Unidas (ONU). México requiere la difusión y aplicación de una guía que responda a preguntas elementales en la nutrición del ser humano, como las incluidas en la GADMM, adaptada de la pirámide de la dieta mediterránea, que aporta cuestionamientos básicos en la nutrición que intentan dar guía al lector respecto, a ¿Qué comer?, ¿Cuánto comer?, ¿En qué orden comer? ¿Cada cuánto comer?

Existen guías actuales, como El Plato del Bien Comer⁽⁸⁾, que ha permanecido por varios años en México, y que carece de los elementos cuantitativos, lo que ha ocasionado que sea informativa sobre los grupos de alimentos que debe incluir el plato, pero al carecer de elementos prácticos, a pesar de su gran difusión en el sistema educativo de educación primaria mexicano y las escuelas de ciencias de la salud, no ha tenido ningún impacto favorable en la salud de la población. Limita su aplicabilidad, de igual manera no incluye aspectos relevantes del estilo de vida como lo es la promoción de la convivencia, el compartir los alimentos, así como la promoción de actividades físicas como el uso de la bicicleta como transporte verde, elementos todos incluidos en la GADMM.

HIPÓTESIS

La App de la Guía de Dieta Mediterránea Mexicanizada & Cacao Mx será una herramienta tecnológica de salud pública, asequible y amigable con la población mexicana, contribuirá a potenciar el tratamiento y prevención del síndrome metabólico.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

Programar la aplicación de la Guía de la Alimentación de la Dieta Mediterránea Mexicanizada y cacao su principal representante, con fines informativos y de seguimiento cardiometabólico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar los componentes de la infografía de la GADMM y de parámetros cardiometabólicos del síndrome metabólico.

Crear pautas de DMM con alimentos representativos de México y de la estación.

Integrar componentes del contenido de la GADMM y los componentes cardiometabólicos de monitoreo.

MARCO TEÓRICO

Siguiendo cabalmente la frecuencia de consumo propuesta por la actual pirámide de la Dieta Mediterránea, pero sustituyendo alimentos como el aceite de oliva y agregando para la versión de la guía de DMM, el aguacate, el cacao, modificando ligeramente la frecuencia de consumo y otorgando preparaciones, como el licuado DMM con potentes efectos sinérgicos, que incluye alimentos como el cacao mexicano, representante de la DMM, combinado con cereales como el amaranto y/o la avena, la espinaca y/o chaya, con frutas de temporada, endulzado con endulzantes naturales como la miel de abeja mexicana, azúcar mascabado o Stevia; de igual forma promoviendo el consumo de vegetales frescos de la estación, un consumo en mayor frecuencia de pescado en la DMM, con respecto a la sugerencia de la DMT, la razón es por la alta incidencia y prevalencia de enfermedades cardiovasculares en nuestro país, buscando que al consumir con mayor frecuencia los poliinsaturados del pescado, no solo se podrá reducir y prevenir las enfermedades cardiometabólicas, e incidir en la mejora de la salud física y mental de la población mexicana. La dieta mediterránea mexicanizada, ofrece la inclusión de alimentos de uso común en la población mexicana, de composición similar en nutrientes de los que son consumidos en el área del mediterráneo, además de mantener el orden de consumo que practican los mediterráneos que es el consumo inicial de verduras, segundo, cereales y por último productos de origen animal.

México cuenta con una gran variedad de alimentos ricos en nutrientes con potentes efectos epigenéticos como el cacao, y con nutrientes con efectos cardio y neuro saludables como el aguacate y el pescado. Así como vegetales multicolores con efectos antitrombóticos⁽⁹⁾, antiagregantes pla-

quetario y fibrinolítico muy importantes en esta época que vivimos. La Dieta Mediterránea Tradicional, tiene por costumbre la inclusión de vegetales en forma de una preparación típica llamada sofrito de tomate con potentes efectos antiinflamatorios⁽¹⁰⁾. En la DMM se adaptó la salsa DMM equivalente al sofrito de tomate típico mediterráneo en el que se agregan los vegetales con el aceite de oliva y la base de tomate sofrito y combinado con pescado.

Un alimento 100 % mexicano es el cacao⁽¹¹⁾ representante de la DMM. La obesidad juega un papel fundamental en el Síndrome Metabólico y en el ulterior desarrollo de complicaciones. Al día de hoy, existe sólida evidencia científica sobre el efecto del cacao como potente alimento terapéutico sobre los componentes del SM; pues en los últimos años se ha demostrado que el consumo de cacao disminuye la tensión arterial en personas hipertensas y puede ayudar a prevenir y reducir la tensión arterial elevada^(12,13,14,15).

También la evidencia muestra que los componentes activos del cacao actúan sobre el metabolismo y ayudan a regular la glucosa y a reducir el riesgo de complicaciones asociadas a la diabetes. En este sentido algunos estudios concluyen que se debería consumir más cacao natural para ayudar a controlar mejor el tener diabetes mellitus e hipertensión. De igual forma está demostrado que el consumo regular de cacao natural junto a una dieta equilibrada tampoco altera negativamente las cifras de glucosa en personas con sobrepeso. En este mismo sentido el cacao natural, rico en flavonoides tiene efectos anti-obesidad y contribuye a reducir el riesgo de complicaciones asociadas al exceso de grasa.

Un ejemplo de esto es mantener las características primordiales de la elevada frecuencia de consumo de carnes blancas, importante fuente de grasas poliinsaturadas, potentes en su papel cardioprotector, en su mayoría pescado y consumo poco frecuente de carnes rojas. Otra característica fundamental es el consumo de ácidos grasos monoinsaturados (AGM) en forma de aceite de oliva como representante de la DMT y la versión de este mismo AGM para nuestro país sería el aguacate (alimento 100 % mexicano). Por otro lado se promueve el consumo de grasas vegetales en forma de frutos secos, un consumo adecuado de vegetales en forma de ensaladas y en la GADMM se promueven en forma de caldos, ensaladas o licuado DMM de vegetales verdes como la chaya o espinaca, potenciando el efecto sinérgico y el efecto reductor del hambre, que se logra manteniendo el orden de consumo que practican los mediterráneos que es el consumo inicial de verduras, segundo cereales y por último productos de origen animal.

La Dieta Mediterránea ha demostrado ser un patrón de alimentación contagioso⁽¹⁶⁾, así lo mostró un estudio realizado en personas con factores de riesgo cardiometabólico que se sometieron a un programa de dieta me-

diterránea y ejercicio y observaron que los familiares de los participantes tuvieron adherencia al patrón mediterráneo y tuvieron una reducción de peso.

PROCESO METODOLÓGICO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Diseño de estudio

Estudio descriptivo, el cual se realizó de manera híbrida, con cuatro fases: Primer fase, analizar los componentes de la infografía de la GADMM y de parámetros cardiometabólicos del síndrome metabólico; en la segunda fase investigar los alimentos, bebidas de México, clasificadas por región y estación del año; la tercera fase es la elaboración de guía de menús DMM; y la cuarta la programación de la App.

Lugar, población y muestra.

Estudio realizado en Tabasco y los datos fueron recabados en relación con la guía de alimentación de dieta mediterránea mexicanizada.

Criterios de inclusión:

La guía de alimentación de Dieta Mediterránea Mexicanizada.

Criterios de exclusión:

La guía de la Dieta Mediterránea Tradicional.

Criterios de no elegibilidad:

No aplica.

Adiestramiento a los investigadores participantes:

El personal investigador incluido en el estudio recibió capacitación sobre la Dieta Mediterránea Mexicanizada.

Trabajo de campo:

Se realizó investigación bibliográfica y la elaboración de pautas DMM y la toma de fotografías de los mismos.

Primera fase

Se analizaron los componentes de la infografía de la GADMM y de parámetros cardiometabólicos del síndrome metabólico. (Infografía 1).

La guía aborda cuestionamientos básicos en la nutrición que intentan dar guía al lector respecto a ¿Qué comer?, ¿Cuánto comer?, ¿En qué orden comer? ¿Cada cuánto comer? (Infografía 2).

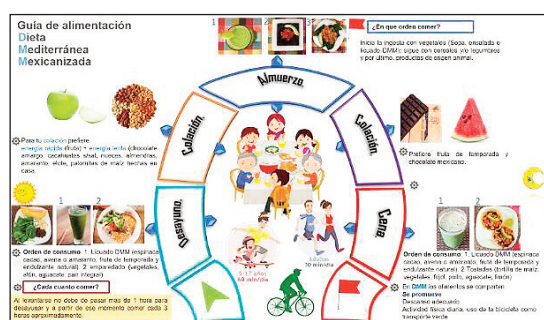


Ilustración 1. Infografía Guía de alimentación de Dieta Mediterránea Mexicanizada

amaramiento y/o la avena, la espinaca y/o chaya, con frutas de temporada, endulzado con endulzantes naturales como la miel de abeja mexicana, azúcar mascabado o Stevia; de igual forma promoviendo el consumo de vegetales frescos de la estación, y un consumo en mayor frecuencia de pescado en la DMM.



Ilustración 2. Infografía Guía de alimentación de Dieta Mediterránea Mexicanizada.

Parámetros cardiometabólicos del Síndrome Metabólico:

Tensión arterial, frecuencia cardiaca, glucosa, colesterol total, colesterol HDL, triglicéridos.

Parámetros antropométricos:

Talla (centímetros), peso (kilogramos). A partir del peso y la estatura se calculará el índice de masa corporal (IMC) con la fórmula: peso expresado en kilogramos, dividido entre la talla al cuadrado expresado en metros (kg/m^2). Perímetro de la cintura (centímetros). Con los datos de talla y circunferencia de cintura en centímetros se calculará el índice cintura/talla, del cual se divide la talla en centímetros entre la cintura en centímetros.

Parámetros de composición corporal:

Se incluirá el porcentaje de grasa corporal, kilogramos de músculo, masa ósea, grasa visceral, edad metabólica.

Parámetros de funcionalidad y cardiológicos:

Dinamometría de la mano (kilogramos de fuerza).

Tensión Arterial: incluye la presión arterial diastólica, sistólica y el pulso.

Segunda fase

Se investigó sobre los alimentos, bebidas y principales especias producidos

por región en México y los alimentos producidos de acuerdo con la estación y los que se producen todo el año.

Tercera fase

Elaboración de guía de menús de Dieta Mediterránea Mexicanizada con alimentos, bebidas y especias representativos de cada región del país, así como también la creación de guía de menús con alimentos, bebidas y especias de acuerdo con las estaciones del año.

Cuarta fase

Programación de la App con los contenidos y distribución de la información por segmentos.

RESULTADOS

Se analizaron los componentes de la infografía de la GADMM y de parámetros cardiometabólicos del Síndrome Metabólico.

Se crearon pautas de DMM con alimentos representativos de México y de la estación.

Se integran los componentes del contenido de la GADMM y los componentes cardiometabólicos de monitoreo, los cuales, tendrán un apartado en la aplicación (App). Para tener acceso a la App debes tener en cuenta (usuario y contraseña), debes indicar tu localización para que se adapte de acuerdo a los alimentos de tu región. La App está dividida para dos grupos, uso personal de salud, el cual implementa la recopilación de datos metabólicos con fines de almacenarlos y estar disponibles para cualquier registro de salud, así como también tiene la opción de usarla para guía de alimentación DMM y seguir la guía sin los parámetros cardiometabólicos.

En la App nos explica acerca de lo que es la DMM, el licuado DMM, datos importantes de la DMM y por qué es importante la actividad física.

Contiene apartados los cuales indican las guías de alimentación (bebidas y comidas); en qué orden comer (desayuno, colación, almuerzo, colación, cena); cada cuánto comer (cada tiempo de comida, cada día, semanalmente) y tus datos como usuario.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

Comprobamos la hipótesis de la programación del contenido de la APP GADMM y CACAO Mx, será una herramienta tecnológica de salud pública, asequible y amigable con la población mexicana, con-

Ilustración 3. App GDMM





Ilustración 4. App GADMM

Ilustración 5. App GADMM



tribuirá a potenciar el tratamiento y prevención del Síndrome Metabólico, así como también cumplimos nuestros objetivos de analizar los componentes de la infografía de la GADMM y de parámetros cardiometabólicos del Síndrome Metabólico, creamos las pautas de DMM con alimentos representativos de México y de la estación del año e integramos componentes del contenido de la GADMM y los componentes cardiometabólicos de monitoreo.

El objetivo para trabajar es la creación de la aplicación de la Guía de la Alimentación de la Dieta Mediterránea Mexicanizada y Cacao Mx. Decidimos crear una aplicación ya que es estos tiempos es lo más práctico y llamativo para la gente, actualmente existen aplicaciones acerca de la dieta mediterránea tradicional, que incluyen la pirámide y ejemplos a seguir, conteo de calorías, sugerencias de platillos y actividad física; lo que distingue nuestra aplicación es que es muy completa, ya que puede ser para uso como GADMM, en la cual se registrarán parámetros cardiometabólicos lo que permitirá al binomio personal de salud/adepto a la DMM tener un monitoreo que permita

evidenciar los efectos terapéuticos y preventivos del Síndrome Metabólico y por otro lado, la App pretende ser un potenciador de economía circular al motivar el consumo de alimentos y bebidas locales y nacionales, en especial del consumo del cacao natural y chocolate de 70 % de contenido de cacao en adelante para integrarlo a la dieta de la familia mexicana, siendo este alimento muy potente para prevenir y tratar el Síndrome Metabólico.

Futuras líneas de investigación

La aplicación de la App en una intervención en la población mexicana.

CONCLUSIONES

Hoy se sabe que no se necesitan tantos fármacos para controlar las epidemias que aún tenemos como la diabetes, la hipertensión y la obesidad, todas se pueden prevenir parcial o totalmente con la alimentación incluido el cáncer; así lo evidencia la DMT, por lo tanto, la App de la GADMM, será una herramienta tecnológica de salud pública, amigable, aplicable, asequible, entendible, apta para aplicarse en la población mexicana.

BIBLIOGRAFÍA

1. SSA.SPSPS/DGE/DIE/informe técnico COVID 19/México-04 de abril 2020 (corte 13:00 hrs.)

2. **Marrón-Ponce *et al.*** Trends in Ultra Processed Food Purchases from 1984 to 2016 in Mexican Households. *Nutrients*. 2018;11(1):45
3. **Rivera JA *et al.*** Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *Salud Pública Mex* 2008; 50:172-194.
4. **Sierra Ángel, Cortés García, M.F, Hernández Núñez, Y, Priego Álvarez, H.R, Vergara Galicia, J., & Hernández Díaz, V.** (2022). Guía de alimentación de Dieta Mediterránea Mexicanizada: Herramienta de salud pública. *Horizonte Sanitario*, 22(1), 181-190. <https://doi.org/10.19136/hs.a22n1.4983>
5. **Sierra OAE.** Dieta Mediterránea Mexicanizada propuesta de Patrón de Alimentario Esperanzador para México. *Horizonte Sanitario*. 2016; 11(2). DOI: <https://doi.org/10.19136/hs.a11n2.98>
6. **Keys A *et al.*** The diet and 15 year death rate in the seven countries study. *Am J Epidemiol* 1986; 124(6):903-15
7. **Fernández-Larrea y cols.** Alimentos ricos en procianidinas, alimentación funcional para prevenir la aparición de síndrome metabólico. *Rev Esp Obes* 2007; 5 (2): 98-108
8. **Secretaría de Gobierno.** NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. *Diario Oficial de la Federación* 2013. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5285372&fecha=22/01/2013
9. **Constanza Torres U. *et al.*** Antithrombotic effect, a not well known characteristic of fruits and vegetables. *Rev Chil Nutr Vol.* 35, N°1, marzo 2008 pags: 10-17.
10. **Hurtado-Barroso S, Martínez-Huelamo M.** Acute effect a single dose of tomato sofrito on plasmatic inflammatory biomarkers in healthy men. *Nutrients* 2019, 11,851; dou:10.3390/nu11040851
11. **Alleyne T, Alleyne A, Arrindell D, Balleram N, Cozier D, Haywood R, *et al.*** Efectos a corto plazo del consumo de cacao sobre la presión arterial. *West Indian Med J.* 2014; 63 (4):312. DOI: <https://doi.org/10.7727/wimj.2013.273>
12. **Mellor DD, Sathyapalan T, Kilpatrick ES, Atkin SL.** Diabetes and chocolate: ¿friend or foe? *J Agric Food Chem.* 2015; 63(45):9910– 8. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b00776>
13. **Stote KS, Clevidence BA, Novotny JA, Henderson T, Radecki SV, Baer DJ.** Effect of cocoa and green tea on biomarkers of glucose regulation, oxidative stress, inflammation and hemostasis in obese adults at risk for insulin

14. **Resistance.** Eur J Clin Nutr. 2012; 66(10):1153–9. DOI: <https://doi.org/10.1038/ejcn.2012.101> de Araujo QR, Gattward JN, Almoosawi S, Silva Md, Dantas PA, De Araujo Júnior QR. Cocoa and Human Health: From Head to Foot A Review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2016; 56(1):1-12. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.65792>
15. **Stote KS, Clevidence BA, Novothy JA, et al.** Effect of cocoa and green tea on biomarkers of glucose regulation, oxidative stress, inflammation and hemostasis in obese adults at risk for insulin resistance. Eur J Clin Nutr 2012;66-1153-9.
16. **Zomeño M.D., Lassale, C., Perez-Vega, A. et al.** Halo effect of a Mediterranean-lifestyle weight-loss intervention on untreated family members' weight and physical activity: a prospective study. Int J Obes (2021)

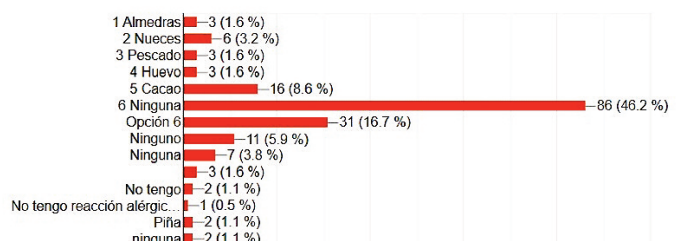
ANEXO

Se realizó un forms para las personas interesada en participar en el proyecto en el cual se les preguntaron datos personales como los siguientes ejemplos:

Ilustración 6. Encuesta elaborada en Google Forms acerca de alergias.

Selecciona si tienes reacción alérgica a alguno de los siguientes alimentos:

186 respuestas



Selecciona las enfermedades que padeces, en caso de no padecer marca la opción 5:

186 respuestas

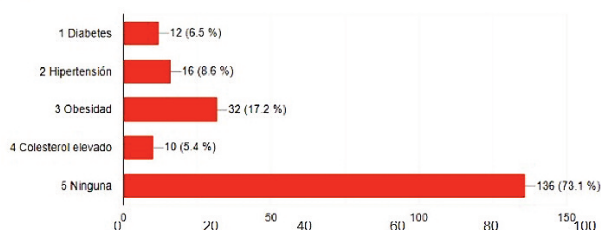


Ilustración 7. Encuesta elaborada en Google Forms acerca de las enfermedades que podrían padecer los participantes.

3. En general estoy satisfecho/satisfecha con mi cuerpo.

[Copiar](#)

186 respuestas

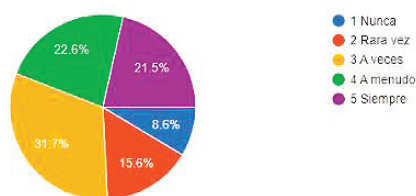


Ilustración 8. Encuesta elaborada en Google Forms acerca de su cuerpo.

1. ¿Consumes cacao o chocolate amargo mayor o igual de 70% de contenido de cacao, 2 o más veces al día?

[Copiar](#)

186 respuestas

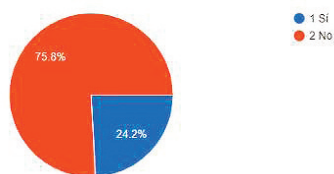


Ilustración 9. Encuesta elaborada en Google Forms acerca del consumo del cacao.

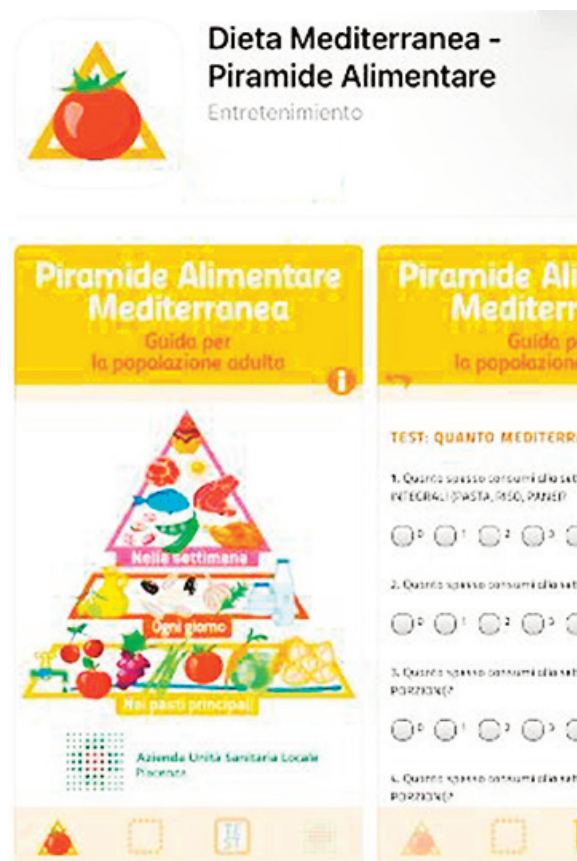
Se realizó la toma de los datos cardio metabólicos a 60 participantes, los cuales fueron datos personales como nombre, apellido, edad, sexo, número telefónico y ocupación, se registró el número de participante y fecha de la sesión, así como también peso, talla, cintura, cadera, tensión arterial, grasa corporal, kilogramo de músculo, grasa visceral, porcentaje de agua, masa ósea, edad metabólica, índice de masa corporal, pulso y fuerza manual.



Ilustración 10. Toma de pulso



Ilustración 11. Toma de fuerza manual



Se realizó una investigación para saber acerca de la existencia de otras aplicaciones acerca de la DM y DMM y se encontró una aplicación acerca de la dieta mediterránea la cual incluye la pirámide para la población adulta, cada cuánto comer y qué comer. Fue creada hace siete años y es italiana.

Ilustración 12. Aplicación dieta mediterránea.



Influencia de la ansiedad en el rendimiento académico en los alumnos de 3^{ro}, 5^{to} y 7^{mo} semestres de la Licenciatura en Enfermería



Juan José Chablé Hernández¹, Ivonne Alejandra Pérez Rivera¹ & Óscar Arath Morales Evia²

RESUMEN

La salud mental constituye uno de los factores más importantes a tener en cuenta en nuestra población, hablando específicamente de los trastornos de ansiedad que son aquellos que han tenido mayores índices de morbilidad donde su impacto puede afectar factores personales, sociales, emocionales, laborales y/o escolares siendo esto algo significativo a tener en cuenta en nuestros estudiantes, con el fin de disminuir los índices de dicha patología y aumentar su rendimiento académico en las instituciones educativas. Se tiene como objetivo determinar la prevalencia de la ansiedad y la afectación de la misma en el rendimiento académico en los estudiantes de 3^{er}, 5^{to} y 7^{mo} semestre de la Licenciatura en Enfermería de la Universidad Olmeca. Se realizó con un diseño de estudio de tipo no experimental observacional, descriptivo de corte transversal, basado en una muestra de 63 estudiantes de la Licenciatura en Enfermería de la Universidad Olmeca, distribuidos en 3^{er}, 5^{to} y 7^{mo} semestre del ciclo otoño 2022. Se consideró una técnica de muestreo probabilístico estratificado. En cuanto a la metodología se utilizó la observación, el análisis de datos y el cuestionario para analizar los niveles de ansiedad en los alumnos. Como resultados, el 64 % de los estudiantes padecen ansiedad leve, 22 % moderado, 12 % grave, 2 % muy grave; en cuanto a su relación con el rendimiento académico no se logra alcanzar en ninguno de los se-

¹ Estudiantes de la licenciatura en Enfermería en Universidad Olmeca. Carretera federal Villahermosa-Escárcega, km 14.329, margen derecha, rancharía Coronel Traconis 3^{ra}. Sección, C. P. 86265, Centro Tabasco, México.

² Asesor del proyecto.

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

uo19220029@olmeca.edu.mx

uo19220019@olmeca.edu.mx

Oscar_Morales34@hotmail.com

Este artículo debe citarse como:

Chablé-Hernández, J.J., Pérez-Rivera, I.A. & Morales-Evia, O.A. (2023). Influencia de la ansiedad en el rendimiento académico en los alumnos de 3^{ro}, 5^{to} y 7^{mo} semestres de la Licenciatura en Enfermería. *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 181-197.

mestres un valor alto, por lo consiguiente se mantiene en el medio y el nivel bajo notando significativamente que si existe una afectación de la ansiedad en el rendimiento académico.

Palabras Clave: Ansiedad, rendimiento, trastorno, Hamilton, estudiantes, salud, RAU.

ABSTRACT

Mental health constitutes one of the most important factors to take into account in our population, speaking specifically of anxiety disorders, which are those that have had higher rates of morbidity where their impact can affect personal, social, emotional, work and/or factors. or schoolchildren, this being something significant to take into account in our students, in order to reduce the rates of said pathology and increase their academic performance in educational institutions. The objective is to determine the prevalence of anxiety and its impact on academic performance in students in the 3rd, 5th and 7th semester of the Bachelor's Degree in Nursing at the Olmeca University. A non-experimental observational, descriptive, cross-sectional study design was carried out, based on a sample of 63 students from the Bachelor's Degree in Nursing at the Olmeca University, distributed in the 3rd, 5th and 7th semester of the fall 2022 cycle. stratified probability sampling technique. Regarding the methodology, observation, data analysis and the questionnaire were used to analyze the anxiety levels in the students. As a result, 64 % of the students suffer from mild anxiety, 22 % moderate, 12 % severe, 2 % very serious. Regarding its relationship with academic performance, a high value cannot be reached in any of the semesters, therefore Consequently, it remains at the medium and low level, significantly noticing that there is an impact of anxiety on academic performance.

Key words: Anxiety, performance, disorder, Hamilton, students, health, RAU.

INTRODUCCIÓN

Los trastornos de ansiedad han tenido una alta prevalencia en los últimos años a raíz de eso la presente investigación se encargará de determinar la morbilidad de dicho padecimiento y la afectación que tiene en el rendimiento académico universitario en 3^{er}, 5^{to} y 7^{mo} semestre de la Licenciatura en Enfermería de la Universidad Olmeca, por medio de una metodología cuantitativa por medio de encuestas digitales por la aplicación de Google Forms lo cual permite obtener datos objetivos y precisos, con el fin de promover una mejor salud men-

tal, otorgando a la institución educativa una perspectiva diferente logrando favorecer la atención de los profesionales educativos a los diferentes usuarios y obtengan un aprendizaje satisfactorio. Se basa en el descubrimiento del estudio del Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) en la División de Ciencias de la Salud por López Wade & Viveros Ojeda (2018), en donde se observa los índices relevantes de ansiedad en la población estudiantil y que ésta si tiene una afectación en lo académico a raíz de ello se prosiguió con realizar una investigación más precisa en el tema.

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación surgió con el fin de dar valor a la importancia de la salud mental, siendo nosotros un punto de identificación con la población estudiantil con trastornos de ansiedad por lo cual decidimos abordarlo como un dato relevante.

Debido a la problemática, durante la revisión de la literatura no se encontró investigaciones sobre el impacto de la ansiedad en estudiantes de enfermería y las repercusiones en el ámbito académico; por lo tanto, los resultados que se obtengan de la investigación podrán ayudar a complementar los conocimientos de la Universidad Olmeca u otras instituciones.

Este proyecto se realiza debido a la percepción de la ansiedad en el alumnado de enfermería y que esta misma podría desencadenar problemas en su salud mental.

Otros de los principales justificantes para la elaboración del proyecto es la búsqueda de datos que ayuden a mejorar los procesos y mitigación de enfermedades relacionadas a la ansiedad en los estudiantes de enfermería.

Lo anterior expuesto, describe que cuando los individuos se exponen frecuentemente a situaciones de estrés, por ejemplo, los estudiantes, estos pueden presentar problemas en su funcionamiento psicomotriz, en la concentración, en la memorización y la productividad. Así mismo, el estrés psicosocial se vincula a contextos hostiles de vida que generan trastornos mentales, particularmente ansiedad (Herrera L. & Rivera M., 2011).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es primordial, describir, que con base en la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud representa un estado de bienestar tanto físico como mental y social, que se caracteriza por la ausencia de enfermedades. De allí, la salud mental, es la base para hacer frente al estrés, ser productivo y alcanzar el potencial en la vida diaria. En América, mucho de los problemas de morbilidad, discapacidad y lesiones son los trastornos mentales, neurológicos y por uso de sustancias.

«Aunque la salud mental es un componente esencial de la salud, existen brechas críticas de tratamiento (es decir, personas con enfermedad mental grave que no reciben tratamiento) que llegan hasta el 73.5 % en los adultos» (Organización Panamericana de la Salud, 2018).

Los Trastornos de Ansiedad (TA), son afectaciones a nivel mental, que provocan angustia y discapacidad. La ansiedad, es una resistencia emocional normal ante contextos amenazantes para el individuo. No obstante, cuando estas reacciones son cotidianas y turbulentas, se deben de valorar para identificar su connotación de ansiedad patológica. La ansiedad, se caracteriza por miedos e inquietudes excesivas (Chacón Delgado, De la Cera, Fernández Lara, & Murillo Arias, 2021).

La ansiedad, es de las patologías por las que mas personas acuden a los centros de salud y por los que mas universitarios acuden a ellos. En el ámbito de la educación superior, muchas situaciones tienen un impacto negativo en la salud mental, como es la falta de autonomía suficiente y la amenaza del desempleo (Martínez Otero Pérez, 2014).

A nivel nacional se identificó que los principales estresores de los estudiantes son la sobrecarga de tareas, programación de exámenes y deficiencias metodológicas del profesorado. También que elevados niveles de estrés académico aumentan la frecuencia de enfermedades infecciosas como resfriado común (61.7%), herpes (21.3%) y los estudiantes se vuelven vulnerables también a presentar ansiedad por esta causa.

En el caso de la ansiedad, ésta se presenta cuando la persona manifiesta reacciones neurofisiológicas a consecuencia de estímulos externos o internos y de la interpretación que ésta les dé a los eventos que le acontecen. (Clemente Arias, 2021)..

En un estudio realizado en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) de la División Académica de Ciencias de la Salud (DACs) por López Wade & Viveros Ojeda (2018) con 247 participantes, dentro de los principales resultados se encontró que 26.64 % de la población estudiada presentó ansiedad leve, 37.97 % ansiedad moderada y un 14.59 % ansiedad severa, dando como resultado un 79.2 % de la población estudiantil con incidencia de trastornos de ansiedad. Las principales fuentes de estrés en los estudiantes se asocian a eventos académicos, psicosociales y económicos, siendo los factores académicos los que más destacan ante la problemática debido a la sobrecarga en los planes de estudio, por el número de actividades a realizar durante las jornadas académicas. Los estudiantes de la licenciatura de enfermería de la Universidad Olmeca no están exentos ya que pertenecen a una población

capaz de experimentar diversos riesgos su salud emocional y posteriormente pueda repercutir en su desempeño académico. Dado a los factores que llegan a originar el trastorno de ansiedad en los estudiantes de la licenciatura de enfermería nos lleva a formular la siguiente pregunta.

¿Cuál es el nivel de afectación de la ansiedad en el rendimiento académico en los estudiantes de la licenciatura en enfermería de la Universidad Olmeca?

HIPÓTESIS

Existe un nivel elevado de prevalencia de ansiedad y afectación en el rendimiento académico en los estudiantes de la licenciatura de enfermería de 3^{er}, 5^{to} y 7^{mo} semestre de la Universidad Olmeca.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

Determinar la prevalencia de la ansiedad y su afectación en el rendimiento académico en los estudiantes 3^{ro}, 5^{to} y 7^{mo} de la licenciatura en enfermería de la Universidad Olmeca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los principales signos o síntomas de ansiedad en los estudiantes de enfermería.
- Identificar los valores de ansiedad con base a la escala de Hamilton la cual evalúa datos de humor, tensión, miedos, insomnio, funciones intelectuales, síntomas somáticos generales, síntomas respiratorios, gastrointestinales, cardiovasculares, genitourinario y sistema nervioso autónomo con el fin de valorar todos los aspectos correspondientes y llegar a un resultado preciso.
- Describir estadísticamente los resultados obtenidos en la valoración de ansiedad en los estudiantes.
- Evaluar el rendimiento académico en los estudiantes seleccionados.

MARCO REFERENCIAL

La ansiedad es una forma por la cual se adaptan mujeres y hombres ante sucesos inesperados o comprometidos. Genera precaución en situaciones peligrosas. Es desproporcionada dado que se puede mostrar en escenarios de peligro, en donde el individuo puede quedar paralizado. En ocasiones, el sistema de respuesta a la ansiedad se ve rebasado y funciona incorrectamente. El individuo se siente paralizado, indefenso, lo que conlleva a un mal funcionamiento psicosocial y fisiológico del individuo.

«La ansiedad generalizada se da en un porcentaje del 3 al 5 % de los adultos (en algún momento durante el año). Las mujeres tienen el doble de probabilidades de presentarla» (Sociedad Española de Medicina Interna, 2023).

Los estudiantes universitarios, padecen ansiedad debido a la sobrecarga de sus actividades académicas, generando trastornos depresivos y de ansiedad, hoy en día, esta patología va aumentando y llegando a edades más tempranas (Organización Mundial de la Salud, 2017).

La ansiedad es una parte de la existencia humana, todas las personas sienten un grado moderado de la misma, siendo ésta una respuesta adaptativa. La ansiedad sigue siendo un tema de gran importancia para la Psicología; su incorporación es tardía, siendo tratado sólo desde 1920, abordándose desde distintas perspectivas. Según el Diccionario de la Real Academia Española (vigésima primera edición), el término ansiedad proviene del latín *anxietas*, refiriendo un estado de agitación, inquietud o zozobra del ánimo, y suponiendo una de las sensaciones más frecuentes del ser humano, siendo ésta una emoción complicada y displacentera que se manifiesta mediante una tensión emocional acompañada de un correlato somático. En general, el término ansiedad alude a la combinación de distintas manifestaciones físicas y mentales que no son atribuibles a peligros reales, sino que se manifiestan ya sea en forma de crisis o bien como un estado persistente y difuso, pudiendo llegar al pánico; no obstante, pueden estar presentes otras características neuróticas tales como síntomas obsesivos o histéricos que no dominan el cuadro clínico (Sierra, Ortega, & Zubeidat, 2003).

Es importante mencionar que tanto el tratamiento farmacológico como el psicoterapéutico son eficaces para el tratamiento del Trastorno de Ansiedad Generalizada (TAG), que como se ha descrito, afecta lo mental, lo social y la salud. Llegando el paciente a sentir dolor corporal, por lo que se requiere de atención médica, ya que es un trastorno manejable y controlable (Boletín de Información Clínica Terapéutica, 2012).

PROCESO METODOLÓGICO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Metodología

Se muestra el diseño del estudio, la población a la que se le realizó la investigación, de igual forma podemos visualizar los instrumentos utilizados y las variables empleadas en nuestro objeto de estudio.

Diseño de estudio

La investigación realizada es cuantitativa debido al proceso estadístico/sis-

temático que conlleva este tipo de investigación, donde se analizarán factores estadísticos en la población estudiada. Con diseño de tipo no experimental, transversal ya que se realiza en un tiempo/espacio único, descriptivo referente a las características observables en los estudiantes.

Variables

Dependientes: nivel de ansiedad.

Independientes: prevalencia en alumnos de enfermería.

Población muestra y muestreo

Población

La población elegida para realizar el estudio se encuentra integrada por 63 estudiantes de la Licenciatura en Enfermería de la Universidad Olmeca, distribuidos en 3^{er}, 5^{to} y 7^{mo} semestre del ciclo otoño 2022.

Muestra

Se realizó mediante la fórmula para el cálculo de poblaciones finitas en donde obtuvimos como resultado 49 personas, en base a ello lo distribuimos a los semestres correspondientes.

$$n = \frac{(NZ^2) \cdot p \cdot q}{e^2(N - 1) + (Z^2 \cdot p \cdot q)}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

Z²: nivel de confianza

p: probabilidad de ocurrencia (prevalencia)

q: probabilidad de no ocurrencia

e²: error

Muestreo

El tipo de muestreo es probabilístico estratificado, caracterizando la población en subgrupos o estratos con ciertas características comunes, y manteniendo esos estratos más allá en la muestra, género, edad, nivel, etc. (Sinobas, 2011), siendo así a través de los grupos de la institución universitaria.

Criterios de inclusión

- Deben estar matriculado en el semestre 2022-I.
- Deben ser estudiantes de la escuela profesional de Enfermería de la Universidad Olmeca.

- Estudiantes que deseen participar aceptando el consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Estudiantes que hayan dejado el semestre académico.
- Estudiantes con alguna discapacidad auditiva o visual que no le permita completar la encuesta.
- Estudiante que el día de la aplicación de la encuesta no asistió a la escuela.

Selección de los participantes

En la selección de los participantes de este estudio serán seleccionados por la accesibilidad que nos brinden las autoridades de la Universidad Olmeca, que cumplan con los requisitos necesarios para la realización de dicha investigación, en los que se incluye que sean de la licenciatura de Enfermería, dentro del rango de mayor de 18 años, que estén inscritos y matriculados en la institución educativa, donde se encuentren cursando su tercer, quinto y séptimo semestre.

Procedimiento para la recolección de datos

Autorización y coordinaciones previas para la recolección de datos.

La autorización se tramitó a través del comité de ética e investigación de la universidad, y los permisos para la aplicación del instrumento de recolección de datos se realizó por medio de una solicitud que se presentó a la secretaria general de la universidad, posteriormente se procedió a la realización de una prueba piloto en estudiantes de otra facultad para determinar su valor de confiabilidad del instrumento.

Aplicación de instrumentos de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos se plasmó en un formato de Google Forms para que sea llenado en forma virtual y fue enviado a todos los estudiantes de la licenciatura de enfermería de 3^{ro}, 5^{to} y 7^{mo} semestre de la Universidad Olmeca; sin embargo, para el llenado completo del instrumento es necesario que estén de acuerdo con los lineamientos para el estudio mediante la firma del consentimiento informado. El análisis de datos se realizó mediante el empleo de Microsoft Office, en el cual se plasmaron todos los datos recolectados en línea, luego fueron exportados al programa estadístico SPSS v25, en el que se realizaron los tratamientos estadísticos respectivos que son la realización de tablas de frecuencia, de contingencia y la elaboración de gráficos.

Instrumentos y mediciones

En el presente trabajo de investigación se empleó «la escala de ansiedad de Hamilton (1969)», que es un cuestionario psicológico con la finalidad de poder medir o clasificar los niveles de ansiedad de una persona. El cual nos permite la evaluación del estado que se encuentra la persona y ayudar a identificar los síntomas psicomáticos, procesos cognitivos y miedos.

El test consta de 14 ítems, cada uno de los cuales se evalúan con una escala de 0 a 4 donde 0 es ausente, 1 es leve, 2 es moderado, 3 es grave y 4 es muy grave (incapacitante). La suma de los puntos de cada respuesta clasifica la ansiedad en:

17 o menos: ansiedad leve.

Entre 18-24: ansiedad moderada.

Entre 25-30: ansiedad severa

Entre 31-56: ansiedad muy severa o angustia

El segundo instrumento que se utilizó fue el test de rendimiento académico (RAU 2013) que emplea una escala tipo Likert la cual evalúa cada ítem con una puntuación del 1, 2, 3, 4 y 5 donde uno es totalmente de acuerdo y 5 es totalmente en desacuerdo.

Este test se divide en dos partes encontrando en la primera las variables independientes: género, carrera, turno, semestre, número de asignaturas no aprobadas, trabajo, turno, tiempo de trayecto de su casa a la escuela y promedio. La segunda parte evalúa la enseñanza de los profesores al alumno dando como resultado 30 ítems.

Plan de análisis y tabulación de datos

Para la recolección de datos se utilizó el programa SPSS (Statistical Package for the Social Science) versión 25. Donde se utilizó estadística inductiva y descriptiva a raíz de los datos obtenidos de las encuestas por medio de Google Forms.

RESULTADOS

En base al alfa de Cronbach con .815 se muestra la fiabilidad del instrumento. Ver **tabla 1**.

Tabla 1. Estadística de fiabilidad de la escala de Hamilton.

Alfa de Cronbach	Número de elementos
.815	13

Elaboración propia

En cuanto al segundo instrumento RAU se obtuvo .917 en la **tabla 2**, lo que indica que el instrumento utilizado es fiable en cuanto a los resultados obtenidos.

Tabla 2. Estadística de fiabilidad de escala RAU

Alfa de Cronbach	Número de elementos
.917	30

Elaboración propia

Se observa en la **tabla 3**, el 3^{er} semestre es el que obtiene más alumnos con un rendimiento medio, seguido del 7^{mo} semestre donde todos los participantes se encuentran en ese nivel y por último 5^{to} semestre manteniendo nivel tanto bajo como medio.

Tabla 3. Rendimiento académico en los estudiantes

Rendimiento académico				
Semestre del participante	Bajo	Medio	Alto	Total
3° Semestre	5	16	-	21
5° Semestre	4	10	-	14
7° Semestre	-	15	-	15
Total	9	41	-	50

Elaboración propia

En la **tabla 4**, se muestra el nivel de ansiedad en los semestres 3^{ro}, 5^{to} y 7^{mo} donde es notorio una alta prevalencia de ansiedad leve.

Tabla 4. Nivel de ansiedad por semestre

Nivel de ansiedad	3°	5°	7°	Total
Leve	13	8	11	32
Moderado	4	4	3	11
Grave	3	2	1	6
Muy Grave	1	0	0	1

Elaboración propia

En la **tabla 5** se muestra que existe una afectación de la ansiedad en el rendimiento académico por los que padecen ansiedad leve se mantienen en un rendimiento medio sin alcanzar un rango alto.

Tabla 5. Relación de rendimiento académico/nivel de ansiedad.

Rendimiento académico	Leve	Moderado	Grave	Muy Grave	Total
Bajo	6	2	1	-	9
Mediano	26	9	5	1	41
Alto	-	-	-	-	
Total	32	11	6	1	50

Elaboración propia

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

Al término de esta investigación se encontró una prevalencia del 100 % de ansiedad en la población estudiantil de la Licenciatura en Enfermería por lo cual se rechaza la hipótesis de que no existe índice de ansiedad. Este resultado concordó en parte con la investigación de Valle, Villegas (2020), con un 91.62 % existe algún nivel de ansiedad en los estudiantes siendo así una mayoría de dicha investigación. Wade y Ojeda (2018) en su estudio en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco con la escala de Hamilton demuestra que el 79.2 % de los alumnos padecen algún nivel de ansiedad, ello coincide con la hipótesis formulada en nuestro trabajo.

Asimismo, Lasluisa y Llumitasig (2019), estudiaron una muestra de 140 alumnos de enfermería, posicionándose los trastornos de ansiedad con un 47.1 % en el segundo lugar de lo más padecido. Por ello podemos distinguir que los alumnos de la licenciatura de Enfermería independientemente de los semestre y organizaciones estudiantiles padecen ansiedad ya sea leve, moderada, grave o muy grave.

Se obtuvo que las mujeres tienen mayor prevalencia de rendimiento académico según la escala RAU con un 72 % en cuanto a los hombres con una minoría de 28 %. En cuanto a la escala de Hamilton que evalúa la ansiedad se obtuvo un mayor índice de ansiedad en mujeres.

Con base a los resultados el nivel de ansiedad leve tuvo una prevalencia del 64 %, seguido de ansiedad moderada con un 22 %, ansiedad grave 12 % y ansiedad muy grave 2 %, siendo así la más destacable la leve.

Con base a los semestres estudiados el 3^{er} semestre sobresale con mayor índice de ansiedad leve con un 40.63 %, 7^{mo} con un 34.38 % y 5^{to} con

un 25 %, de acuerdo con Lasluisa y Llumitasig (2019), el semestre que más predominó fue el 4^{to} con trastornos de ansiedad lo que indica que concuerda con dicha posición siendo 2^{do} año el más destacado.

Futuras líneas de investigación

Al conocer la afectación de los niveles de ansiedad en el rendimiento académico se planea continuar con la investigación y hacer una comparativa más amplia con el fin de obtener mayores datos para implementar actividades que fomenten la relajación y eviten una sobrecarga de estrés en los alumnos y que sea beneficioso en el rendimiento académico, siendo los docentes y administrativos los primeros en capacitarse para obtener resultados satisfactorios.

CONCLUSIONES

Se demostró que existe una prevalencia de ansiedad en los estudiantes de la licenciatura de Enfermería de 3^{er}, 5^{to} y 7^{mo} semestre, en el cual los hombres presentaron una mayor prevalencia de ansiedad que las mujeres las cuales tienen un menor nivel de estrés y mayor nivel de aprovechamiento académico hallando promedios de calificación más sobresalientes en comparación de los hombres. Los niveles de aprovechamiento académico universitario se ven afectados durante el proceso de estudio debido a el nivel de ansiedad del estudiante dependiendo los síntomas que evalúa la escala de Hamilton como el humor, miedos, insomnio, funciones intelectuales; relacionándolo con la escala RAU de rendimiento académico universitario.

En conclusión, la ansiedad puede afectar el rendimiento académico dependiendo del nivel de estrés y los factores que lo desencadenen. Es decir que a mayor nivel de ansiedad menor será el rendimiento académico.

BIBLIOGRAFÍA

- Boletín de Información Clínica Terapéutica.** (2012). El trastorno de ansiedad generalizada. Boletín de la ANMM, 1-3.
- Chacón Delgado, E., De la Cera, D., Fernández Lara, M., & Murillo Arias, R.** (2021). Generalidades sobre el transtorno de la ansiedad. Revista Cúpula, 23-36.
- Clemente Arias, Z.** (2021). Estrés Académico y Ansiedad en Estudiantes de Licenciatura en Enfermería. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Herrera L., L., & Rivera M., M.** (2011). Prevalencia de malestar psicológico en estudiantes de enfermería relacionada con factores sociodemográficos, académicos y familiares. Ciencia y enfermería, 55-64.

- Lasluisa Alban, Steven Fabian & Llunitasig Guanoquiza, Erika Marisol.** (2019). «Prevalencia de trastornos ansiosos y depresivos en los estudiantes de la Carrera de Enfermería de la Universidad Central del Ecuador, en el periodo octubre 2018–septiembre 2019». <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e92e0a41-9305-4eea-8a0a-54265a6f7e82/content>
- López Wade, A., & Viveros Ojeda, V.** (2018). Incidencia y grado de ansiedad en estudiantes de nivel superior del área de ciencias de la salud. *Salud en Tabasco*, 21-26.
- Martínez Otero Pérez, V.** (2014). Ansiedad en estudiantes universitarios: estudio de una muestra de alumnos de la Facultad de Educación. *ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 63-78.
- Organización Mundial de la Salud.** (2017). Depresión y otros trastornos mentales comunes. Estimaciones sanitarias mundiales. Washington, D.C: Organización Mundial de la Salud.
- Organización Panamericana de la Salud.** (01 de septiembre de 2018). Organización Panamericana de la Salud. Obtenido de Mental health as a component of universal health: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/49513#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20de%20la%20componente%20fundamental%20de%20la%20salud>.
- Sierra, J., Ortega, V., & Zubeidat, I.** (2003). Ansiedad, angustia y estrés: tres conceptos a diferenciar. *Revista Mal Estar e Subjetividade*, 10 - 59.
- Sociedad Española de Medicina Interna.** (17 de octubre de 2023). ¿En que consiste la ansiedad? Obtenido de Sociedad Española de Medicina Interna: <https://www.fesemi.org/informacion-pacientes/conozca-mejor-su-enfermedad/ansiedad#:~:text=M%C3%A1s%20concretamente%2C%20la%20ansiedad%20es,del%20funcionamiento%20psicosocial%20y%20fisiol%C3%B3gico>.

ANEXOS

Ilustración 1. Escala de ansiedad de Hamilton

Escala de ansiedad de Hamilton					
Definición operativa de los ítems	Puntos				
1. <i>Humor ansioso</i> (inquietud, espera de lo peor, aprensión [anticipación temerosa], irritabilidad)	0	1	2	3	4
2. <i>Tensión</i> (sensación de tensión, fatigabilidad, imposibilidad de relajarse, llanto fácil, temblor, sensación de no poder quedarse en un lugar)	0	1	2	3	4
3. <i>Miedos</i> (a la oscuridad, a la gente desconocida, a quedarse solo, a los animales grandes, a las multitudes, etc.)	0	1	2	3	4
4. <i>Insomnio</i> (dificultad para conciliar el sueño, sueño interrumpido, sueño no satisfactorio con cansancio al despertar, malos sueños, pesadillas, terrores nocturnos)	0	1	2	3	4
5. <i>Funciones intelectuales</i> (dificultad de concentración, mala memoria)	0	1	2	3	4
6. <i>Humor deprimido</i> (falta de interés, no disfruta con sus pasatiempos, depresión, despertar precoz, variaciones del humor a lo largo del día)	0	1	2	3	4
7. <i>Síntomas somáticos generales (musculares)</i> (dolores y molestias musculares, rigidez muscular, sacudidas clónicas, rechinar de dientes, voz poco firme o insegura)	0	1	2	3	4
8. <i>Síntomas somáticos generales (sensoriales)</i> (zumbidos de oídos, visión borrosa, sofocos o escalofríos, sensación de debilidad, sensación de hormigueo)	0	1	2	3	4
9. <i>Síntomas cardiovasculares</i> (taquicardia, palpitaciones, dolores en el pecho, latidos vasculares, extrasístoles)	0	1	2	3	4
10. <i>Síntomas respiratorias</i> (peso en el pecho o sensación de opresión torácica, sensación de ahogo, suspiros, falta de aire)	0	1	2	3	4
11. <i>Síntomas gastrointestinales</i> (dificultad para tragar, meteorismo, dispepsia, dolor antes o después de comer, sensación de ardor, distensión abdominal, pirosis, náuseas, vómitos, sensación de estómago vacío, cólicos abdominales, borborismos, diarrea, estreñimiento)	0	1	2	3	4
12. <i>Síntomas genitourinarios</i> (amenorrea, metrorragia, micciones frecuentes, urgencia de la micción, desarrollo de frigidez, eyaculación precoz, impotencia)	0	1	2	3	4
13. <i>Síntomas de sistema nervioso autónomo</i> (sequedad de boca, enrojecimiento, palidez, sudoración excesiva, vértigos, cefaleas de tensión, piloerección)	0	1	2	3	4
14. <i>Comportamiento durante la entrevista</i>	0	1	2	3	4
• General: el sujeto se muestra tenso, incómodo, con agitación nerviosa de las manos, se frota los dedos, aprieta los puños, inestabilidad, postura cambiante, temblor de manos, ceño fruncido, facies tensa, aumento del tono muscular, respiración jadeante, palidez facial • Fisiológico: traga saliva, eructa, taquicardia de reposo, frecuencia respiratoria superior a 20 resp./min, reflejos tendinosos vivos, temblor, dilatación pupilar, exoftalmia, mioclonias palpebrales					
Consta de 14 ítems que evalúan los aspectos psíquicos, físicos y conductuales de la ansiedad. Heteroaplicada. La puntuación total se calcula sumando los puntos obtenidos en cada ítem. Ausente = 0, leve = 1, moderado = 2, grave = 3, muy incapacitante = 4.					

Ilustración 2. 1ra parte Escala Rendimiento Academico Universitario

1. Para la elección de la carrera recibí orientación vocacional
2. Sentimiento de satisfacción por la carrera que se está estudiando.
3. La carrera que se está estudiando fue siempre la primer opción
4. Asistencia a las clases
5. Considero que dedico tiempo para estudiar, repasar y hacer tarea
6. Considero que demuestro interés por la materias que estoy cursando
7. Creo que demuestro dedicación en las tareas y trabajos que dejan los profesores
8. Creo que mi desempeño académico hasta este momento ha sido el adecuado
9. Tengo confianza de que los conocimientos que estoy adquiriendo me ayudarán a encontrar un empleo aceptable.
10. Siento que la formación académica que recibí en el bachillerato me ha ayudado para enfrentar la exigencia académica de la universidad.
11. Conozco el campo laboral que tiene relación con mi carrera
12. Cuando obtengo malas calificaciones considero que es mi responsabilidad
13. Considero que mis profesores poseen una formación académica adecuada para estar frente a grupo dando clases.
14. Mis profesores desde el inicio del curso me informaron sobre los criterios de evaluación
15. Mis profesores señalan desde el inicio del curso los temas a tratar en la materia.
16. Mis profesores cubren en su totalidad sus programas de estudio de las asignaturas
17. Los exámenes que he presentado han sido desarrollados de acuerdo a los temas expuestos por el profesor.
18. Las calificaciones que he recibido hasta este momento considero que han sido justas
19. Los maestros demuestran compromiso en la formación de futuros profesionistas
20. Siento que mis profesores se sienten orgullosos de mis avances y éxitos como estudiante
21. Mis maestros siempre asisten a clase
22. Los profesores cuando saben que la mayoría del grupo está reprobando aplican estrategias que ayudan a regularizar nuestra situación.
23. Mis maestros me mantienen informado en tiempo mis calificaciones

Ilustración 3. 2^{da} parte Escala Rendimiento Academico Universitario

24. Los maestros me han motivado a realizar actividades de investigación relacionadas con los temas vistos en clase

25. Conozco el reglamento de estudios de la institución por lo tanto conozco mis derechos en caso de reprobar asignaturas.

26. Los profesores y autoridades se preocupan por los alumnos que tienen asignaturas reprobadas.

27. Los profesores me motivan en sus clases

28. Los profesores están actualizados en el uso de las tecnologías de la información y comunicación

29. Los profesores cuando detectan falta de conocimientos relacionados con algún tema, se detienen y ofrecen una breve regularización

30. Considero que conozco las opciones que brinda la escuela para recuperación de asignaturas



Cámara hiperbárica para pie diabético de bajo costo *



UNIVERSIDAD OLMECA
Raíz de Sabiduría

Ivanna Judith de la Cruz Ovando¹, Gabriel Ramón Correa¹,
Jorge Alfredo Zurita Segura¹ & Marcos Antonio Pérez Torres²

RESUMEN

La oxigenación hiperbárica puede ser descrita como una terapia de difusión e inhalación de oxígeno a dosis altas a corto plazo, este es un método utilizado adicional al farmacológico, para el tratamiento de úlceras del pie diabético; para obtener resultados favorables se requieren de 30 a 40 sesiones diarias de 90 a 120 minutos con presiones entre 2.0 a 2.5 atmósferas absolutas. Diversos estudios han demostrado que, la terapia por oxigenación tópica está asociada con mínimas complicaciones, creando un entorno rico en oxígeno que promueve la calidad de la cicatrización de heridas. La propuesta consiste en un prototipo de cámara hiperbárica de bajo costo basado en el microcontrolador PIC16F887, como controlador principal que mide la presión atmosférica y temperatura en el interior a través del sensor BMP180 y actuando sobre una bomba de aire, especialmente para tratar el pie diabético, siendo el objetivo principal, evitar la pérdida de la extremidad inferior.

Palabras clave: Cámara hiperbárica, diabetes, microcontrolador, oxigenación.

ABSTRACT

Hyperbaric oxygenation can be described as a short-term, high-

¹ Estudiantes de la licenciatura en Ingeniería Biomédica en la Universidad Olmeca, Carretera federal Villahermosa-Escárcega, km 14.329, margen derecha, ranchería Coronel Triconis 3ra. Sección, C. P. 86265, Centro Tabasco, México.

² Asesor del proyecto.

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

uo21407003@olmeca.edu.mx
uo21407010@olmeca.edu.mx
uo21407009@olmeca.edu.mx
matorres@olmeca.edu.mx

Este artículo debe citarse como:

De la Cruz-Ovando, I.J.; Ramón-Correa, G.; Zurita-Segura, J.A. & Pérez-Torres, M.A. (2023). Cámara hiperbárica para pie diabético de bajo costo. *Finalistas de ExpoCiencias. Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 199-210.

* Proyecto mejor evaluado de Expociencias Tabasco 2023, ganando así la acreditación internacional para Expociencias Costa Rica 2024.

dose oxygen diffusion and inhalation therapy. This is a method used in addition to pharmacology, for the treatment of diabetic foot ulcers; To obtain favorable results, 30 to 40 daily sessions of 90 to 120 minutes with pressures between 2.0 to 2.5 atmospheres absolute are required. Various studies have shown that topical oxygenation therapy is associated with minimal complications, creating an oxygen-rich environment that promotes quality wound healing. This proposal consists of a prototype consisting of a low-cost hyperbaric chamber based on the PIC16F887 microcontroller, as the main controller that measures the atmospheric pressure and temperature inside through the BMP180 sensor and acting on an air pump, especially to treat the foot. diabetic, the main objective being to avoid the loss of the lower extremity.

Key words: Hyperbaric chamber, diabetes, microcontroller, oxygenation.

INTRODUCCIÓN

La oxigenación hiperbárica es un tratamiento que se caracteriza por la administración terapéutica de O₂ a una presión mayor a la encontrada en el ambiente y en una cámara para tal fin. Siendo una ruta idónea para la obtención de presiones parciales de oxígeno elevadas en las vías sanguíneas. En cuanto al número de sesiones, éstas son consideradas de acuerdo a la gravedad de la enfermedad. Sus efectos fisiológicos, se basan en las consecuencias bioquímicas y fisiológicas de la hiperoxia (Torres, *et al.*, 2015).

Actualmente, la oxigenoterapia tópica, ha adquirido gran popularidad a nivel mundial, como una técnica alternativa y/o paralela en el tratamiento de úlceras en el pie diabético, ya que se ha demostrado reduce el tiempo de cicatrización hasta en un 50 % (Nataraj, M. *et al.*, 2019).

JUSTIFICACIÓN

Con base en un estudio de mercado realizado con fuentes secundarias de internet, las sesiones de cámara hiperbárica, en México, tienen un costo aproximado que oscila entre \$500 a \$800 pesos mexicanos, para tratamientos de heridas, el organismo empieza a responder a partir de 30 sesiones, los especialistas recomiendan al menos 40, además de que se deben mantener sesiones esporádicas a nivel preventivo en el caso de pacientes con pie diabético, generando gastos excesivos a los pacientes y siendo así un área de oportunidad para apoyar a esta población que padece esta enfermedad crónico degenerativa.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cantidad de personas diabéticas a nivel mundial, se proyecta aumentará de 536.6 en el 2021 a 783.2 millones en el 2045 (Ogurtsova, K. *et al.*, 2022). En

México, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2021, a través del comunicado de prensa núm. 600/22, con fecha de 26 de octubre de 2022, llamado «Estadística de defunciones registradas 2021», reportó que, el 92.5 % de las defunciones fueron por enfermedades, las cuatro principales causas son: COVID-19, enfermedades cardíacas, diabetes mellitus y tumores malignos. En ese año, 289 mil 980 personas fallecieron por complicaciones relacionadas con la hiperglucemia, además en nuestro país existe un alto índice de sobrepeso, obesidad e inactividad física, que son factores que pueden desencadenar el desarrollo de esta enfermedad (INEGI, 2021).

La polineuropatía distal simétrica es la neuropatía diabética más frecuente y se caracteriza por el daño en nervios autonómicos, motores y sensitivos con tendencia a presentarse primero en la parte distal de manos y pies, los síntomas más comunes son: el entumecimiento, insensibilidad y úlceras en los pies, que pueden infectarse gravemente que necesite amputarse esta extremidad (Boulton, A. J., 2013).

HIPÓTESIS

El diseño e implementación de una cámara hiperbárica hecha con materiales de bajo costo ayuda en la terapia de oxígeno hiperbárico favoreciendo el proceso de cicatrización en el tratamiento de pie diabético.

OBJETIVO(S)

OBJETIVO GENERAL:

Diseñar y construir una cámara hiperbárica de bajo costo, diseñada para pie diabético utilizada como apoyo en el proceso de cicatrización de heridas causadas por la neuropatía diabética.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Revisar en la literatura la evidencia científica del efecto terapéutico del uso de la oxigenación tópica.
2. Seleccionar los materiales a utilizar para el diseño de la cámara hiperbárica.
3. Buscar y elegir el sensor para medir presión atmosférica al interior de la cámara.
4. Establecer un algoritmo de funcionamiento general del dispositivo con base en terapias establecidas por especialistas.

MARCO TEÓRICO

Cámara Hiperbárica

Según el NIDDK (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Di-

seases), la cámara hiperbárica es conocida desde el siglo XVII, además de una amplia miscelánea de indicaciones terapéuticas.

De acuerdo con Viqueira Caamaño y Pujante Escudero (1991):

La medicina hiperbárica comprende el tratamiento de diversas entidades clínicas mediante presiones elevadas y, en general implica la administración de O_2 a dichas presiones. El futuro de las cámaras hiperbáricas como herramientas útiles requiere un conocimiento más exhaustivo de la bioquímica del O_2 y sus repercusiones clínicas, una difusión de la abundante bibliografía sobre el tema entre el personal sanitario, un riguroso estudio para establecer la dosis-respuesta en estudios controlados y la utilización del protocolo de tratamiento.

Leyes de la Física de los Gases

De acuerdo al artículo de revisión de César L. Luna Rodríguez, publicado en la revista virtual www.medigraphic.org.mx, titulado «Fundamento científico de la oxigenoterapia hiperbárica en el tratamiento del pie diabético infectado grave en medicina basada en evidencias», publicado en 2010, es importante revisar tres leyes de la física de los gases, ya que el uso del oxígeno a presiones elevadas se basa en la aplicación de dichas leyes. Las presentamos a continuación:

Ley de Henry: establece que la solubilidad de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial del gas, esto quiere decir que a mayor presión parcial del gas éste tenderá a pasar del estado gaseoso al estado líquido. A la inversa, sucederá que al disminuir la presión de un gas disuelto en algún líquido (plasma), el gas disuelto tenderá a recobrar su estado gaseoso normal con la consecuente formación de burbujas, punto muy importante en la fisiopatología de la enfermedad por descompresión de los buceadores.

Ley de Boyle-Mariotte: establece que el volumen de un gas contenido en un recipiente es inversamente proporcional a la presión, siempre y cuando la temperatura se mantenga constante. Esta ley es importante en virtud de que el cuerpo humano está constituido por varias cavidades, de ellas las que mayor importancia revisten en la medicina hiperbárica son el oído medio y el tórax. El tratamiento de la embolia arterial de gas mediante cámara hiperbárica se fundamenta en esta ley, ya que al aumentar la presión del ambiente disminuye el volumen de las burbujas de gas del torrente circulatorio, que son las que desencadenan el daño en el organismo.

Ley de Dalton: establece que la presión total ejercida por una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de los gases como resultado de la presión total de la mezcla de ellos.

Patologías

Algunas de las enfermedades y complicaciones que pueden ser tratadas con una cámara hiperbárica son:

Heridas: Úlceras, pie diabético, escaras, quemaduras, injertos, heridas postquirúrgicas. Ayuda a la cicatrización.

Traumatología: Enfermedades articulares y ligamentosas, pre y post quirúrgico, traumas, lesiones, rehabilitación, osteomielitis.

Deportología: Lesiones musculares, de ligamentos, de tendones, síndrome de fatiga subaguda y crónica, recuperación post ejercicio.

Neurología: Accidente Cerebro Vascular (ACV), esclerosis múltiple, Alzheimer, lesiones de médula espinal. Y también Parkinson, ya que reduce notablemente los síntomas de la enfermedad al redistribuir el flujo sanguíneo a nivel del sistema nervioso central y estimular la reparación del tejido nervioso.

Reumatología: Artritis, artrosis, fibromialgia, vasculitis, esclerodermia por sus efectos desinflamatorios.

Oncología: Lesiones por radioterapia, tumores. (Burnouf T. *et al.*, 2013).

Diabetes

La diabetes es una enfermedad metabólica crónico-degenerativa que se detecta cuando la concentración de glucosa sanguínea en ayunas es superior a los 126 mg/dL. La glucosa en la sangre es la principal fuente de energía y proviene de los alimentos. (NIDDK, 2015).

La insulina es una hormona que producen las células beta del páncreas, ayuda a que la glucosa de los alimentos ingrese en las células a través de los glucotransportadores (GLUT) para usarse como energía.

Algunas veces, el cuerpo no produce suficiente o no produce nada de insulina o no la usa adecuadamente y la glucosa se queda en la sangre y no llega al interior de las células (Barac-Nieto M., 2016).

Los síntomas más comunes son:

- Polidipsia (Sed excesiva).
- Poliuria (Aumento en la cantidad de orina).
- Polifagia (Ingesta de alimentos aumentada).

Neuropatía periférica

Con el tiempo, las concentraciones altas de glucosa y lípidos en la sangre, como los triglicéridos, causadas por la diabetes, pueden dañar el sistema nervioso periférico. Estas elevadas concentraciones, pueden lesionar los pequeños vasos sanguíneos que proporcionan oxígeno y nutrientes al sistema nervioso periférico, de manera irreversible.

En la neuropatía periférica, algunas personas pueden tener pérdida de sensibilidad en los pies, mientras que otras pueden tener ardor o dolor punzante en la parte inferior de las piernas, además de presentar complicaciones como llagas, úlceras e infecciones, debido a que el daño en los nervios puede hacer que una persona pierda sensibilidad en los pies.

Estos problemas pueden hacer que a una persona le resulte difícil desplazarse con facilidad, provocando problemas con el equilibrio y la coordinación, lo que hace que pierda parte de su independencia. (U.S. Department of Health and Human Services, 2023).

Pie diabético

El pie diabético es una lesión frecuente en las personas con diabetes. Es la ulceración, infección y destrucción de los tejidos de las extremidades inferiores. El riesgo aumenta mientras avanza la diabetes. Ante un mínimo traumatismo o herida el pie genera úlceras o heridas de difícil cicatrización que originan dolores. En situaciones avanzadas el médico puede optar por la amputación. (Smith S.F. *et al.*, 2016).

Tratamientos para Pie diabético

El tratamiento comúnmente realizado en los hospitales es la degradación de la zona afectada en combinación con la administración de antibióticos al paciente. Para que una herida cicatrice, el metabolismo general del cuerpo aumenta 20 % para heridas limpias y 50 % para infectadas; a nivel celular, se incrementa en un 500 % para la división celular, angiogénesis y producción de colágeno (Jonsson, K., *et al.*, 1991). Además, en las personas diabéticas, la presión arterial en las lesiones de pie diabético, puede ser tan baja (0-10 mmHg), provocando hipoxia en la zona.

Por otro lado, aparecen nuevas opciones como tratamientos auxiliares. La oxigenación hiperbárica, actúa en todos los eslabones de la cadena de aparición de las complicaciones y logra que aumente la cantidad de oxígeno disuelto en los tejidos, acelerando los procesos de recuperación, se estimula la función del páncreas y disminuye la resistencia a la insulina logrando mejorar los niveles de glucosa en sangre. Lo cual permite que aumente el colágeno para cubrir el espacio de la herida con tejido nuevo y recuperar la capacidad de los glóbulos blancos para destruir las bacterias que invaden la herida. (Viqueira, J.A. y Pujante, A., 1991).

Mecanismo de regeneración

Un método para aumentar el suministro de oxígeno a los tejidos es complementar la fracción de oxígeno disuelto respirando oxígeno bajo alta pre-

sión; este tratamiento se conoce como terapia de oxígeno hiperbárico (HBO₂).

La difusión tópica de oxígeno a través de una cámara hiperbárica local, permite que por gradiente de concentración se difunda hacia la herida, disminuyendo la hipoxia en la zona afectada. Esta terapia, por su naturaleza compacta, permite que se aplique de manera ambulatoria y continua, con costos relativamente bajos y manejo simple, complementando el tratamiento farmacológico de los pacientes (Hayes, P.D., 2017).

MATERIALES

- a) Bidón con capacidad de 50 litros con aro sellador.
- b) Microcontrolador PIC16F887.
- c) Cristal oscilador de cuarzo de 20MHz.
- d) Capacitores cerámicos: 22pF, 470pF, 1pF, 10pF.
- e) Resistencias de carbón: 10 kΩ.
- f) Sensor de presión atmosférica BMP180.
- g) Sensor de temperatura LM35.
- h) Pantalla LCD LM044L.
- i) Potenciómetro de 10 kΩ.
- j) Compresor de aire de 300 PSI.
- k) Electroválvulas de aire.

PROCESO METODOLÓGICO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Se inició el proyecto delimitando los parámetros utilizados en una terapia hiperbárica para el tratamiento de pie diabético, basándose en la información obtenida en la literatura. Posterior a ello, se analizó el sensor BMP180 de la marca Bosh con las características adecuadas para medir la presión atmosférica y el LM35 para medir la temperatura al interior de la cámara hiperbárica.

Se realizó el algoritmo general del funcionamiento con base en las características requeridas por los especialistas en el área médica, como aparece en la **Figura 1**.



Figura 1. Algoritmo de funcionamiento del prototipo.

RESULTADOS

Se realizaron el diagrama de flujo y el circuito de simulación con el software Proteus Versión 8.6, como se muestra en las **Figuras 2 y 3**, respectivamente.

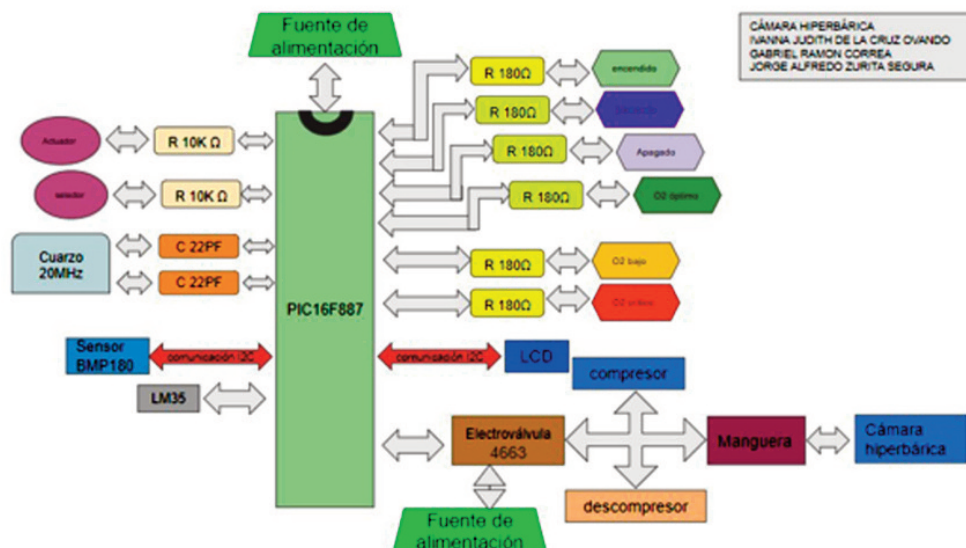


Figura 2. Diagrama de flujo del prototipo.

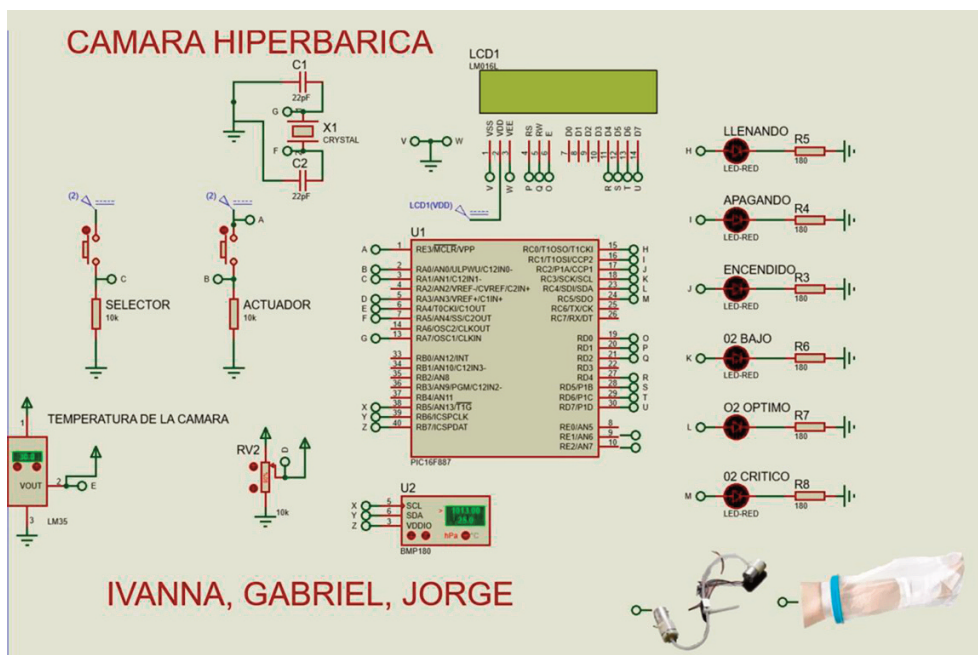


Figura 3. Diagrama esquemático simulado.

En la **Figura 4**, se muestra el prototipo realizando una sesión terapéutica.



Figura 4. Prototipo realizando sesión terapéutica a paciente.

De acuerdo con la investigación hecha en la literatura, la oxigenación tópica tiene un efecto positivo en la rehabilitación de lesiones en pie diabético, reduciendo el tiempo de cicatrización de manera considerable. La **Figura 5** ilustra una amputación transmetatarsiana, mientras que la **Figura 6** muestra una úlcera en el dedo hallux con grado un de ulceración.

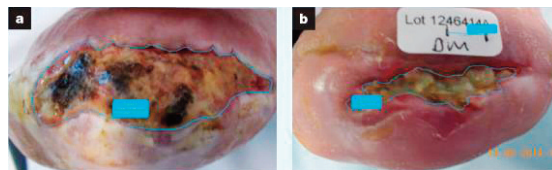


Figura 5. Efecto de la oxigenoterapia tópica en una amputación transmetatarsiana fallida: a) inicio; b) 8 semanas de terapia, la herida tuvo una reducción del 72 %. (Tomado de Hayes, P. D. et al., (2017)

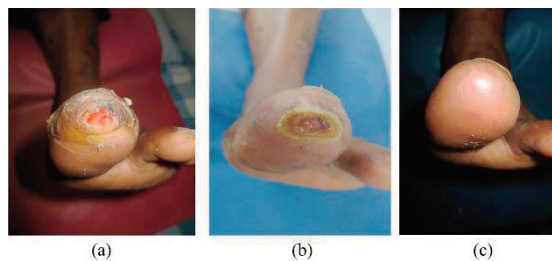


Figura 6. Efecto de la oxigenoterapia tópica en dedo hallux con grado 1 de úlcera de pie diabético a) inicio; b) avance; c) cicatrización completa (Tomado de Maiya, G. A., et al., 2022).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este prototipo de cámara hiperbárica para oxigenoterapia tópica, auxiliar en el tratamiento de pie diabético, es capaz de incrementar la presión atmosférica tres veces más a nivel local y mantenerla de 90 a 120 minutos, indicado en diversas publicaciones científicas para obtener efectos positivos en lesiones de pie diabético.

Durante la sesión terapéutica, la presión y la temperatura al interior del bidón que se utiliza como cámara, son monitoreadas por los sensores

BMP180 y LM35 (presión y temperatura, respectivamente), con la finalidad de mantener de manera constante los parámetros indicados al inicio de la sesión. Al término de la sesión, este prototipo, tiene un procedimiento de despresurización controlado por medio de una electroválvula, con el objetivo de ir disminuyendo lentamente la presión hasta llegar a los niveles ambientales.

Futura(s) líneas de Investigación

Se ha demostrado científicamente que, el incremento de la temperatura (42 °C) durante la oxigenoterapia tópica, potencializa el efecto terapéutico en el tratamiento del pie diabético, siendo este incremento, el siguiente paso en el trabajo de investigación.

CONCLUSIONES

Esta cámara hiperbárica esta elaborada con materiales resistentes y de bajo costo, su fabricación representa aproximadamente entre 30 y 40 % de la inversión que tendría que hacer un paciente en 30 sesiones de oxigenoterapia tópica. Esta ventaja, favorece la adquisición del dispositivo para tenerlo en casa, evitando con ello, el traslado del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

- Barac-Nieto M.** (2016). Madrid. Funciones de los túbulos renales, «Nefrología». 2.^a ed. Madrid: Ed. Grupo Aula Médica.
- Boulton A. J.** (2013). The pathway to foot ulceration in diabetes. Med Clint.
- Boyle Robert (1627-1691) y Mariotte Edme (1620-1684).** (12 de mayo de 2018). «Ley de Henry».
- Burnouf T., Goubran H.A., Chem T_M, Ou, K_L., El-Ekiaby M., Radosevic M.** (2013). Blood-derived biomaterials and platelet growth factors in regenerative medicine. Blood Rev, 27: 77-89.
- Guyton A. C.** (2014). Filadelfia, WB Saunders. Libro de texto de fisiología médica. «Terapia con oxígeno». 9a ed.
- Hayes, P.D., Alzuhr, N., Curran, G., & Loftus, I.M.** (2017). Topical oxygen therapy promotes the healing of chronic diabetic foot ulcers: a pilot study. Journal of wound care, 26(11), 652-660.
- INEGI.** (2021). México. «Estadística de defunciones registradas 2021». Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/EDR/EDR2021_10.pdf
- Jonsson, K., Jensen, J.A., Goodson 3rd, W.H., Scheuenstuhl, H., West, J., Hopf, H.W., & Hunt, T.K.** (1991). Tissue oxygenation, anemia, and perfusion in relation to wound healing in surgical patients. Annals of surgery, 214(5), 605.

- Luna Rodríguez César L.** (2010). México. Medicina Interna de México, «Medicina Hiperbárica». Volumen 26, núm. 4. Pág.: 374-382.
- Maiya, G. A., Nataraj, M., Hande, M., Rodrigues, G. S., Shenoy, R., & Prasad, S. S.** (2022). KADAM topical warm oxygen therapy device for diabetic foot ulcer-a novel approach. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 1-8.
- Nataraj, M., Maiya, A. G., Karkada, G., Hande, M., Rodrigues, G. S., Shenoy, R., & Prasad, S. S.** (2019). Application of topical oxygen therapy in healing dynamics of diabetic foot ulcers-a systematic review. *Review of Diabetic Studies*, 15(1), 74-82.
- National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK)**, (15 de Marzo de 2015). Instituto Nacional de Diabetes y Enfermedades Digestivas y Renales, «Diabetes».
- Ogurtsova K, da Rocha Fernandes JD, Huang Y, Linnenkamp U, Guariguata L, Cho NH, Cavan D, Shaw JE, Makaroff LE.** (2017). IDF Diabetes Atlas: Global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040. *Diabetes Res Clin Pract*.
- Rodríguez Dangeolo.** (6 de septiembre del 2021). «Definición de Ley de Boyle-Mariotte». (Última edición).
- Smith S. F., Duell D. J., Martin B. C., Gonzalez L., Aebbersold M.** (2016). New York. *Wound care and dressings- Clinical Nursing Skills*, «Basic to Advanced Skills». (9th Ed)., chap 25.
- Torres J.M., Domínguez A.R., Navarro M., Brinquis M.A., Espigares A., Pérez J. F.** (2015) «Patologías tratadas con oxigenoterapia hiperbárica en el Hospital Central de la Defensa», *Revista Sanid. Mil*, 77-83
- U.S. Department of Health and Human Services (2023)**, ¿Qué es la diabetes?, Recuperado el 15 de febrero de 2023 de <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/que-es>.
- Viqueira Caamaño J.A. y Pujante Escudero A.** *Medicina Integral*, «La cámara hiperbárica». 64-80.
- Valencia, I.** (2019). Iztacala-UNAM. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje, «Ley de Dalton». CUAED/FES.



Nancy Bonilla Gaspar¹, Nury Merary Morales Hernández¹, Linda Lorena Hernández Arce¹ & Miguel Humberto Moreno Carrillo²

RESUMEN

Cumplir un tratamiento es muy importante cuando se busca un control significativo en la salud y calidad de vida del paciente. La adherencia se refiere al seguimiento de las recomendaciones del médico, realizando cambios de estilo de vida, lo que involucra tomar medicamentos. El problema de no seguir el tratamiento se debe principalmente a la administración en tiempo y forma de las medicinas. MedClock es una propuesta de pastillero inteligente que ayuda a recordar cuando deban tomar su medicación, es capaz de girar de manera automática entre sus divisiones en la hora y minuto indicado en que la persona deba tomarlo, de la misma manera emite una alarma sonora para indicar que es el momento de tomar el medicamento. La programación de MedClock se realiza por medio de una aplicación, en donde se ingresa en qué número de compartimento, nombre de la pastilla, hora y minuto de la administración de la dosis, ayudando a cumplir el tratamiento de manera progresiva.

Palabras Clave: Pastillero, medicamento, adherencia al tratamiento, Arduino, Raspberry Pi

ABSTRACT

Complying with a treatment is very important when seeking significant control of the patient's health and quality of life. Adherence refers to following the doctor's recommendations, mak-

¹ Alumnos de la licenciatura en Ingeniería Biomédica en Universidad Olmeca. Carretera federal Villahermosa-Escárcega, km 14.329, margen derecha, rancharía Coronel Tracónis 3^{ra}. Sección, C. P. 86265, Centro Tabasco, México.

² Asesor del proyecto.

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

uo20407001@olmeca.edu.mx,
uo20407004@olmeca.edu.mx
uo20407003@olmeca.edu.mx

Este artículo debe citarse como:

Bonilla Gaspar, N.; Morales Hernández, N.M.; Hernández Arce, L.L. & Moreno Carrillo, M.H. (2023). MedClock de los alumnos de la licenciatura en Ingeniería Biomédica. *Explorando la Ciencia: Finalistas de ExpoCiencias Tabasco 2023*. Universidad Olmeca. pp. 211-223.

ing lifestyle changes, which involves taking medications. The problem of not following the treatment is mainly due to the timely and proper administration of medicines. MedClock is a smart pillbox proposal that helps to remember when to take their medication, it is capable of automatically turning between its divisions at the indicated hour and minute in which the person should take it, in the same way it emits an audible alarm to indicate that it is time to take the medicine. MedClock programming is done through an application, where you enter the compartment number, name of the pill, hour and minute of dose administration, helping to comply with the treatment progressively.

Key words: Pillbox, medication, treatment adherence, Arduino, Raspberry Pi

INTRODUCCIÓN

Un tratamiento, o también conocido como «adherencia a la terapia» se define que el comportamiento de las personas coincida con las recomendaciones de salud, las más comunes es el estilo de vida saludable y sobre todo tomar los medicamentos en tiempo y forma como se prescribieron. (Peralta. 2008)

Estos medicamentos tienen un impacto significativo en la salud y el bienestar de las personas y en la calidad de vida de las sociedades. La importancia de seguir el tratamiento es recuperar la estabilidad física y evitar que la enfermedad o deterioro avance en el cuerpo.

Por otra parte, no cumplir los lineamientos del tratamiento se define como «no-adherencia», que es la falla en cumplir las instrucciones, que puede ocurrir de forma voluntaria o involuntaria, el problema más común de todos está relacionado con los medicamentos, y se considera que la falta del seguimiento del tratamiento es la mayor causa de falla terapéutica y se atribuye al paciente. (Silva, *et al.*, 2005)

La Organización Mundial de la Salud menciona que la falta de adherencia a los tratamientos crónicos trae consecuencias negativas de salud y económicas y es un tema de prioridad en el sector salud. (OMS, 2003)

En el aspecto del compromiso, el término «Adherencia» da una perspectiva de cumplimiento por parte del paciente, así que el incumplimiento cae directamente en el paciente, ya sea por forma intencionada, no intencionada, por ignorancia o por olvido. (Peralta y Carbajal, 2008). Existen estudios que confirman que la mitad de los pacientes no sigue debidamente el tratamiento farmacológico, y que menos del 30 % cambia sus hábitos. (Espinosa, Ávila y Gilbert, 2018)

JUSTIFICACIÓN

MedClock se presenta como una solución tecnológica para la gestión ineficiente de los medicamentos, ofreciendo una serie de beneficios dirigidos a los pacientes. En primera instancia, MedClock se presenta como un pastillero dispensador inteligente que apoya a que los pacientes tomen sus pastillas en el tiempo correspondiente, lo cual es importante para las personas que necesitan tomar varias pastillas a diferentes horas del día, con MedClock, el usuario ingresará la hora y minuto en el que debe administrarse la pastilla, por lo que el dispositivo se encarga de girar en el compartimento, dispensarla y sonar una alarma; por lo que es especialmente útil para personas de edad avanzada con problemas cognitivos y personas olvidadizas permitiendo autonomía y mejorando su salud.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen varios factores relacionados con la no-adherencia del tratamiento:

1. Factores del paciente:

- Factores de salud: Puede que la información de la administración de los medicamentos se olvide, por ejemplo, debido al Alzheimer, demencias, depresiones, ansiedad, déficit de atención, entre otros.
- Factores de costumbre: Se trata cuando los pacientes pueden llegar a adaptarse a los síntomas o a su condición en la que prefiere vivir con síntomas leves, o cuando se siente mejor deja de tomarlo.

2. Factor ambiental:

- Los pacientes que viven solos suelen frecuentemente fallar en el tratamiento, debido al aislamiento social.

3. Factores sociales:

- Por rutina, el paciente se mantiene ocupado y no se tiene el tiempo para tomarlas, de la misma manera ocurre con las distracciones.

4. Factores relacionados con el medicamento:

- Ocurre cuando el esquema de dosis es complicado y son varios medicamentos al día.

Como consecuencia, «las situaciones más frecuentes son: No tomar el medicamento, suspensión prematura del tratamiento y tomar las dosis en una hora equivocada» (Silva, *et al.*, 2005)

Dado que el tratamiento de las personas de edad avanzada no muestra efecto algunos estudios han deducido que los pacientes de mayor edad in-

cumplen más la terapéutica porque con mayor frecuencia olvidan tomar los medicamentos debido a la pérdida de memoria que a menudo acompaña al envejecimiento.

De los problemas relacionados con los medicamentos, el subcomité del Senado de los Estados Unidos de América encontró que el no tomar los medicamentos mostró cerca de 300 000 muertes al año, correspondiendo 125 000 a pacientes cardíacos. (Silva, *et al.*, 2005)

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar un pastillero automático capaz de girar entre sus espacios para suministrar el medicamento indicado en la hora, minuto exacto en el que una persona deba tomarlo; mientras que al mismo tiempo emita una alarma sonora para dar aviso de la instrucción.

Objetivos específicos

- Generar propuestas para dar solución a la doble administración de medicamentos, por motivo de que el paciente olvide si los tomó o no.
- Analizar alternativas para proporcionar un servicio más completo al desarrollar una app móvil conectada al pastillero para configurar horarios y recibir alarmas en el tiempo justo que debe administrarse la pastilla.

HIPÓTESIS

El uso de MedClock puede mejorar la adherencia del paciente al tratamiento farmacológico, provocando un efecto positivo en la eficacia y calidad de vida del paciente, ya que al usar tecnologías del Internet de las Cosas (IOT por sus siglas en inglés) para recordar y dispensar la medicación, se reduce la posibilidad de olvidar tomar las dosis, lo que puede ser importante para pacientes con enfermedades crónicas que necesitan tomar varias pastillas al día.

MARCO TEÓRICO

La tecnología de asistencia es un conjunto de servicios que admite la inclusión y participación de toda la población en la búsqueda de soluciones adaptativas a las características de cada grupo social (OMS, 2018).

Por otro lado, existe el Internet de las cosas médicas (Internet of Medical Things, IoMT), que se define en dispositivos portátiles conectados a un teléfono o dispositivo que estén conectados al Internet, y actúa como una central de actividad personal. (Sánchez, 2019)

Existen sistemas que permiten insertar pastillas correspondientes a cada toma en sus compartimentos, en donde el dispositivo solamente permite programar alarmas que suene a la hora indicada. Algunos inconvenientes son la confusión de los compartimentos y que en ocasiones no hay un seguimiento en tiempo real. Los pastilleros con alarma, involucran a columnas que hacen referencia a los días de la semana y comparten espacios o secciones para los momentos del día. Permite programar los horarios de la toma de las pastillas en el propio pastillero, en donde emite una alarma como recordatorio. El inconveniente es recordar el orden de los compartimentos.



Imagen 1 Pastilleros con alarma convencional

Otro ejemplo es el pastillero Pill Buddy, que es un pastillero convencional asociado a una aplicación para Smartphone. El inconveniente es que se tiene que tener cerca el Smartphone para gestionar correctamente las pastillas. (Cabañeros, 2018)



Imagen 2 Pastillero con aplicación Pill Buddy

METODOLOGÍA

El inicio de la investigación de dicho proyecto se llevó a cabo el día 20 de octubre de 2022, en las instalaciones de la Universidad Olmeca, en la materia de Taller de Medición e Instrumentación, iniciando por la problemática y diseño del prototipo.

	Cantidad	Precio
Motor PAP (paso a paso)	1	69.00
Driver Uln 2003	1	40.00
Reloj de hora exacta DS1307	1	39.00
Buzzer	1	25.00
Diseño 3 D	1	600.00
Raspberry Pi Pico W	1	578.00
Total		1 371.00

Tabla 1 Recursos utilizados

Reloj de hora exacto DS1307, como medidor de horario en tiempo real. Es un circuito integrado capaz de almacenar y llevar la cuenta de la fecha y hora, además disponemos de unos cuantos bytes de datos de usuario en su



Imagen 3 Reloj DS1307

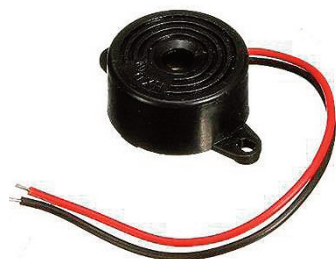


Imagen 4 Motor PAP



Imagen 5 Buzzer o zumbador

memoria RAM no volátil (NVRAM). En esta entrada, exploraremos las ventajas y operaciones básicas del circuito DS1307 instalado en el módulo TinyRTC. (Imagen 3)

Motor PAP (Paso a paso):

«El motor paso a paso es un motor de corriente continua sin escobillas en el que la rotación se divide en un cierto número de pasos resultantes de la estructura del motor» (TEM, 2020). Normalmente, una revolución completa del eje de 360° se divide en 200 pasos, lo que significa que se realiza una sola carrera del eje cada 1.8° . También hay motores donde la carrera del eje se realiza cada 2; 2.5; 5, 15 o 30° . La funcionalidad descrita es posible gracias a la construcción especial del motor paso a paso, que se discutirá más adelante en el texto. Debido al hecho de que la rotación completa del eje se divide en ciertas secciones discretas, el motor paso a paso no gira suavemente, sino que realiza saltos y cruza estados intermedios, por lo que el funcionamiento del motor paso a paso se acompaña de un sonido y vibración característica. (Imagen 4)

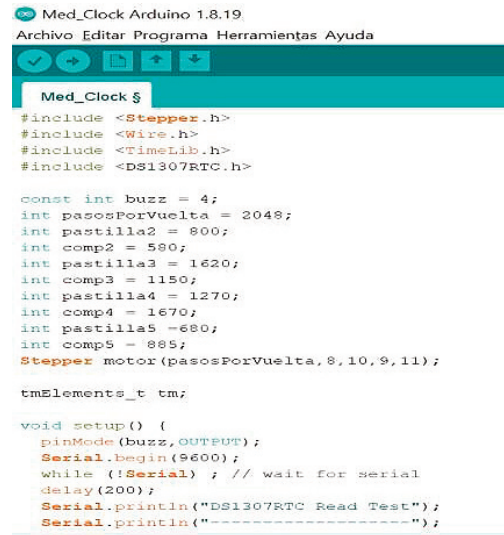
Buzzer: El zumbador o timbre es un transductor electroacústico que causa un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono. Sirve como mecanismo de señalización o aviso y se utiliza en múltiples sistemas, como en automóviles o en electrodomésticos, incluidos los despertadores. (Imagen 5)

Programación

El primer prototipo se programó utilizando el entorno IDE de Arduino. En el código se incluyeron las librerías del reloj de hora exacto DS1307 (DS1307RTC.h, TimeLib.h, Wire.h) y la del motor PAP (Stepper.h), para posteriormente configurar los pines del motor y del buzzer, así como las variables en donde se establece cuánto avanzará el motor por espacio de pastilla y lo que debe regresar hacia el punto 0.

Lo que incluye el void setup (que es la función para configurar los componentes), es la inicialización del Serial en donde se mostrará la medición de hora en tiempo real, así como la velocidad establecida para el motor. En el void print2digits (que es una función para imprimir), se configura tanto la hora como los minutos y segundos para que se muestren con 2 dígitos. Por último, el void loop (función infinita) va a medir la hora en tiempo real y mostrar los dígitos de hora, minutos y segundos por medio de la variable tm. Incluye también las condiciones «if», en donde cada una se refiere a los espacios 1, 2, 3 y 4 del pastillero; la lógica de esto es: «si la hora es tal, el minuto es

tal y el segundo es tal, entonces que el motor se mueve a cierta distancia en cierta dirección (derecha o izquierda), suena la alarma por cierto tiempo, espera, apaga la alarma y regresa a la posición 0. (Ver imágenes 6, 7 y 8)



```
Med_Clock Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

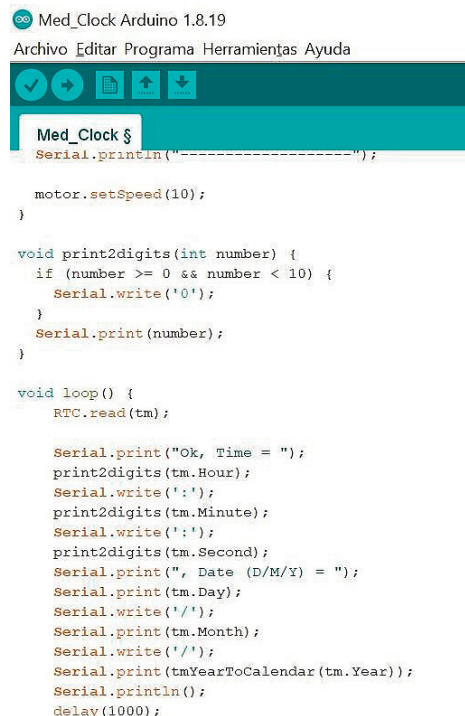
Med_Clock $
#include <Stepper.h>
#include <Wire.h>
#include <TimeLib.h>
#include <DS1307RTC.h>

const int buzz = 4;
int pasosPorVuelta = 2048;
int pastilla2 = 800;
int comp2 = 580;
int pastilla3 = 1620;
int comp3 = 1150;
int pastilla4 = 1270;
int comp4 = 1670;
int pastilla5 = 680;
int comp5 = 885;
Stepper motor(pasosPorVuelta, 8, 10, 9, 11);

tmElements_t tm;

void setup() {
  pinMode(buzz, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial) ; // wait for serial
  delay(200);
  Serial.println("DS1307RTC Read Test");
  Serial.println("-----");
}
```

Imagen 6 Primera parte de la Programacion de MedClock en Arduino



```
Med_Clock Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Med_Clock $
Serial.println("-----");

motor.setSpeed(10);
}

void print2digits(int number) {
  if (number >= 0 && number < 10) {
    Serial.write('0');
  }
  Serial.print(number);
}

void loop() {
  RTC.read(tm);

  Serial.print("Ok, Time = ");
  print2digits(tm.Hour);
  Serial.write(':');
  print2digits(tm.Minute);
  Serial.write(':');
  print2digits(tm.Second);
  Serial.print(", Date (D/M/Y) = ");
  Serial.print(tm.Day);
  Serial.write('/');
  Serial.print(tm.Month);
  Serial.write('/');
  Serial.print(tmYearToCalendar(tm.Year));
  Serial.println();
  delay(1000);
}
```

Imagen 7 Segunda parte de la programacion de MedClock en Arduino



Imagen 8 Tercera parte de la programación de MedClock en Arduino

Debido a problemas de tamaño del primer prototipo, se optó por cambiar el controlador, ya que el Arduino MEGA era muy grande. Por lo que decidimos implementar Raspberry Pi Pico W, ya que es una tarjeta controladora más barata, y, sobre todo, con un módulo WiFi incluido.

Las funciones físicas y básicas de MedClock no cambiaron, solamente cambió la programación en Mycropython en la interfaz de Thonny. Funciona con la librería del DS1307, así mismo se incluye una programación para que el reloj marque la fecha y hora en tiempo real. (Ver imágenes 9 y 10)

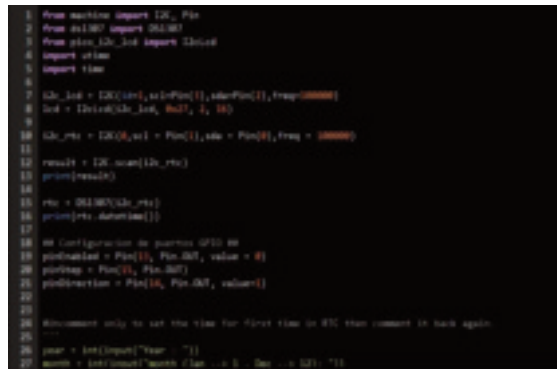


Imagen 9 Primera parte de programación de MedClock en Mycropython, en el interfaz de Thonny.

```

28 date = int(input("date : "))
29 day = int(input("day (1 --> monday , 2 --> Tuesday ... 0 --> Sunday): "))
30 hour = int(input("hour (24 Hour format): "))
31 minute = int(input("minute : "))
32 second = int(input("second : "))
33 now = (year, month, date, day, hour, minute, second, 0)
34 rtc.datetime(now)
35 print(rtc.datetime())
36 ...
37 while True:
38     (year, month, date, day, hour, minute, second, p1)=rtc.datetime()
39
40     lcd.move_to(0,0)
41     lcd.putstr("Time:")
42     lcd.move_to(0,0)
43     lcd.putstr(str(hour) + ":" + str(minute) + ":" + str(second))
44     lcd.move_to(0,1)
45     lcd.putstr("Date:")
46     lcd.move_to(0,1)
47     lcd.putstr(str(date) + "/" + str(month) + "/" + str(year))
48     print(hour, minute, second)
49
50     if hour == 0 and minute == 55:
51         pinSetup.on()
52         time.sleep_ms(100)
53         pinSetup.off()
54         time.sleep_ms(100)

```

Imagen 10 Segunda parte de programacion de Med-Clock en Mycropython, en el interfaz de Thonny.

Simulación y diagrama eléctrico

Antes de la puesta en marcha del circuito físico se realizaron simulaciones en el programa Wokwi, al igual que su diagrama eléctrico. (Imagen 11)

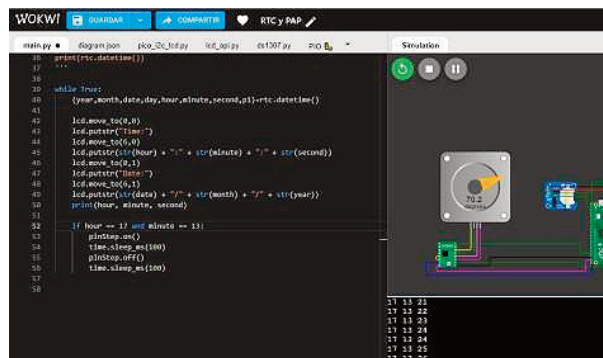


Imagen 11 Esquema eléctrico y simulación en Wokwi

Armado en físico

Diseño 3D

El primer prototipo se llevó a cabo en la aplicación de diseño «Shapr3D», en donde se diseñaron cuatro secciones de despacho de pastillas y un punto cero en donde queda cerrado el pastillero. Además, se anexó un espacio libre para acomodar el motor PAP y la tapa con un espacio abierto. (Imágenes 12, 13 y 14).



Imagen 12 Modelado del prototipo 3D en la aplicación Shapr3D.



Imagen 13 Vista interna de MedClock



Imagen 14 Vista con tapa giratoria de MedClock.

Soldado de componentes

Cada componente del circuito se soldó en una pequeña placa perforada, como se muestra en la Imagen 15. La Imagen 16 muestra el prototipo completo.

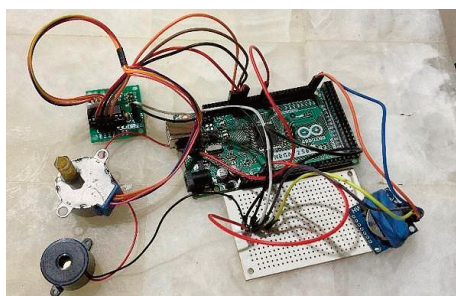


Imagen 15 Soldado de componentes.



Imagen 16 Primera versión de MedClock.

Aplicación

Se utilizó Anvil para la creación de una aplicación de base de datos y enviar los horarios, así mismo para programar al dispositivo por medio de Internet.

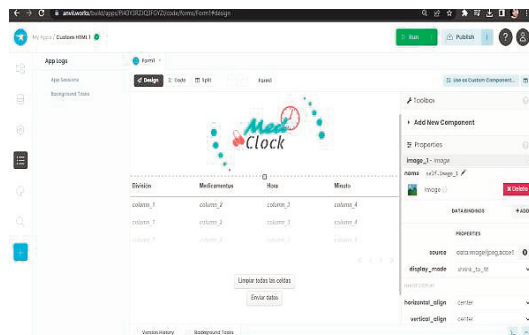


Imagen 17 Interfaz de la aplicación de MedClock.

Resultados

La aplicación registra el número de compartimento en donde se colocó el medicamento, ya que debemos guardar el nombre del mismo, la hora y minuto en el que el usuario deba administrarlo, por medio del botón «Enviar datos» para programar las pastillas.

Por lo cual, cuando llegue la hora indicada para administrar las pastillas, la tapa gira hacia el compartimento o división registrada y empieza a sonar una alarma, que hasta que no se acerque el usuario dejará de sonar y estará abierto. Cuando se toma la pastilla, por medio de un botón, la alarma deja de sonar y el dispositivo regresa a su punto inicial.

Análisis de resultados, discusión y futuras líneas de investigación.

En los resultados obtenidos durante las pruebas, el dispositivo respetó muy bien los horarios establecidos, girando al compartimento registrado, sin presentar alguna falla en el sistema.

Ahora bien, proponemos seguir trabajando en el diseño del prototipo, para lograr un diseño ergonómico y portátil. De la misma manera implementar alertas personalizadas, que en lugar de emitir una alarma general para todas pueda emitir diferentes tipos de alertas y sonidos para cada medicamento. También podría ser compatible con los asistentes de voz, lo que permitiría controlarlo sin necesidad de tocar algún botón.

CONCLUSIÓN

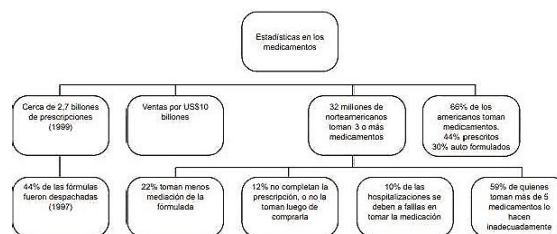
La adherencia al tratamiento es un factor muy importante cuando se trata de la recuperación, control de salud y bienestar del paciente, por lo cual seguir la administración de las pastillas es una difícil tarea a seguir para todas las personas.

Por lo que MedClock es una propuesta de fácil manejo y programación, en el cual se ingresa el número de división de la pastilla, nombre de la pastilla, hora y minuto que deba tomarla el paciente. La tapa del dispositivo girará hacia la división de la pastilla, y una alarma será emitida. MedClock es una herramienta muy útil para las personas que necesitan tomar medicamentos de manera regular y quieren asegurarse de cumplir su tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabañeros Blanco, J. A.** (2018). Dispensador Inteligente de Medicamentos Conectado y Sistema de Gestión. Universidad de Oviedo. <http://hdl.handle.net/10651/47717>
- Espinosa Aguilar, A., Avila Sánchez, M., Gibert Lamadrid, M.** (2018). Una concepción actualizada de la adherencia al tratamiento antirretroviral. Revista Cubana de Enfermería, 34(1). Recuperado de <https://revenfermeria.sld.cu/index.php/enf/article/view/1410/338>
- Organización Mundial de la Salud.** (2003). Adherence to long term therapies: evidence for action. <https://iris.who.int/handle/10665/42682>
- (2018). Tecnología de asistencia. [www.who.int. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/assistive-technology](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/assistive-technology)
- Peralta, M. L.** (2008). Adherencia a tratamiento. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=19137>
- Sánchez, L. Y. B.** (2019). Internet de las cosas para el cuidado de la salud. Entre ciencia e ingeniería, 7-8.
- Silva, G. E.** (2005). Adherencia al tratamiento. Implicaciones de la no-adherencia. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=163113820004>
- TEM.** (2020) Motor paso a paso – tipos y ejemplos del uso de motores paso a paso, <https://www.tme.com/mx/es/news/library-articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/>

Anexo



*Imagen 18 Estadísticas en los medicamentos.
(Silva, 2005)*

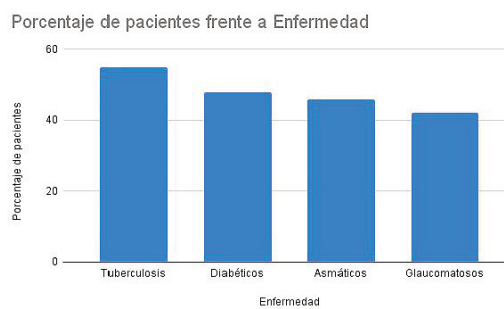


Imagen 19 Porcentaje de pacientes que usan correctamente la medicación. (Silva, 2005)



VaCooler-Centro de vacunas inteligente



UNIVERSIDAD OLMECA
Raíz de sabiduría

Rubí García Pérez¹, Omar Emilio Sarracino Solís² & Miguel Humberto Moreno Carrillo³

Resumen

La refrigeración de las vacunas es un aspecto crítico en su almacenamiento y distribución, ya que tiene un papel muy importante en la preservación de la eficacia y seguridad de las vacunas. Un manejo adecuado de la temperatura y seguridad de las vacunas es fundamental para asegurar que las vacunas sean efectivas al momento de su administración y contribuyen a prevenir desperdicio. La restricción de personal con acceso a vacunas y medicamentos es importante para mantener la integridad del producto, garantizar la seguridad y control de inventario y proteger la información. En este proyecto, se propone un sistema de refrigeración inteligente para mantener las temperaturas adecuadas implementando además un sistema de identificación mejorando la seguridad.

Palabras Clave: Vacunas, cadena de frío, temperatura, NOM-036-SSA2-2002

Abstract

Refrigeration of vaccines is a critical aspect in their storage and distribution, since it has a very important role in preserving the efficacy and safety of vaccines. Proper temperature management and vaccine safety is essential to ensure that vaccines are effective at the time of administration and help prevent waste.

^{1,2} Estudiantes del sexto semestre de la Licenciatura en Ingeniería en Biomédica. Universidad Olmeca. Carretera federal Villahermosa-Escárcega, km 14.329, margen derecha, ranchería Coronel Traconis 3^{ra}. Sección, C. P. 86265, Centro Tabasco, México.

³ Asesor del proyecto.

Recibido: abril 2023

Aceptado: 14 de mayo de 2023

Correspondencia:

uo20407002@olmeca.edu.mx

uo20407015@olmeca.edu.mx

Este artículo debe citarse como:

García Pérez, R. & Sarracino Solís, O.E. (2023). VaCooler-Centro de vacunas inteligente de los alumnos de la licenciatura en Ingeniería Biomédica. *Explorando la Ciencia: Finalistas de Expo-Ciencias. Tabasco 2023* Tabasco 2023. Universidad Olmeca. pp. 225-238.

Restricting personnel with access to vaccines and drugs is important to maintain product integrity, ensure inventory security and control, and protect information. In this project, an intelligent refrigeration system is proposed to maintain adequate temperatures, also implementing an identification system to improve safety.

Key words: Vaccines, cold chain, temperature, NOM-036-SSA2-2002

INTRODUCCIÓN

En la logística del almacenamiento de las vacunas, los equipos tecnológicos que se ocupan son sensores de temperatura y medios de transmisión de la misma, sistemas de refrigeración y congelación para la conservación de la temperatura, aislantes térmicos, cámaras y precámaras de refrigeración y congelación (IMSS, 2021).

La Norma Oficial Mexicana NOM-036- SSA2-2002 establece que los biológicos deben mantenerse a una temperatura entre dos y ocho grados centígrados desde su fabricación hasta que son aplicados. (DICYT, 2010).

JUSTIFICACIÓN

El mantenimiento de la cadena de frío en todo el proceso de transporte, conservación, manipulación y almacenamiento es fundamental para asegurar el éxito de la vacunación (DICYT, 2023).

La pérdida de la capacidad inmunizante es acumulativa, irreversible y se incrementa con el tiempo de exposición. (Comité Asesor de Vacunas, CAV, 2022).

El control es un sistema de alerta temprana. No impedirá que la temperatura varíe, pero puede alertar a tiempo para reducir al mínimo el impacto. (Rosales, 2021).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El control de la temperatura es importante para el manejo de las vacunas, porque muchas de ellas son productos biológicos sensibles que requieren condiciones de temperatura específicas para mantener su eficacia. Ahora bien, cuando las vacunas están expuestas a altas temperaturas o demasiado frío, pueden perder su eficacia de forma total o parcial; ya que si se almacenan incorrectamente, las vacunas son obsoletas y pueden ser un riesgo para la integridad de quien las recibe. La temperatura de las mismas debe ser entre 2 y 8 °C. «Los refrigeradores comunes y corrientes no tienen la capacidad de mantener una temperatura uniforme ininterrumpidamente, por lo que

deben utilizarse refrigeradores médicos especializados para almacenar estos valiosos productos» (Organización Mundial de la Salud, 2020).

HIPÓTESIS

El mal manejo de la temperatura en medicamentos y vacunas afecta su efectividad en la salud de la población.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

1. Desarrollar un contenedor para vacunas con un sistema de refrigeración regulable de forma automática mediante una app y de manera manual.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Utilizar los microcontroladores Raspberry pi pico w y Arduino omega para la elaboración del contenedor inteligente,
2. Realizar un sistema de identificación de personal usando un módulo lector RFID.

MARCO TEÓRICO

A finales de noviembre de 2009, en el estado de Colima, 2679 vacunas contra el virus AH1N1 fueron expuestas a temperatura ambiente por varias horas, con lo que perdieron efectividad. La opinión pública criticó el incidente, no sólo por los 243 000 pesos extras que tendría que invertir el gobierno federal para reponer las dosis, sino por la escasez de biológicos para proteger a la población durante la pandemia.

Las vacunas son medicamentos termolábiles, que para proteger su inmunogenicidad y eficacia en su protección, dentro de las acciones de inmunización, es necesario conservar la cadena de frío. El elemento fundamental en esta cadena es el personal y recursos materiales vinculados con la gestión de las vacunas, buscando evitar errores durante su manipulación.

«La estabilidad de las vacunas puede verse afectada por múltiples factores (luz, temperatura, humedad, cepa vacunal) que pueden ocasionar la pérdida de capacidad inmunizante, de forma acumulativa e irreversible, incrementándose con el tiempo de exposición a dichos factores». (Ortega, *et. al.* 2002)

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud, «la cadena de frío es el sistema logístico que comprende los recursos humanos, materiales y financieros necesarios para llevar a cabo el almacenamiento, conservación, transporte, etcétera, de las vacunas» (COFEPRIS, 2014).

MATERIALES

- Tarjeta Arduino Mega
- Display OLED
- Contacto magnético ALA 005
- Sensor termopar de temperatura MAX6675
- Módulo RFID
- Contrachapa magnética
- Módulo de Peltier
- Contenedor isotérmico
- Espuma de poliuretano
- Computadora con software de Arduino instalado



Ilustración 1. Materiales utilizados. Autoría propia

METODOLOGÍA

El circuito consiste en la implementación del principio de los enfriadores termoeléctricos, el proyecto a su vez incluye una interfaz diseñada e integrada en una pantalla táctil OLED que es accesible para dos usuarios de distinta prioridad mediante un identificador RFID, mediante el cual se le da acceso a dos distintos paneles de control a los usuarios, que pueden controlar la cerradura del dispositivo en el caso del usuario uno, y que permite visualizar la temperatura

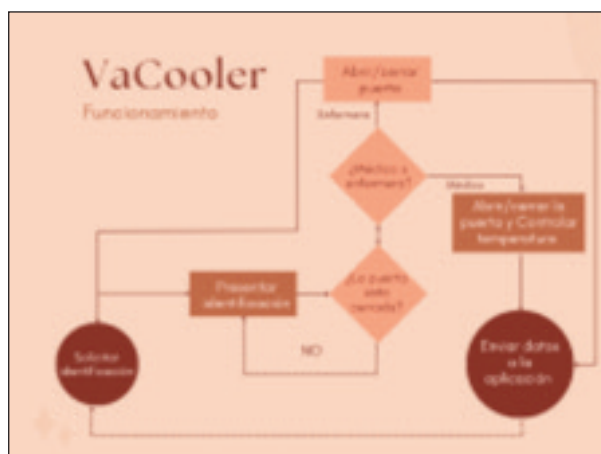


Ilustración 2. Diagrama de funcionamiento. Autoría propia.

interna y modularla de acuerdo a valores preestablecidos en el caso del usuario 2, el dispositivo es controlado por una placa de Arduino MEGA y trabaja con dos fuentes de voltaje de 5 y 12 voltios respectivamente para energizar de forma independiente cada componente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la ilustración 3 se muestra el funcionamiento del código escrito en Arduino en conjunto con el sistema de identificación, donde solicita al usuario identificarse.

En la ilustración 4 se observa el ensamblado de las celdas de Peltier adaptadas en el interior del contenedor isotérmico.

La ilustración 5 muestra el menú desplegado al presentar la identificación del usuario 2, donde da acceso a la temperatura, las celdas de Peltier y a la cerradura.

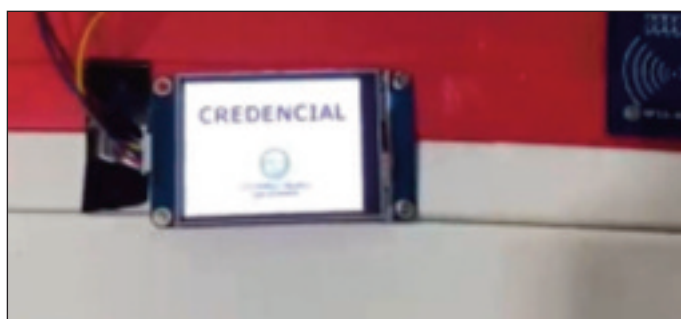


Ilustración 3. Sistema funcionando. Autoría propia



Ilustración 4. Celdas de Peltier. Autoría propia

CONCLUSIONES

Esta investigación es el inicio de un sistema de refrigeración inteligente para vacunas, donde se puede apreciar el primer prototipo funcional que consiste en un contenedor isotérmico convencional modificado a las necesidades de adaptación de los componentes.



Ilustración 5. Menú usuario 2. Autoría propia

Futuras líneas de investigación

La siguiente etapa del proyecto consiste en mejorar el prototipo y agregar un sistema de comunicación de datos en tiempo real.

BIBLIOGRAFÍA

- COFEPRIS** (2014). Guía de calidad del sistema de vigilancia de vacunas, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/287239/Guia_de_Calidad_de_Sistema_de_Vigilancia_de_Vacunas.pdf
- DICYT, A.** (2023). Desarrollan un innovador sistema de enfriamiento para almacenamiento de vacunas, Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología, Disponible en <https://www.dicyt.com/noticias/desarrollan-un-innovador-sistema-de-enfriamiento-para-almacenamiento-de-vacunas>
- IMSS** (2021), Norma para el manejo de medicamentos y demás insumos para la salud en la red de frío del Instituto Mexicano del Seguro social, disponible en <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/manualesynormas/1000-B01-028.pdf>
- Organización Mundial de la Salud** (2020), Fabricación, seguridad y control de calidad de las vacunas, Disponible en <https://www.who.int/es/>

news-room/feature-stories/detail/manufacturing-safety-and-quality-control

Ortega Molina, Paloma, Astasio Arbiza, Paloma, Albaladejo Vicente, Romana, Gómez Rábago, M.^a Luisa, Juanes Pardo, José Ramón de, & Domínguez Rojas, Vicente. (2002). Cadena del frío para la conservación de las vacunas en los centros de atención primaria de un área de Madrid: mantenimiento y nivel de conocimientos. *Revista Española de Salud Pública*, 76(4), 333-346. Disponible en http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272002000400008&lng=es&tlng=es.

Rosales, A. (2021). Monitoreo de Temperatura en el Sistema de Distribución de la Vacuna Contra el COVID-19. AKRIBIS. Disponible en <https://www.akribis.info/web/monitoreo-de-temperatura-en-el-sistema-de-distribucion-de-la-vacuna-contra-el-covid%E2%80%9119/>

ANEXO

```

#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

#define RST_PIN      9           // Configurable, see typical pin layout above
#define SS_PIN       10          // Configurable, see typical pin layout above
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); // Create MFRC522 instance

byte LecturaUID[4];             // crea array para almacenar el UID leído
byte Usuario1[4]= {0xEC, 0x25, 0x50, 0x33} ;    // UID de tarjeta leído
byte Usuario2[4]= {0x69, 0x37, 0xF6, 0x6E} ;    // UID de llavero leído

#include "Nextion.h"
SoftwareSerial NextionSerial(3, 5);

//Declarar los objetos a utilizar
NexDSButton Objbt1 = NexDSButton(1, 1, "Objbt1");
NexDSButton Objbt2 = NexDSButton(2, 1, "Objbt2");
NexButton Objbtn1 = NexButton(2, 2, "Objbtn1");
NexButton Objbtn2 = NexButton(2, 3, "Objbtn2");
NexButton Objbtn3 = NexButton(2, 4, "Objbtn3");
NexButton ObjbtnAuto = NexButton(2, 5, "ObjbtnAuto");
NexButton Objbtnclose2 = NexButton(2, 7, "Objbtnclose2");
NexButton Objbtnclose = NexButton(1, 2, "Objbtnclose");
NexText Objtxt2 = NexText(2, 6, "Objtxt2");
NexPage page0 = NexPage(0,0, "page0");
NexPage page1 = NexPage(1,0, "page1");
NexPage page2 = NexPage(2,0, "page2");

NexTouch *nex_listen_list[] =
{
    &Objbt1,
    &Objbt2,
    &Objbtn1,
    &Objbtn2,
    &Objbtn3,
    &ObjbtnAuto,
    &Objbtnclose,
    &Objbtnclose2,
    &page0,
    &page1,
    &page2,

    NULL
};

```

Ilustración 6. Código parte
1. Autoría propia

ANEXO 1

```
void LlamadoFuncionbt1(void *ptr);
void LlamadoFuncionbt2(void *ptr);
void LlamadoFuncionbtn1(void *ptr);
void LlamadoFuncionbtn2(void *ptr);
void LlamadoFuncionbtn3(void *ptr);
void LlamadoFuncionbtnAuto(void *ptr);
void LlamadoFuncionbtnclose(void *ptr);
void LlamadoFuncionbtnclose2(void *ptr);

int sensor = 8; //pin coneccion con sensor de cerradura
int cerr = 7; //cerradura selenoide
int motor = 6; //motor dc
float temperatura; // Variable para almacenar el valor obtenido del sensor (0 a 1023)
int pinLM35 = A0;
int buzzer = 2;

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);
    pinMode(motor, OUTPUT);
    pinMode(sensor, INPUT_PULLUP);
    pinMode(cerr, OUTPUT);
    pinMode(buzzer, OUTPUT);
    SPI.begin(); // Init SPI bus
    mfr522.PCD_Init(); // Init MFRC522
    nexInit();
    Objbt1.attachPop(LlamadoFuncionbt1, &Objbt1);
    Objbt2.attachPop(LlamadoFuncionbt2, &Objbt2);
    Objbtn1.attachPop(LlamadoFuncionbtn1, &Objbtn1);
    Objbtn2.attachPop(LlamadoFuncionbtn2, &Objbtn2);
    Objbtn3.attachPop(LlamadoFuncionbtn3, &Objbtn3);
    ObjbtnAuto.attachPop(LlamadoFuncionbtnAuto, &ObjbtnAuto);
    Objbtnclose.attachPop(LlamadoFuncionbtnclose, &Objbtnclose);
    Objbtnclose2.attachPop(LlamadoFuncionbtnclose2, &Objbtnclose2);

    digitalWrite(cerr, HIGH);
    Serial.println("Listo");
}
```

Ilustración 7. Código parte

2. Autoría propia

ANEXO 2

```

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    nexLoop(nex_listen_list);
    temperatura = analogRead(pinLM35); // con analogRead leemos el sensor, de 0 a 1023
    temperatura = (5.0 * temperatura * 100.0)/1024.0;
    String strFloat;
    char charFloat[5];

    Serial.print("Float: ");Serial.println(temperatura);
    strFloat += temperatura;
    Serial.print("Float en string: ");Serial.println(strFloat);
    strFloat.toCharArray(charFloat, 5);

    int estado = digitalRead(sensor); //lee el valor del sensor

    delay(1);
    if (estado == HIGH){
        Serial.println(" Puerta abierta");
    }

    else{

        Serial.println("Cerrada");
    }
    if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
        return;

    if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
        return;

    Serial.print("UID:");
    for(byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++)
    {
        if(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10)
        {
            Serial.print(" 0");
        }
        else
        {
            Serial.print(" ");
        }
        Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX); // imprime el byte del UID leído en hexadecimal
        LecturaUID[i]=mfrc522.uid.uidByte[i];      // almacena en array el byte del UID leído
    }
    Serial.print("\t");          // imprime un espacio de tabulacion

```

Ilustración 8. Código parte
3. Autoría propia

ANEXO 3

```
if(comparaUID(LecturaUID, Usuario1)){ // llama a funcion comparaUID con Usuario1
  Serial.println("Bienvenido Usuario 1"); // si retorna verdadero muestra texto bienvenida
  digitalWrite(buzzer, HIGH);
  delay(700);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  if(estado == LOW){
    page1.show();
  }
  else if(estado == HIGH){
    page0.show();
  }
}
else if(comparaUID(LecturaUID, Usuario2)){ // llama a funcion comparaUID con Usuario2
  Serial.println("Bienvenido Usuario 2"); // si retorna verdadero muestra texto bienvenida
  digitalWrite(buzzer, HIGH);
  delay(700);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  if(estado == LOW){
    page2.show();
    Objtxt2.setText(charFloat);
  }
}
else if(estado == HIGH){
  page0.show();
}
}
else{ // si retorna falso
  page0.show();
  Serial.println("Usuario no identificado"); // muestra texto equivalente a acceso denegado
}
mfr522.PICC_HaltA(); // detiene comunicacion con tarjeta
}

boolean comparaUID(byte lectura[],byte usuario[]) // funcion comparaUID
{
  for (byte i=0; i < mfr522.uid.size; i++){ // bucle recorre de a un byte por vez el UID
    if(lectura[i] != usuario[i]) // si byte de UID leído es distinto a usuario
      return(false);
    //return(0); // retorna falso
  }
  return(true);
  //return(0); // si los 4 bytes coinciden retorna verdadero
}
```

Ilustración 9. Código parte

4. *Autoría propia*

ANEXO 4

```
{
    uint32_t Estado_dual1;
    Objbt1.getValue(&Estado_dual1);

    if(Estado_dual1){
        digitalWrite(cerr, LOW);
    }
    else{
        digitalWrite(cerr, HIGH);
    }
}

void LlamadoFuncionbtnclose(void *ptr){
    page0.show();
}

void LlamadoFuncionbt2(void *ptr){
    uint32_t Estado_dual2;
    Objbt2.getValue(&Estado_dual2);

    if(Estado_dual2){
        digitalWrite(cerr, LOW);
    }
    else{
        digitalWrite(cerr, HIGH);
    }
}

void LlamadoFuncionbtn1(void *ptr){
    analogWrite(motor, 63.75);
}

void LlamadoFuncionbtn2(void *ptr){
    analogWrite(motor, 127.5);
}

void LlamadoFuncionbtn3(void *ptr){
    analogWrite(motor, 255);
}
```

ANEXO 5

```
void LlamadoFuncionbtnAuto(void *ptr){  
    float temperatura2 = analogRead(pinLM35); // con analogRead leemos el sensor, de 0 a 1023  
    temperatura2 = (5.0 * temperatura2 * 100.0)/1024.0;  
    if(temperatura2 <= 20){//valor hipotetico  
        analogWrite(motor, 63.75);  
    }  
  
    else if(temperatura2 <= 25){//valor hipotetico  
        analogWrite(motor, 127.5);  
    }  
  
    else if (temperatura2 <= 29){//valor hipotetico  
        analogWrite(motor, 255);  
    }  
    else{  
        analogWrite(motor, 0);  
    }  
}  
void LlamadoFuncionbtnclose2(void *ptr){  
    page0.show();  
}
```




Expociencias Tabasco: 10 rutas al éxito

Mirna Cecilia Villanueva Guevara¹

Cuando recibí la invitación por parte de Alejandra Casanova Priego y Olga Macías Guevara, encargadas de realizar Expociencias Tabasco en el estado, para participar en la décima edición del concurso, me llené de emoción.

Primero participé como asesora, y después, cuando tuve el encargo de ser directora general del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Tabasco, lo organicé en varias ocasiones, además de que pudimos celebrar un Expociencias Nacional en Tabasco en 2016.

El diez es un número que me gusta mucho, por ser el protagonista del sistema métrico decimal, es el número de la excelencia, y podemos encontrar una buena cantidad de decálogos en la historia de la humanidad: los 10 mandamientos religiosos, el decálogo del perfecto cuentista de Horacio Quiroga, el decálogo del escritor de Augusto Monterroso; y una gran cantidad de «Top Ten» que encontramos en la internet.

Como antecedente, les quiero compartir este *tuit* del 12 de junio de 2013, que escribió Jesús Grajeda, en razón al inicio de la utopía que compartimos para lograr que se volviera realidad traer el evento por primera vez a Tabasco, para que «nuestros niños, y jóvenes tabasqueños demuestren de qué están hechos».

¹ Licenciada en Química por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Maestra en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias Químicas, por el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (CIIDET), Querétaro. Ha fungido como directora general del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, de 2013 a 2019; docente de la Universidad Popular de la Chontalpa (UPCH) de 2002 a 2011. Es técnico académico de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) desde 2011. Es autora de más de 30 ponencias sobre temas de ciencia y divulgación científica presentadas en foros y congresos nacionales e internacionales. Es Premio Nacional Tlatoani «Mejor dirección del Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica de la república mexicana» otorgado por el Instituto Mexicano de Evaluación y el Instituto Mejores Gobernantes A.C., 2013.

Correspondencia:

mirna.villanueva@ujat.mx

Este texto debe citarse como:

Villanueva Guevara, M. C. Expociencias Tabasco: 10 rutas al éxito. *Explorando la Ciencia: Finalistas de Expociencias. Tabasco 2023*. Tabasco 2023. Universidad Olmeca. pp. 239-243.



Jesús Grajeda

12 de junio de 2013 · 🌐

La ciencia no es más que muchas repuestas fáciles a preguntas difíciles... Que en ExpoCiencias Tabasco se encuentren muchas respuestas fáciles para que intervengan directamente en nuestra sociedad... Éxito en todas las actividades de ExpoCiencias Tabasco... ¿Quién pensaría que todo nació como una utopía? Pues hoy, es una realidad "El espacio está dado para que nuestros niños y jóvenes Tabasqueños demuestren de qué están hechos" Éxito a ti [Mirna Villanueva Guevara](#) y a todo el comité coordinador.

Durante el evento de la décima Expociencias Tabasco, que se realizó el 26 de mayo de 2023, les presenté las diez convocatorias realizadas hasta ahora, donde se puede ver la creatividad de las diseñadoras y diseñadores locales para atraer a las personas participantes a involucrarse en temas de ciencia y tecnología, en donde diferentes centros de enseñanza como la UJAT, el Instituto Tecnológico de Villahermosa, el CECYTE y la Universidad Olmeca han sido sedes para la realización de los mismos.



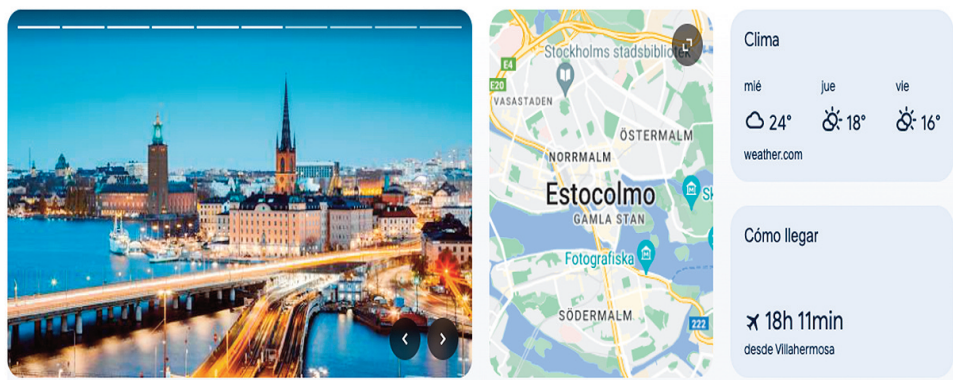
De igual forma, hemos participado en nueve Expociencias Nacionales: Mazatlán Sinaloa, Tepic Nayarit, Tampico Tamaulipas, Villahermosa Tabasco, La Paz Baja California, Morelia Michoacán, Monterrey Nuevo León, Durango y San Luis Potosí; y estamos listos para Hermosillo Sonora 2023. En dichos eventos se disfruta de la grandísima cultura mexicana, de su folklore, comida, los ecosistemas naturales, los museos, la música... recuerdo cuando

realizamos Expociencias Tabasco Nacional 2016, ¡todos querían probar el pejelagarto!



En lo referente a las acreditaciones internacionales, hemos participado, entre otros países, en Taiwán, en Reino Unido, Brasil, Argentina, Bélgica, España, Túnez, Canadá, Colombia, Ecuador, Perú, Chile y los Emiratos Árabes Unidos. Esto significa que las y los choquitos han estado en cuatro de los cinco continentes: América, Europa, África y Asia. Y seguramente algún día estaremos participando en Stockholm International Youth Science Seminar (SIYSS), que es la principal acreditación internacional, al poder compartir experiencias con los premios Nobel en Suecia.

Stockholm International Youth Science Seminar (SIYSS)



Les quiero compartir lo que más me gusta de Expociencias:

1. Sales de tu zona de confort;
2. Pones a prueba tus propias habilidades, carácter y capacidades;
3. Conoces otras personas, paisajes y culturas;
4. Accedes de primera mano a los productos del talento, la creatividad y la innovación de vanguardia de tu generación;
5. Te codeas con grandes personas expertas y personalidades del quehacer científico y tecnológico;
6. Robusteces tu trayectoria académica;
7. Te transformas en un referente;
8. Amplias tus horizontes profesionales y proyecto de vida;
9. Te reconoces como parte de la solución y no del problema;
10. Ganas, siempre ganas: en retroalimentación de tu proyecto, tal vez alguna acreditación, pero siempre mucha, muchísima, un guatao de experiencias.

Por último: ¡Estamos listos! Somos sede nacional de Expociencias 2024 en Tabasco.





Explorando la ciencia:
Finalistas de Expociencias Tabasco 2023
Compilación

Fue editado por la
Universidad Olmeca, A.C.

Se concluyó en la ciudad de
Villahermosa, Tabasco, México
en Enero de 2024,

Para la composición de los textos se utilizó la fuente Book Antiqua.



Universidad Olmeca

Carretera Villahermosa-Macuspana km 14 poblado Dos Montes,
C. P. 86280, Villahermosa, Tabasco, México.

     uolmeca | olmeca.edu.mx