

TLAXCALA: Ingenio *en acción*



ExpoCiencias
TLAXCALA 2024

ISBN: 978-607-96438-3-6

Tlaxcala: Ingenio en Acción

Construyendo soluciones

ExpoCiencias Estatal
Tlaxcala 2024

Universidad Politécnica de Tlaxcala

GOBIERNO DEL ESTADO

Lic. Lorena Cuéllar Cisneros
Gobernadora del Estado de Tlaxcala

Dr. Homero Meneses Hernández
Secretario de Educación Pública del Estado y
Director de la Unidad de Servicios Educativos de Tlaxcala

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE TLAXCALA

Rectora
Mtra. y Dra. H.C. Rosalía Nalleli Pérez Estrada

Secretaria Académica
Lic. Yanet Pérez Ruiz

Secretario Administrativo
C.P. Hilario Nicéforo Pérez García

Dr. Jacobo Tolamatl Michcol
Director de investigación y posgrado

Tlaxcala: Ingenio en Acción.
Primera Edición: 2025
ISBN: 978-607-96438-3-6
© Derechos reservados® Universidad Politécnica de Tlaxcala

Coordinador y edición:
Dr. Jacobo Tolamatl Michcol
Dr. Josué Rodríguez Lozada
Lic. Alma Angélica García Méndez
Diseño de portada: LDG. Roberto Carlos Teyssier

© Derechos reservados® Universidad Politécnica de Tlaxcala

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio. Se autorizan breves citas en artículos y comentarios bibliográficos, periodísticos, radiofónicos y televisivos, dando al autor y al editor los créditos correspondientes.

IMPRESO EN MÉXICO

Tlaxcala: Ingenio en Acción

Construyendo soluciones

Red Nacional de Actividades Juveniles en Ciencia y Tecnología (RED)
Movimiento Internacional para el Recreo Científico y Técnico de América Latina (MILSET AMLAT)
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP)
Universidad Politécnica de Tlaxcala (UPTx)



Tlaxcala: Ingenio en Acción

Construyendo soluciones

Coordinadores:

Dr. Jacobo Tolamatl Michcol
Universidad Politécnica de Tlaxcala

Dr. Josué Rodríguez Lozada
Universidad Politécnica de Tlaxcala

Lic. Alma Angélica García Méndez
Red Nacional de Actividades Juveniles en Ciencia y Tecnología

DEDICATORIA

A quienes se atreven a imaginar y a transformar su entorno.

COMITÉ CIENTÍFICO

Dra. Lilia Sánchez Minutti
Dr. Rodolfo Lima Juárez
Dra. Raquel García Barrientos
Dra. Yazmín Hernández Chávez
Dr. Marco Antonio Morales Caporal
Dra. Irce Leal Cabrera
Dra. Yolanda del Ángel Vargas
Dr. Emmanuel Guevara Cabrera
Dr. Luis Alberto Santiago Santiago
Dra. Ariana Cano Corona
Dr. Jorge Cruz Huerta

Universidad Politécnica de Tlaxcala

Dra. Sonia López Rodríguez
Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Dra. Yesica Escobar Ortega
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Mtro. Augusto Meléndez Teodoro
Mtro. Miguel Ángel Cuapio Rodríguez
Mtro. Rafael Palomino González
Mtra. Nancy Tepepa Moreno
Mtra. Fátima Camacho Morales
Mtra. Elena Flores Ávila
Mtro. Joel Castro Ramírez
Mtra. Candy Atonal Nolasco
Mtro. Luis Daniel Rodríguez Sosa
Universidad Politécnica de Tlaxcala

Mtro. Roberto F. Hildalgo Rivas
**Coordinador General de la Red Nacional Actividades Juveniles en Ciencia y Tecnología y Presidente del
Movimiento Internacional para el Recreo Científico y Técnico (MILSET)**

Martín Mauricio Sosa pardo
Coordinador de la RED Expociencias en Tlaxcala

PRÓLOGO

Rosalía Nalleli Pérez Estrada
Rectora de la Universidad Politécnica de Tlaxcala

Leer este libro ha sido de gran placer para mí, porque en los artículos que incluye se encuentra la combinación de la experiencia y la tierna incursión en la ciencia de docentes y estudiantes de educación superior, media superior y de educación básica. También, porque en cada investigación presentada y en cada proyecto se puede observar la colaboración, la inclusión y la propuesta de los 3 niveles educativos participantes de este libro, que lo vuelven único en su tipo. Al leerlo, pareciera que entra uno en un camino de extremos, en el que se pueden conocer los intereses científicos de cada uno de los autores quienes, no importando su nivel de estudios, muestran un amplio compromiso con su entorno social y con su medio ambiente y una gran ocupación por mejorarlos. En los autores podemos descubrir también a observadores y lectores que proponen un mayor uso responsable de los recursos naturales, que se promulgan por la innovación a través de la transformación de lo que está a su alcance y por mejorar la ciencia y su vida misma de una forma responsable.

Por lo que en esta publicación encontramos a investigadores disciplinados que siguen los pasos básicos del método científico y que, desde la observación, el cuestionamiento, la experimentación o el resultado, aportan grandes conocimientos para quien los lea, deduciendo que para la ciencia no existe edad. Además, al incluir una infinidad de temas, se abren muchas posibilidades para que cualquier lector o investigador puedan tener nuevas perspectivas de abordaje en la ciencia, y a su vez, darse la oportunidad de profundizar en alguna de las propuestas presentadas en otros contextos, o poder participar, por medio de la cooperación, en la indagación y en los resultados, por lo que el libro nos muestra también, que todos podemos aprender de todos.

Por mencionar algunos de los temas incluidos, encontramos propuestas desde la generación de bioplásticos, en nivel básico, la producción de biogás, a través de biodigestores caseros alimentados con pulque, hasta la elaboración de helado de frijol criollo y sus compuestos bioactivos; o la creación de bicilicadoras o de platos biodegradables, la generación de polvo de aguacate, aulas inteligentes y educación inclusiva para personas con discapacidad visual o películas de biopolímeros de limón, hasta la creación de aplicaciones móviles que pueden resolver un problema como

es dar seguimiento a la ubicación de un camión de basura en cualquier ciudad para seguir un orden social que facilite el avance en la disposición de residuos sólidos. Por todo lo anterior, se vuelve importante resaltar que cada uno de los temas despierta la imaginación a cualquier persona interesada en mejorar su sociedad y le provee de herramientas para tener una vida más fácil, en este mundo del siglo XXI, ya que en cada artículo se identifica cómo los investigadores, iniciales o expertos, muestran su preocupación por mejorar a una sociedad cada vez más informada, y con ideas de cambio en cada momento de su vida. Su secreto quizás es que, ellos se han atrevido primero, a ser observadores de su entorno y a proponer cambios a partir de sus lecturas previas, a seguir una metodología y a experimentar para llegar a una respuesta. Por otro lado, para los investigadores expertos, este libro les presenta diversas áreas de oportunidad que los pueden conducir a la profundización de una investigación más formal, partiendo de problemáticas inmediatas.

Algo más que se puede resaltar de la publicación de este libro es que se vuelve referente ante el compromiso colaborativo científico de quienes escriben en el Estado de Tlaxcala, México; que los lleva a incursionar en un ambiente de tecnología e investigación a nivel nacional e internacional y que es muestra real de que no hay límite de edad para poder incursionar en la ciencia, para investigar o para escribir.

Indudablemente, con este libro se da un gran paso en la educación tlaxcalteca en el año 2024, y se busca que con su lectura, cada vez más estudiantes de todos los niveles educativos del país se atrevan a hacer propuestas basadas en la ciencia, que desarrollen un ojo crítico e innovador, dispuesto a cuestionarse del porqué de las cosas, que se informen, lean, prueben, comprueben, sepan desarrollar pasos a seguir, hacer cambios y compartir lo aprendido de una manera formal, como lo es la escritura.

Finalmente, es importante mencionar que nadie se puede perder su lectura, ya que esta, además de ser ilustrativa, puede ser fuente de inspiración para que miles de estudiantes y docentes de todos los niveles busquen generar ideas desde sus ámbitos cercanos, con productos únicos que se puedan registrar y quizás hasta patentar, ayudando a que México tenga una mayor competitividad, un mejor desarrollo científico y económico que cambie la vida de quienes incursionan en la propuesta.

Introducción

Este libro es una invitación a descubrir el poder transformador del conocimiento cuando se combina con la creatividad juvenil, la metodología de desarrollo de proyectos científicos, la curiosidad incansable y un compromiso genuino con el entorno. A través de experiencias surgidas desde las aulas y espacios educativos en el Estado de Tlaxcala, se presentan proyectos documentados formalmente con base en el estándar de referencia de ExpoCiencias Tlaxcala 2024 y bajo la estructura del método científico.

La obra pretende servir como una plataforma accesible para que jóvenes de todos los niveles educativos, junto con sus asesores académicos, encuentren una ruta metodológica para desarrollar futuros proyectos, estableciendo así soluciones para atender a los desafíos más urgentes de nuestro tiempo. Es así que se presentan soluciones ambientales, innovaciones tecnológicas y sociales. Cada uno de ellos es una muestra clara de que la ciencia puede y debe ser una herramienta cercana, útil y transformadora de nuestra sociedad.

A través de estas páginas, el lector descubrirá que la ciencia está al alcance de quienes se atreven a hacer preguntas, investigar, probar, seguir una metodología y compartir lo aprendido. Los proyectos que aquí se presentan son ejemplos de cómo los jóvenes pueden convertirse en protagonistas del cambio cuando cuentan con el acompañamiento adecuado, la metodología y los espacios para divulgar su conocimiento.

Es un gusto presentarles esta obra Tlaxcala: Ingenio en acción, construyendo soluciones que en el primer y segundo capítulo muestra la documentación de proyectos de las categorías Pandillas Kids y Pandillas Juvenil, con temas como generación de bioplástico, producción de biogás, la implementación de huerto escolar, desarrollo de utensilios con material biodegradable, agroecología urbana y tratamiento de aguas.

En el tercer y cuarto capítulo que corresponden al nivel Medio Superior y Superior incluye proyectos sobre la conservación de la avifauna en la Malinche, tecnología de deshidratación de alimentos, cuidado del agua, biotecnología alimentaria, generación alternativa de energía y de educación; entre otros.

Esta obra no solo busca divulgar la aplicación metodológica del conocimiento para el desarrollo de propuestas de solución basadas en la ciencia, sino que pretende inspirar a más estudiantes a creer en su potencial, mover a más docentes para que sigan acompañando con pasión por la ciencia a sus estudiantes y motivar a más instituciones a abrir caminos para el conocimiento.

Bienvenidas y bienvenidos a este recorrido por las ideas de jóvenes que están imaginando y construyendo el futuro desde Tlaxcala.

CAPÍTULO I

PANDILLAS KIDS

Plástico casero a base de almidón de maíz y residuos orgánicos

Puignau-Hernández, Emilio; Rojas-Garrido, Iker; Osuna-Pacheco, Blanca Esmirna. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo

Pandilla Científica Kids

Área: Divulgación científica

Resumen

A partir de los temas abordados en sexto grado de primaria, surgió la inquietud por conocer más sobre el impacto de los desechos inorgánicos en el medio ambiente, especialmente aquellos derivados del plástico. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2015) se estima que para el año 2030 la producción mundial de plásticos alcanzará los 619 millones de toneladas anuales. Esta cifra llamó la atención de los autores y motivó el presente trabajo para investigar alternativas sostenibles que pudieran aplicarse tanto en el entorno escolar como en el hogar.

Fue así como se proponen los bioplásticos, en especial las bolsas biodegradables. A diferencia de las bolsas de plástico convencionales, que pueden tardar hasta 55 años en degradarse, las bolsas de bioplástico se descomponen en aproximadamente 180 días, gracias a la acción de microorganismos como hongos, bacterias, protozoos y algas. Esta diferencia significativa en el tiempo de degradación es un hallazgo muy relevante, y despertó el interés por promover soluciones ecológicas desde una edad temprana.

Palabras clave

Bioplástico, polímero, plástico, sostenible, residuos orgánicos, Objetivos del Desarrollo Sustentable, almidones, microorganismos, degradación.

Abstract

Based on topics explored in sixth grade, an interest emerged in understanding the environmental impact of inorganic waste, particularly that derived from plastics. According to data from SEMARNAT, global plastic production is projected to reach 619 million tons annually by the year 2030—a figure that caught the authors' attention and inspired this study. The objective was to explore sustainable alternatives that could be implemented both in school settings and at home.

As a result, bioplastics—specifically biodegradable bags—were proposed as a potential solution. Unlike conventional plastic bags, which can take up to 55 years to decompose, bioplastic bags degrade in approximately 180 days, due to the biological activity of microorganisms such as fungi, bacteria, protozoa, and algae. This significant difference in degradation time is a highly relevant finding and has sparked a strong interest in promoting ecological solutions from an early age.

Keywords

Bioplastic, polymer, plastic, sustainable, organic waste, degradation, starches, Sustainable Development Goals, microorganisms.

Introducción

Los problemas ambientales y sus estragos, que vemos a diario en nuestro entorno inmediato y alrededor del mundo, son fenómenos que afectan la calidad de vida de todos los seres vivos del planeta tierra, y al mismo tiempo preocupan y nos invitan a tomar una actitud activa, propositiva y responsable ante estos fenómenos y sus destrozos, particularmente los causados por el excesivo uso de plásticos convencionales que generan contaminación de suelo, aire y agua, dañando el hábitat de especies terrestres, marinas, aves y de los seres humanos.

Marco teórico

Al hacer nuestra investigación sobre los estudios que se han realizado en México y otros países, encontramos datos muy relevantes, que fueron la base a partir de la cual realizamos nuestra experimentación. Un ejemplo es el equipo de científicos del Instituto de Biotecnología (IBt) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que ha desarrollado un tipo de plástico biodegradable fabricado con residuos agroindustriales y ácidos de bacterias modificadas que podrían reemplazar a los plásticos convencionales derivados del petróleo (National Geographic, agosto, 2018).

Los biopolímeros, o bioplásticos, tienen las mismas aplicaciones que el plástico que ya conocemos; pueden usarse como contenedores para guardar alimentos, material de embalaje y se pueden fabricar bolsas de plástico para uso desechable, teniendo la ventaja de que si este tipo de plástico se combina con basura orgánica y se envía a un sistema de composta, el biopolímero será degradado biológicamente por los microorganismos presentes y no se tiene el impacto ambiental dañino que tienen los plásticos convencionales.

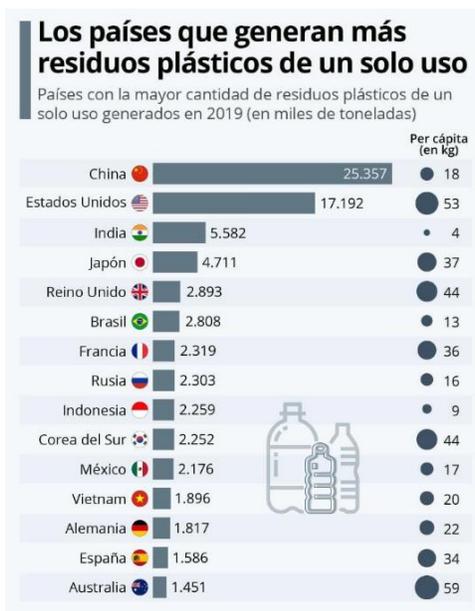
Por otra parte, dentro de la gaceta de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, donde llevan 13 años trabajando en la línea de investigación de la producción de metabolitos secundarios bacterianos, principalmente biopolímeros y antimicrobianos bacterianos, se menciona que en algún momento se podrían llegar a sustituir plásticos sintéticos por otro material biodegradable hecho a base de biopolímeros, lo que puede ocurrir en un mediano plazo, si los gobiernos orillan a las industrias a generar productos y sus envases, en materiales biodegradables (La urgencia de transitar a plásticos biodegradables es cada vez mayor, Dra. María Neftalí Rojas; 30 de agosto de 2023).

Situaciones como la imagen de una tortuga con un popote en la nariz o de peces nadando entre bolsas son un claro ejemplo del problema mayúsculo que han generado los plásticos de un solo uso, del mar se prolonga a las calles, terrenos baldíos, parques, barrancas, ríos, lagos, drenaje, etcétera. Por ello, en años recientes se han buscado soluciones que ataquen este ambiguo problema, ya que, por otro lado, el plástico también vino a solucionar problemas de sanidad, practicidad y almacenaje, por lo que se han buscado alternativas ecológicas al plástico de un solo uso como las resinas BioE que, a través de años de investigación, desarrollo y certificaciones rigurosas, han logrado formulaciones que han impulsado la creación de empaques, películas y bolsas biodegradables. Este material, por ejemplo, ha demostrado ser una alternativa sostenible que reduce drásticamente el tiempo de biodegradación, de 3 a 20 meses, en comparación con los 400 años que tarda el plástico.

Los primeros polímeros utilizados por el hombre eran a base de elementos de la naturaleza como ámbar, goma de laca, gutapercha. Posteriormente, en el siglo XIX, descubrieron diferentes materiales como el caucho, el celuloide y la galatita, cuyos elementos se consideran antecesores de los diferentes plásticos utilizados en la actualidad.

Todos estos plásticos son altamente contaminantes, agregando que en México cada familia en promedio desecha 650 bolsas de plástico al año, cuyo tiempo útil se ha estimado en 15 minutos, mientras que para su degradación se necesitan, como mínimo, 100 años, de ahí la necesidad de investigar y experimentar con plásticos degradables que cumplan con hacer la vida más fácil, garantizando la sustentabilidad, en la línea de los ODS, particularmente el ODS 11 y ODS 13 dentro de la Agenda 2030.

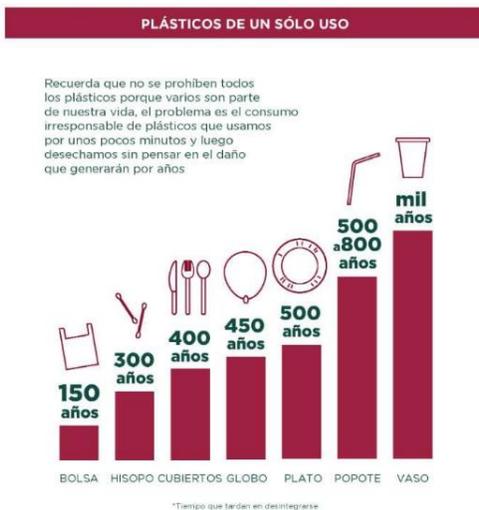
Imagen 1. Países que generan más residuos plásticos.



Fuente. Fundación Mindero

Los estudios sobre el tiempo que tardan en degradarse los diferentes plásticos convencionales también resultan alarmantes:

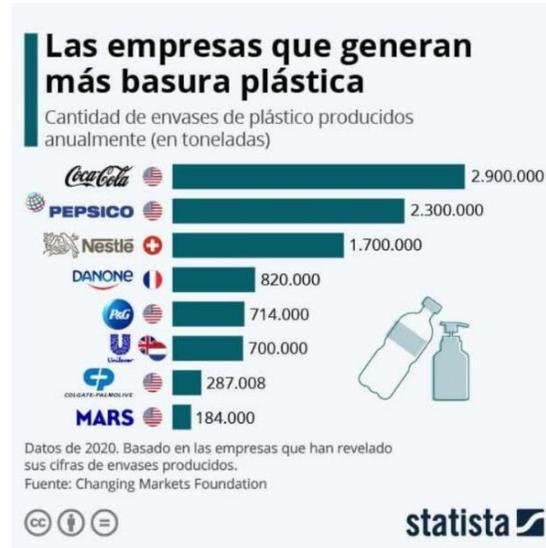
Imagen 2. Tiempo de tardanza en degradación de los plásticos.



Fuente. ONU Medio Ambiente.

Las prácticas consumistas de las diferentes sociedades alrededor del mundo, promovidas a través de la publicidad en diferentes medios electrónicos y gráficos resultan alarmantes, por los estragos ambientales que actualmente se viven en el planeta.

Imagen 3. Empresas generadoras de basura plástica.



Fuente. Changing Markets Foundation.

Metodología

Este trabajo se apegó al método científico, atendiendo a cada uno de los pasos, desde la observación del problema, la generación de preguntas e investigación, la experimentación, con diferentes insumos elaborando plástico biodegradable.

Imagen 1. Primeros experimentos.



Fuente. Autoría propia.

A través de la experimentación y observación detectamos que los primeros bioplásticos que elaboramos no cumplían con la resistencia, lo que nos llevó a seguir experimentando, hasta lograr el producto que presentamos en ExpoCiencias.

Imagen 2. Segundas muestras de bioplástico.



Fuente: Autoría propia.

En una segunda fase del proceso de experimentación se mejoró la fórmula agregando grenetina natural y residuos orgánicos para lograr mayor resistencia.

Imagen 3. Muestras de bioplástico.



Fuente: Autoría propia.

Se continua con la investigación y experimentación, ya que consideramos que este proyecto de divulgación científica, tiene mucho campo de acción, ya que es urgente reducir el uso de plásticos convencionales, aunado a los avances legislativos en la materia como La Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal a través de la cual, se prohibió la utilización de bolsas de plástico de un solo uso a partir del 1 de enero de 2020, mientras que para el 1 de enero de 2021 también quedaron prohibidos otros productos plásticos desechables, como tenedores, cucharas, cuchillos, popotes, platos, palitos mezcladores, vasos y sus tapas, charolas para transportar alimentos, entre otros cuyo diseño sea para un solo uso, así como a nivel federal: el 18 de noviembre de 2021 el pleno del Senado de la República aprobó un dictamen que reforma la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) en el tema de plásticos de un solo uso. Estados con leyes con prohibición de plásticos en México.

Dichas reformas están encaminadas a reforzar la prevención de la generación, minimización, separación, recolección, aprovechamiento, valorización, acopio y gestión integral de los residuos plásticos, ya que se prevé la eliminación total de los plásticos de un solo uso para 2025, exceptuando aquellos que no pueden ser sustituidos por otros materiales, y plantea prohibir su uso, consumo, comercialización, distribución o ingreso en áreas naturales protegidas o insulares.

Todo esto nos ha motivado a seguir trabajando en este proyecto y buscar nuevos insumos para generar bioplástico para sectores como el médico, de la construcción, textil, mueblero y en la fabricación de juguetes, entre otros.

Imagen 4. Revisando pruebas de bioplástico.



Fuente: Autoría propia.

Resultados y discusión

El proyecto del bioplástico casero a base de almidón de maíz y residuos orgánicos, así como los resultados que obtuvimos ha sido motivador para nosotros, nuestros compañeros de clase y nuestras familias. Sin embargo; es necesario buscar materias primas del entorno local, que por sus características puedan ser utilizadas para producir este tipo de plásticos. Empezar este tipo de proyectos ambientales para que se promueva una práctica sustentable y accesible desde casa y colegio. Es necesario a la par de esta propuesta, promover una cultura para disminuir el uso de plásticos, difundir las leyes que se vayan generando para apoyar este fin y al mismo tiempo emprender acciones para hacer que los organismos reguladores gubernamentales y no gubernamentales, así como la sociedad civil, asuman un compromiso y responsabilidad social.

Conclusiones

Tal como lo establece la UNESCO, la educación tiene un papel determinante para la consecución de los objetivos de la Agenda 2030. Ante este principio, el proyecto de elaboración de plástico casero a través de almidón de maíz y residuos orgánicos que hemos emprendido en nuestro Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo, se convirtió en una herramienta pedagógica para que nuestros compañeros hicieran propuestas y trabajaran en favor del logro de los ODS de la agenda 2030.

Hemos compartido nuestro proyecto con los alumnos y sus familias en el Colegio, con el fin de mostrar las bondades del bioplástico y la urgente necesidad de disminuir y erradicar el uso de plásticos de uso único, dados los estragos ambientales que genera su uso. Los resultados que obtuvimos nos motivan a continuar investigando y experimentando con materiales locales que por sus características contribuyan a la producción de bioplástico para diferentes usos.

En la siguiente fase del proyecto, experimentamos con materiales del entorno local para producir bioplástico, y elaborar cucharas, tenedores, cuchillos y platos, es decir, utilizar el bioplástico para productos que tengan una alta demanda social, esto por un lado, por otro, consideramos trabajar en la difusión de las normas del país, estado y municipio, referentes al uso del plástico, así como hacer una campaña para que las normas se hagan realidad y vayamos contribuyendo a la toma de conciencia ambiental, con base en el logro de los ODS de la agenda 2030, particularmente los objetivos 11, ciudades y comunidades sostenibles y 13, acción por el clima.

Referencias

Reyna Toresano, P. (s.f.). Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz. Escuela Especializada de Ingeniería; ITCA.

Unmü Rig, B. (2021). Vivir sin plástico (Zenith). Berlín, marzo de 2021.

Luna Fernández, A. (2020). La era del plástico. Ediciones Guadalmazán.

García Ruiz, A. (2009). Repensar el consumo. Ediciones Internacionales Universitarias.

Ramírez Samaniego, D. P. (2019). El principio de culpabilidad y su relación con el medio ambiente. Revista Electrónica de Medioambiente.

Sostenibilidad. (s.f.). Qué son los bioplásticos.

<https://www.sostenibilidad.com/medioambiente/quesonlosbioplasticos/>

Infinitia Research. (s.f.). Bioplásticos: La solución sostenible del futuro.

<https://www.infinitiaresearch.com/noticias/bioplasticos-definicion-tipos-ventajas/>

BBVA OpenMind. (s.f.). Bioplásticos: Una alternativa sostenible al plástico convencional.

<https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/investigacion/bioplasticos-alternativa-sostenible-al-plastico-convencional/>

Reducir, reutilizar, reciclar. (s.f.). ¿Sabes cuánto tarda una bolsa biodegradable en degradarse?

<https://reducereutilizarecicla.org/cuantotarda-una-bolsabiodegradable-endeegradarse/>

Agencia Iberoamericana para la difusión de la Ciencia y la Tecnología. (s.f.). Plástico biodegradable hecho a base de almidón de maíz.

<https://www.dicyt.com/noticias/plastico-biodegradable-hecho-a-base-de-almidon-de-maiz>

En 15 días. (s.f.). Regulación de plásticos en México. <https://en15dias.com/politica-ambiental/estados-con-leyes-con-prohibicionde-plasticos-en-mexico/>

Statista. (s.f.). Países con la mayor cantidad de residuos plásticos de un solo uso generados.

<https://es.statista.com/grafico/25010/paises-con-la-mayor-cantidad-de-residuos-plasticos-de-un-solo-uso-generados/>

Ecología Verde. (s.f.). ¿Cuánto tarda en degradarse el plástico? <https://www.ecologiaverde.com/cuanto-tarda-en-degradarse-el-plastico-2693.html>

Infonegocios. (s.f.). La empresa que genera más basura plástica produce 92 kg por segundo: ¿Cuáles son y qué están haciendo las empresas para cambiar sus envases? <https://infonegocios.info/enfoque/la-empresa-que-genera-mas-basura-plastica-produce-92-kg-por-segundo-cuales-son-y-que-estan-haciendo-las-empresas-para-cambiar-sus-envases/>

E-tepsa. (s.f.). Bioplásticos para el envasado de alimentos. <https://www.e-tepsa.com/bioplasticos-para-el-ensado-de-alimentos/>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2015). Informe de la situación del medio ambiente en México. Edición 2015. SEMARNAT.

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf

Producción de biogás a través de un biodigestor casero alimentado con pulque

Palacios-González, Constanza; Tlapale-Pérez, Karol Itzel; Osuna-Pacheco, Blanca Esmirna. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo

Pandilla Kids

Área: Divulgación científica

Resumen

Los problemas ambientales que enfrenta el planeta —como el calentamiento global, el cambio climático y la contaminación de suelo, aire y agua— tienen efectos directos sobre la vida de los seres vivos y deterioran los ecosistemas, reduciendo la calidad de vida. A ello se suma un modelo de consumo excesivo que incrementa la generación de residuos. Frente a este panorama, surgió el interés por identificar acciones sustentables que pudieran implementarse desde el entorno familiar y que fueran viables tanto en contextos urbanos como rurales.

Como respuesta, se desarrolló un proyecto de investigación enfocado en el diseño y construcción de un biodigestor de flujo discontinuo, con el objetivo de generar biogás a partir de residuos orgánicos domésticos, estiércol de borrego y pulque. Esta alternativa busca aprovechar los desechos orgánicos como fuente de energía limpia, promoviendo prácticas sostenibles accesibles y de bajo costo.

Palabras clave

Biodigestor, sustentabilidad, biogás, biomasa, desechos orgánicos.

Abstract

The environmental challenges faced by the planet—such as global warming, climate change, and the pollution of soil, air, and water—have direct effects on all living beings and contribute to ecosystem degradation, ultimately reducing the quality of life. These issues are further exacerbated by excessive consumerism, which increases waste generation.

In response to this situation, a research project was developed with the aim of designing and constructing a batch-flow biodigester to produce biogas from household organic waste, sheep manure, and pulque. This initiative seeks to harness organic waste as a clean energy source, promoting sustainable, low-cost practices that are accessible in both urban and rural settings.

Key Words

Biodigester, sustainability, biogas, biomass, organic waste.

Introducción

La actual crisis energética causada por el agotamiento de los combustibles fósiles ha generado gran interés por nuevas propuestas sustentables, como lo es el biodigestor, debido al bajo costo en su implementación, su sencilla construcción, fácil manejo, cuidado y disposición de los residuos orgánicos. Esta propuesta, para el aprovechamiento de la materia orgánica generada en las casas, es una práctica sustentable que genera combustible limpio y sostenible, como el biogás. Con este biocombustible se puede lograr un manejo responsable y eficiente con los residuos, ya que con la digestión anaeróbica de los desechos orgánicos y las heces de borrego que se genera en el biodigestor al recibir estos desechos, se procesa por bacterias que descomponen los purines generando el biogás.

Marco teórico

Los registros históricos mencionan que los primeros datos de este gas se remontan al año 1600, cuando varios científicos identificaron este gas como el que proviene de la descomposición de la materia orgánica.

En 1890, en la India se construyó el primer biodigestor donde se produce biogás. Para 1896 las lámparas del alumbrado público de Exeter, Inglaterra, funcionaban con este gas que se recogía de los digestores que fermentaban los lodos de las cloacas de la ciudad.

Al concluir las dos guerras mundiales, en Europa comenzaron a extenderse las llamadas fábricas productoras de biogás; en estas fábricas se creaba biogás para emplearlo en los automóviles de la época.

La difusión del biogás se vio dificultada por el fácil acceso y el rendimiento que tenían los combustibles fósiles y, tras la crisis energética de los años 70, se reinició de nuevo la investigación y el desarrollo del biogás en todos los países del mundo, siendo más centrada en los países latinoamericanos.

Durante los últimos 20 años, el desarrollo del biogás ha tenido muchos avances importantes gracias a los descubrimientos sobre el proceso microbiológico y bioquímico que actúa en él y gracias a la investigación del comportamiento de los microorganismos que intervienen en las condiciones anaeróbicas. El biogás se define como “Gas que se produce por la conversión biológica de la biomasa como resultado de su descomposición”. (SENER, 2014)

"Biogás" un gas producido por la digestión anaerobia de diferentes formas de la materia orgánica y se compone principalmente de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). Las materias primas típicas para la producción de biogás son el estiércol, las aguas residuales, los residuos de la producción de cultivos (paja o rastrojo), la fracción orgánica de los residuos procedentes de los hogares y la industria, así como los cultivos energéticos, incluyendo el maíz y el ensilado de hierba.

Se entiende como biomasa: “Cualquier materia orgánica de origen biológico reciente que haya derivado de animales y vegetales como resultado del proceso de conversión fotosintético.” (DOF, 2014). Como podemos ver el biogás es una de las alternativas sustentables para los hogares, comunidades rurales y urbanas, así como para la industria, que por fortuna está siendo utilizada como una alternativa viable.

Imagen 1. Composición química de biogás.

Componente	Concentración
Metano (CH ₄)	50-75 %(vol)
Dióxido de carbono (CO ₂)	25-45 %(vol)
Vapor de agua (H ₂ O)	2-7 %(vol)
ácido sulfhídrico (H ₂ S)	20-20.000 ppm
Nitrógeno (N ₂)	< 2 %(vol)
Oxígeno (O ₂)	< 2 %(vol)
Hidrógeno (H ₂)	< 1 %(vol)

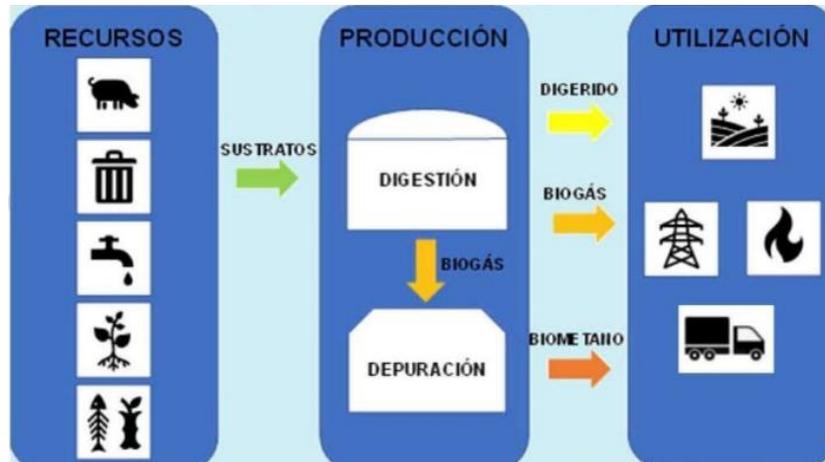
Gases presentes en el biogás

Fuente: Consultado en rembio.org.mx.

Los usos, aplicaciones y beneficios más destacados del biogás son:

1. El uso más simple del biogás es para la obtención de energía térmica (calor).
2. Para mejorar la eficiencia global de utilización de biogás, plantas de cogeneración son de uso frecuente.
3. Para usarse en vehículos que se han acondicionado para el funcionamiento con gas natural.
4. Contribuir al desarrollo de un suministro de energía sostenible y mejorar la seguridad energética en el largo plazo.
5. El biogás producido de forma sostenible puede reducir significativamente gases de efecto invernadero “GEI”.

Tabla 1. Usos del biogás.



Fuente: Consultado en IDEA.

El biogás es la única energía renovable que puede usarse para cualquiera de las grandes aplicaciones energéticas: eléctrica, térmica o como carburante, de ahí su importancia.

Metodología

Este trabajo se apegó al método científico, desde la observación del problema, la generación de preguntas e investigación, la experimentación, la construcción que hicimos del primer biodigestor, hasta la segunda versión que busca pasar a un proceso más eficiente para la producción de biogás y que actualmente continúa en la fase experimental. A través de la observación se detectó que en nuestras casas y en la cafetería del colegio se generan y tiran cantidades considerables de desechos orgánicos, lo que nos llevó a pensar e investigar en formas de darles un uso práctico que contribuyera al desarrollo sustentable.

Se investigaron diferentes alternativas para darle uso a los desechos orgánicos; decidimos por un biodigestor, ya que podríamos transformar los desechos en biogás y utilizarlos posteriormente como abono orgánico para los cultivos. En la primera fase del proyecto se empezó recolectando los desechos orgánicos, así como los materiales para hacer el biodigestor en la primera versión.

Imagen 1. Recolección de materia prima



Fuente: Autoría propia.

Imagen 2. Preparación de las materias primas.



Fuente: Autoría propia.

Imagen 3. Residuos orgánicos dentro del contenedor.



Fuente: Autoría propia.

En la segunda fase, aplicamos la teoría investigada junto con la experiencia del primer biodigestor.

Imagen 4. Agregado de agua, pulque y sellado del segundo biodigestor.



Fuente: Autoría propia.

Resultados y discusión

Los resultados que se obtuvieron fue la construcción de un primer biodigestor; así como una segunda versión, agregando un contenedor de mayor capacidad, válvulas y se le agregó pulque para acelerar el proceso de descomposición y así la producción de biogás fue más rápida. Posteriormente se conectó una manguera de gas entre el biodigestor y una parrilla, para calentar agua. Despertó nuestro interés por la investigación y difusión de estas prácticas sustentables que se pueden llevar a cabo desde nuestros hogares y en la escuela, así como proponer a las autoridades locales el uso de estas estrategias para beneficio de toda la comunidad.

Conclusiones

El proyecto científico biodigestor casero se convirtió en una herramienta pedagógica para que los niños conocieran, hicieran propuestas y trabajaran en favor del logro de los ODS de la agenda 2030. La construcción del primer y segundo bio digestor, nos ha dado la oportunidad de reflexionar y compartir con nuestras familias y compañeros de clase, sobre esta alternativa, que tal como lo hemos investigado y experimentado, es viable y puede beneficiar a muchas familias y comunidades.

Para la hipótesis: "La generación de biogás a través de un biodigestor casero contribuye a la producción de energías limpias y una vida autosustentable"; no establecimos herramientas eficaces de medición, y la producción de biogás, aún no es suficiente para lograr una medición objetiva, por lo que continuaremos en la segunda fase, mejorando estos aspectos.

Referencias

Secretaría de Educación Pública (SEP). (2017). Aprendizajes clave.

(s.f.). Manual del uso del biodigestor. Santa Fe.

(s.f.). Reporte de inteligencia tecnológica: Biocombustibles gaseosos.

FAO. (s.f.). Guía teórico-práctica sobre el biogás y los biodigestores.

Xercavins, J., Cayuela, D., Cervantes, G., & Sabater, A. (Eds.). (s.f.). Desarrollo sostenible (Aula Politécnica / Ciencia, Cultura y Sociedad). Ediciones UPC.

(s.f.). Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América. Recuperado de <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD003593.pdf> (s.f.).

Saber más: Revista de divulgación; Primer biodigestor en México. Recuperado de <https://www.sabermas.umich.mx/secciones/enterate/515-primer-biodigestor-en-mexico.html>

Gobierno de la Ciudad de México. (s.f.). Prueba piloto, biodigestor. Recuperado de <http://www.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/iniciara-pruebas-planta-piloto-y-biodigestor-en-milpa-alta-generara-biogas-composta-y-agua>

La Jornada. (2023, septiembre 17). Genera la Central de Abasto 32 mil toneladas al año de desperdicios. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/notas/2022/05/03/capital/genera-la-central-de-abasto-32-mil-toneladas-al-ano-de-desperdicios/>

Gobierno de México. (s.f.). ¿Gas y electricidad con basura en la Central de Abasto? Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/gas-y-electricidad-con-basura-en-la-central-de-abasto>

Crónica. (s.f.). En promedio, cada persona genera diario 994 gramos de basura en México: CRIM-UNAM. Recuperado de <https://www.cronica.com.mx/academia/promedio-persona-genera-diario-kilo-basura-mexico-crim-unam.html>

Albella, J. M. (1996). Fundamentos de electrónica física y microelectrónica. Addison Iberoamericana (USA).

Smith, J., & Brown, L. (2018). Applications of deep learning in medical diagnosis. *Journal of Medical AI*, 15(3), 123–145. <https://doi.org/10.1234/jma.2018.0153>

Zhao, Y., & He, Q. (2020). Deep learning for cardiac disease detection from ECG data. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 67(4), 1123–1134. <https://doi.org/10.1109/tbme.2020.2998765>

Huerto escolar de frambuesas en la primaria UPAEP

Arciniega-Flores, Alejandro; Carro-Vera, Valentina; Casoli-Cuatepotzo, Iker André; Osuna-Pacheco, Blanca Esmirna.
Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo

Pandilla Kids

Área: Divulgación de la Ciencia

Resumen

A partir de los contenidos relacionados con el cuidado de la salud y la alimentación saludable abordados en la educación primaria y considerando las carencias en estos ámbitos, acentuadas durante la pandemia por COVID-19, estudiantes de sexto grado llevaron a cabo una investigación sobre frutos con alto valor nutricional y propiedades medicinales que fortalecen el sistema inmunológico. Entre los frutos analizados se encontraron el limón, la naranja, la mandarina, la guayaba, las moras, la frambuesa, la uva morada, la papaya y la granada, con el objetivo de establecer un huerto escolar que contribuyera a mejorar la nutrición y fomentar la agricultura sostenible.

Tras el análisis, se seleccionó la frambuesa por cumplir con las características deseadas. La investigación reveló que las condiciones de suelo y clima requeridas para su cultivo eran compatibles con las del entorno escolar, y que el periodo entre la siembra y la primera cosecha era de seis a siete meses. A partir de ello, se inició la búsqueda de plantas en la región para comenzar la instalación del huerto escolar.

El proyecto promueve el consumo del fruto fresco, la preparación de alimentos a base de frambuesa, y el aprendizaje de técnicas de conservación como la elaboración de mermeladas, salsas y el secado de hojas para la preparación de infusiones. Asimismo, se impulsa la siembra doméstica para el autoconsumo, integrando así prácticas sostenibles con beneficios nutricionales y educativos.

Palabras Clave

Huerto escolar, frambuesa, nutrimental, medicinal, agricultura sostenible, técnicas de conservación alimentaria.

Abstract

Based on primary education content related to health care and healthy eating, and considering the deficiencies in these areas, which were heightened during the COVID-19 pandemic, sixth-grade students conducted research on fruits with high nutritional value and medicinal properties that support the immune system. Among the fruits analyzed were lemon, orange, mandarin, guava, blackberry, raspberry, purple grape, papaya, and pomegranate. The goal was to establish a school garden that would contribute to improved nutrition and promote sustainable agriculture.

Following the analysis, raspberry was selected for its favorable characteristics. The research indicated that the soil and climate requirements for its cultivation were compatible with the school's environment, and that the time from planting to the first harvest was approximately from six to seven months. Consequently, efforts began to source raspberry plants locally to initiate the school garden.

The project encourages the consumption of fresh fruit, the preparation of raspberry-based dishes, and the learning on preservation techniques such as making jams, sauces, and drying leaves for teas and infusions. Additionally, it promotes home cultivation for self-consumption, thereby integrating sustainable practices with both nutritional and educational benefits.

Key Words

School garden, raspberry, nutritional, medicinal, food preservation techniques, sustainable agriculture.

Introducción

La necesidad de satisfacer su prioridad alimentaria ha llevado desde la prehistoria al ser humano, a la búsqueda constante de plantas que satisfagan esta necesidad. En los tiempos actuales, esta actividad continua vigente, particularmente después de la experiencia con la pandemia por COVID-19, esta práctica cobra mayor relevancia, ya que se busca que los alimentos contribuyan al bienestar de las personas y las familias, las cuales repensaron sus prácticas alimentarias.

La amenaza que vive la sociedad por las consecuencias del cambio climático, la crisis social y económica postpandemia invita a reflexionar, analizar y buscar alternativas que contribuyan al logro de los ODS de la agenda 2030. Desde los colegios podemos contribuir a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible a través de los huertos escolares, ya que la agroecología en las escuelas es una herramienta fundamental a tener en cuenta para el desarrollo de la educación para la ciudadanía global y aterrizaje de los ODS en los centros educativos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), propone la construcción de huertos escolares como un recurso de enseñanza aprendizaje en educación básica. Ya que a través de esta estrategia se promueve el aprendizaje sobre huertos, salud y nutrición, se favorece una actitud positiva y de esparcimiento, niños sanos, una concientización ambiental, así como beneficios para la escuela y la comunidad y en último momento la comercialización y los ingresos.

La intención educativa de los huertos escolares es demostrar cómo puede lograrse y despertar la conciencia sobre cuestiones de nutrición; fomentar el gusto por alimentos nutritivos, y conseguir que los niños y sus familias cultiven y cocinen una mayor variedad de alimentos y constituir un estímulo para concienciar a los niños y a sus familias sobre qué es una dieta sana, entre otras.

La valoración y el respeto por el entorno inicia en el hogar, y también en la escuela; el entorno escolar contiene elementos del medio ambiente natural, el medio físico y el entorno social, todos ellos en contacto cotidiano con el mundo exterior; la concienciación de los niños sobre estos entornos y de la manera en que aprendan a tratarlos les ayudará a convertirse en adultos responsables.

Existen en el mundo diversas experiencias de huertos escolares que han contribuido a la salud alimentaria de sus participantes y la sociedad en general. El emprendimiento de este proyecto busca generar conciencia ambiental en los estudiantes y sus familias, que los chicos aprendan a preparar el terreno, plantar, cuidar y cultivar frambuesa, una vez que investigan sus valores nutricionales y medicinales, dadas las bondades de la planta, así como diversas formas de prepararlas para su consumo y conservación, por un lado y por otro los beneficios del té de hoja de frambuesa.

Marco teórico

Los pueblos originarios han desarrollado un conjunto de prácticas y conocimientos sobre el cuerpo humano, la convivencia con los demás seres humanos y con la naturaleza; de ahí que mucha de la fuerza y capacidad de sobrevivencia de estos pueblos se debe a la eficacia de sus sistemas de salud tradicionales. La medicina herbaria se utiliza desde tiempos remotos para curar o aliviar las enfermedades, dando lugar a los fitofármacos, y es apreciada por su bajo costo y por los reducidos índices de toxicidad, en comparación con los productos (Pascual Casamayor et al., 2014).

En la actualidad, los huertos escolares son una posibilidad ante la necesidad urgente de mejorar la seguridad alimentaria, proteger el medio ambiente, mantener los medios de subsistencia y la nutrición, además, éstos pueden convertirse en un punto de partida para la salud en la seguridad de un país, al mismo tiempo que los niños y jóvenes aprenden sobre naturaleza, agricultura y nutrición.

Al concluir las investigaciones que se realizaron sobre los valores nutricionales, medicinales y requerimientos agroecológicos de limones, naranjas, mandarinas, guayabas, moras, frambuesas, uvas moradas, papaya, y granada, se eligió la frambuesa por los muchos beneficios entre los que destaca el ácido elálgico, que es muy beneficioso para la prevención de ciertos tipos de cáncer, sus altos niveles de vitamina C, calcio, fósforo, carbohidratos y su alto contenido de potasio son buenas para la salud cardiovascular. Su alto contenido en fibra, más que otras frutas, ayuda a regular el tránsito intestinal y prevenir el estreñimiento.

Las frambuesas, al igual que la mayoría de bayas, poseen diferentes tipos de polifenoles antioxidantes, entre ellos los flavonoides, que son un grupo diverso de fitonutrientes, que se encuentran en muchas frutas y verduras, son poderosos antioxidantes, con características antiinflamatorias que asisten al sistema inmunológico, así como las antocianinas, que son un grupo de pigmentos de color azul, violeta y rojo intenso que se encuentran en algunas plantas, frutas, flores y vegetales, como las fresas, arándanos, frambuesas y berenjenas, entre otros cuyo principal beneficio es que actúan como antioxidantes, por lo que ayudan a disminuir el estrés oxidativo y a prevenir el surgimiento de diversas enfermedades crónicas.

Aunado a esto, están los requerimientos agronómicos de la frambuesa (*Rubus idaeus*), suelo de textura franco-arenosa, con pH comprendidos entre 5.5 y 6.5. La dotación hídrica adecuada para su desarrollo es de 700 - 900 mm anuales. Las precipitaciones al principio del cultivo favorecen el crecimiento del fruto. La temperatura óptima para su buen desarrollo es de entre 14 y 19 °C.

El cultivo específico de la frambuesa como un fruto con alto valor nutrimental y medicinal se volvió más popular a partir de la pandemia, por sus propiedades antioxidantes y astringentes. Además, que las condiciones de la tierra y el clima que se requieren, favorecen su plantación en nuestro entorno escolar, es por eso que se eligió este fruto para iniciar el huerto escolar, podemos ver a través de esta tabla el valor nutritivo de la frambuesa.

Tabla 1. Tabla nutricional de la frambuesa.

Contenido por 100 gramos de sustancia comestible (Valores aproximados, pueden existir ligeras variaciones en función del origen y variedad analizada)			
Energía (Kcal)	40	Sodio (mg)	3
Proteínas (g)	1.4	Potasio (mg)	170
Lípidos totales (g)	0.3	Fósforo (mg)	31
Hidratos de carbono (g)	4.6	Selenio (µg)	1.3
Fibra (g)	6.7	Vitamina B6 (mg)	0.06
Agua (g)	87	Folatos (µg)	33
Calcio (mg)	25	Vitamina C (mg)	32
Magnesio (mg)	19	Vitamina A (µg)	1
Zinc (mg)	0.3	Vitamina E (mg)	0.48

Fuente. Consultada en herbazest.com

Dentro de los beneficios de consumir té del frambueso destacan los siguientes:

1. Al ser una fuente rica de potasio, resulta una bebida ideal para reducir la presión arterial y proteger el sistema cardiovascular.
2. Cuenta con propiedades antiinflamatorias que permiten aliviar dolores estomacales y prevenir el estreñimiento.
3. Desde la antigüedad, esta bebida se ha utilizado para estimular la fertilidad en hombre y mujeres, pues ayuda a equilibrar los niveles hormonales.

Este proyecto se centró en el consumo del fruto fresco y a través de diferentes platillos, así como en la toma de té de hojas para disminuir los dolores menstruales.

Metodología

Este trabajo se apegó al método científico, atendiendo a cada uno de los pasos, desde la observación del problema, la generación de preguntas e investigación, la experimentación, plantando frambuesa, cuyo suelo y clima de San Pablo Apetatitlán, Tlaxcala; donde se desarrolla este proyecto, ha resultado óptimo para este tipo de cultivo que actualmente está en la primera fase, la cual inició en enero y concluye en noviembre del presente año, con la poda de las plantas para que estas entren en un estado de reposo.

A través de la observación se detectó un espacio dentro de la escuela, que podría ser utilizado para un huerto escolar. Se investigaron diferentes plantas y se optó por las frambuesas, por su alto valor nutrimental y medicinal, así como la accesibilidad para su plantación, cuidado y cosecha. Se empezó con el acondicionamiento del terreno, que consistió en limpiarlo, quitarle hierbas y piedras y emparejarlo, posteriormente se consiguieron las plantas listas para siembra con un productor local.

Imagen 1. Preparación del terreno



Fuente. Autoría propia.

En una primera fase del proyecto, se preparó la tierra, con composta de plantas, que compramos con el productor de frambuesa y el abono de borrego fue donado por un padre de familia, ya listo para su uso, y se realizó la plantación de 40 plantas.

Imagen 2. Materiales para plantar e iniciar el huerto escolar.



Fuente. Autoría propia.

Imagen 3. Plantación de frambuesa en el huerto escolar.



Fuente. Autoría propia.

De las 40 plantas que se plantaron, todas fructificaron, con diferente nivel de producción; en promedio una planta dio 200 gramos de frambuesa durante la temporada. Se continuó con el cuidado de las plantas, el riego cada tercer día, echando un litro de agua por planta en el periodo de floración y riego diario con la misma cantidad de agua en la temporada de fructificación, así como la limpieza del huerto cada semana, el cual consistió en el deshierbe del huerto.

Imagen 4. Mantenimiento del huerto escolar de frambuesa.



Fuente: Autoría propia.

Imagen 5. Limpieza del huerto escolar.



Fuente: Autoría propia.

Se siguió con la investigación sobre las propiedades nutricionales y medicinales del fruto de frambuesa, así como las del té de hojas del frambueso. Se empezó a utilizar el té para los dolores provocados por cólico menstrual, la persona encargada de enfermería nos apoyó llevando un registro de las niñas a quienes se le proporcionó té, durante un periodo de seis meses tomaron té 48 niñas, de las cuales 36 de ellas reportó reducción de sus dolores menstruales, lo que representa un 75 %. Una vez que empezó a florear la planta, se inició con el corte de hojas de la parte inferior de los tallos de la planta, para fortalecer el desarrollo del fruto y sus nutrientes.

Imagen 6. Deshoje en el tallo inferior de la planta, para mayor aprovechamiento de nutrientes del fruto.



Fuente: Autoría propia.

Cuando se tuvieron los primeros frutos se realizó la cosecha.

Imagen 7. Cosecha de frambuesa en el huerto escolar.



Fuente: Autoría propia.

Se realizaron varias recetas a base de frambuesa fresca, así como técnicas de conservación en mermelada, salsa, vinagreta y aderezo, a través de métodos tradicionales, indagados con las familias de los estudiantes.

Imagen 8. Elaboración y degustación de platillos a base de frambuesa.



Fuente. Autoría propia.

Resultados y discusión

Los resultados que se obtuvieron fue la instalación del huerto de frambuesa en un área específica del patio del colegio; la utilización de las hojas frescas para té e infusión; secado, triturado y envasado de la hoja seca; elaboración de gelatinas, galletas, panqué, ensalada con frambuesa y conservación del fruto a través de mermelada y salsa.

Conclusiones

Tal como lo establece la UNESCO, la educación tiene un papel determinante para la consecución de los objetivos de la Agenda 2030; ante este principio, el Huerto Escolar de Frambuesas Primaria UPAEP, se convirtió en una herramienta pedagógica para que los niños conocieran, hicieran propuestas y trabajaran en favor del logro de los ODS de la agenda 2030.

El huerto, así como el trabajo que se viene realizando en él, desde enero a la fecha ha motivado, hasta ahora a 10 de las 200 familias que conforman la comunidad escolar de Educación Básica UPAEP Plantel San Pablo., lo que representa un 5 %; un avance considerable para el poco tiempo que llevamos trabajando con este proyecto. Para la hipótesis: “El consumo de frambuesa contribuye con los requerimientos nutrimentales de las personas y mejora las condiciones de salud de las familias”, no establecimos herramientas eficaces de medición, y la producción de nuestro huerto aún no es suficiente para lograr una medición objetiva, por lo que continuaremos en la segunda fase, mejorando estos aspectos.

Referencias

FAO, ONU. (2006). Crear y manejar un huerto escolar. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO, ONU. (2009). El huerto escolar como recurso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas del currículo de educación básica. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Morales, A. C. G. (Ed.). (2017). Manual de manejo agronómico del frambueso.

Secretaría de Educación Pública (SEP).

CAPÍTULO II

PANDILLAS JUVENIL

Coco-utensilios: Aprovechando desecho orgánico para utilizarlo como platos

Cahuantzi-de la Fuente, Fátima Ximena; Sánchez-Flores, Nayar; González-Macías, Yazmina Alejandra. Colegios Altum de México.

Juvenil

Área: Medio Ambiente

Resumen

Durante décadas, la contaminación ambiental causada por residuos sólidos plásticos ha representado un problema de alcance global. En los últimos años, esta situación ha cobrado mayor relevancia y ha generado una creciente conciencia social sobre los efectos negativos que puede provocar a corto y mediano plazo. Ante esta problemática, surge una alternativa innovadora: la fabricación de platos desechables a partir de cáscara de coco, con el objetivo de reducir la contaminación plástica y promover una mejor gestión de los residuos orgánicos. La propuesta se basa en el aprovechamiento de la cáscara de coco —subproducto comúnmente desechado por la industria— como materia prima para elaborar platos biodegradables y compostables. Este material se tritura y se combina con aglutinantes naturales para dar forma a utensilios que conservan características funcionales similares a los platos desechables convencionales, pero con un enfoque sostenible y respetuoso con el medio ambiente. El desarrollo del proyecto contempla la optimización de la mezcla de materiales, así como los procesos de moldeado y secado, con miras a establecer una alternativa viable de producción ecológica que contribuya a la reducción del impacto ambiental.

Palabras Clave

Coco utensilios, aglutinantes, contaminación por plásticos.

Abstract

For decades, environmental pollution caused by plastic solid waste has represented a global challenge. In recent years, this issue has gained increased attention, fostering greater social awareness of the negative effects it can cause in the short and medium term. In response to this problem, an innovative alternative has emerged: the production of disposable plates made from coconut shells, aimed at reducing plastic pollution and promoting improved organic waste management. The proposal is based on the utilization of coconut shells a byproduct commonly discarded by the industry as raw material for manufacturing biodegradable and compostable plates. The material is ground and combined with natural binders to form utensils that retain functional characteristics similar to conventional disposable plates, but with a sustainable and environmentally friendly approach. The project development involves optimizing the material mixture, as well as the molding and drying processes, with the goal of establishing a viable ecological production alternative that contributes to reducing environmental impact.

Key Words

Coconut utensils, binders, plastic pollution.

Introducción

La creación de platos empleando cáscara molida de coco es una opción sostenible en la producción de utensilios de cocina, considerando que su uso es muy común y al hacerlo con desechos orgánicos permite la reducción de material contaminante y la reducción del impacto ambiental.

Este proyecto surge por la necesidad de reducir la contaminación ambiental, la reducción de desechos y el deterioro ambiental, ya que se han convertido en preocupaciones centrales, impulsando la búsqueda de alternativas ecológicas y sostenibles.

La creación de platos desechables biodegradables con cáscara de coco disminuye los tiempos de degradación de los platos desechables y el impacto ambiental que generan estos residuos sólidos, ya que estos se degradan en un lapso que va de los dos días a tres meses dependiendo las condiciones del ambiente. La metodología empleada es la exploratoria pues permite identificar propiedades, procesos y aplicaciones potenciales cuando se carece de base sólida de datos previos.

Marco teórico

Para la ejecución del presente proyecto, las siguientes investigaciones fueron esenciales:

Propiedades de la cáscara de coco

El fruto del cocotero *Cocos nucifera L.* está formado por una capa gruesa que conforma el 35% del coco llamado mesocarpio, compuesto por fibras duras y tejido medular, constituido principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, su ligereza, debido a la baja densidad, es favorable para la fabricación de objetos ligeros, como contenedores.

El endocarpio, especie de casco que protege la nuez, está constituido por un tejido que inicialmente es translúcido, que se oscurece y se compacta, endureciéndose a medida que el fruto madura, por su color y dureza se utiliza en fabricación de artículos ornamentales; a nivel industrial se obtiene carbón activado; moliéndolo se obtiene harina para fabricar abrasivos suaves. Al ser un producto natural, es completamente biodegradable, lo que minimiza su impacto ambiental cuando se utiliza como material desechable o en aplicaciones agrícolas (Rincón Reyna et al., 2016).

Platos ecológicos

Un plato desechable de plástico puede demorar entre 100 y 1000 años para desintegrarse, la creación de platos ecológicos tiene como objetivo emplear un material que se pueda desintegrar en menor tiempo, y así ofrecer una solución factible a esta problemática. Responde a la creciente demanda de productos sostenibles y de bajo impacto ambiental. Estos productos buscan minimizar la huella de carbono, reducir la generación de residuos, y promover el uso de materiales renovables o reciclados. La fabricación de platos ecológicos puede seguir diversas estrategias, enfocándose en diferentes materiales y procesos con el objetivo de reemplazar en un futuro cercano el contaminante plástico (Cubilla et al., 2020).

Biopolímeros

Son polímeros que se generan a partir de fuentes naturales renovables, a menudo biodegradables y no tóxicas en su producción, son una alternativa a los polímeros a base de petróleo. Pueden ser obtenidos directamente de biomasa, de monómeros derivados y producidos por microorganismos. Los biopolímeros obtenidos de la biomasa son producidos principalmente a partir del almidón, este, es un polímero con alto potencial de utilización en la síntesis de materiales biodegradables; un ejemplo es el almidón de maíz y PLA (Ácido Poliláctico), el PLA, es utilizado para fabricar una variedad de productos desechables, incluyendo platos, que son biodegradables bajo condiciones industriales de compostaje; el almidón de maíz puede ayudar a absorber la humedad de los alimentos, lo que puede ser útil en platos donde se sirven alimentos que podrían soltar líquidos (García Álvarez & Morales Escobar, 2019).

Ácidos carboxílicos

Los ácidos carboxílicos son los ácidos orgánicos, se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, ya sea en su forma original o en la de alguno de sus derivados (ésteres, amidas y anhídridos); por ejemplo: el ácido cítrico se encuentra en las frutas como los limones y las naranjas; el ácido acético en el vinagre; el ácido láctico se produce en la leche cuando esta inicia su descomposición, dando como consecuencia un sabor “agrio”.

El ácido cítrico (ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico), es un ácido orgánico que puede ser considerado natural, es uno de los principales aditivos alimentarios, usado como conservante, anti-oxidante, acidulante y saborizante (Muñoz Villa et al., 2013).

El ácido acético, componente principal del vinagre, es un líquido incoloro con un fuerte olor penetrante. Químicamente, es un ácido débil y posee propiedades antimicrobianas. Es utilizado ampliamente en la industria alimentaria, en síntesis, química y en soluciones conservantes. Además, ofrece beneficios terapéuticos en tratamientos tópicos.

Contaminación por desechables de un solo uso.

Se ha convertido en una preocupación ambiental significativa a nivel mundial. Estos productos, que incluyen platos, vasos, cubiertos, bolsas, y envases de plástico, entre otros, son utilizados por un breve periodo de tiempo antes de ser desechados. Aunque ofrecen conveniencia, su producción, uso y disposición final tienen múltiples impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana.

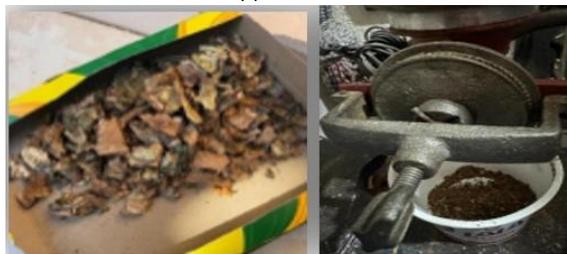
La masiva producción de desechables de un solo uso conlleva a una enorme cantidad de residuos que a menudo terminan en vertederos o en el medio natural. Esto no solo contribuye a la contaminación visual y a la degradación del paisaje, afectando a los ecosistemas terrestres y acuáticos.

En el “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de cubiertos y platos biodegradables a base de la fécula de maíz” se hace énfasis en que, uno de los beneficios que conlleva el uso del bioplástico a base de la fécula de maíz es su 100% de degradabilidad, su resistencia y versatilidad en la que se puede usar. Tienen grandes ventajas como la reducción en la energía en los procesos de producción, no consume materia prima no renovable (Bautista Jeri & Gallegos Jaime, 2023).

Metodología.

Para empezar con la elaboración de los platos, se obtuvo la cáscara de coco, se dejó secar por un mes, utilizando un molino artesanal se obtuvo un polvo (figura 1). Se experimentó con dos procesos para la elaboración del producto final a continuación se describen.

Figura 1. Cáscara de coco seca y proceso de triturado en molino artesanal.



Fuente. Autoría propia.

Proceso 1. Se mezclan los siguientes ingredientes: 67 g de cáscara de coco molida, 24.7 g de harina, 11.7 g de maicena, 44 ml de jugo de limón y 19 ml de vinagre. Estas proporciones están diseñadas para lograr un grosor de 0.8 cm. Una vez que la masa está lista, se utiliza un rodillo de cocina para lograr una masa plana, se coloca en un plato para utilizarlo como molde. Luego, se hornea a 150 grados Celsius durante 20 minutos, lo que permite que el plato adquiera firmeza. Después, se deja reposar por 15 min (figura 2).



Fuente. Autoría propia.

Proceso 2. Se deja reposar la chíá en agua durante 20 minutos. Posteriormente incorporamos trozos pequeños de una hoja de papel reciclada dejando que repose durante 20 minutos más. Se licua el coco, con la mezcla de chíá con papel. Después la masa se coloca en un plato para ser utilizado como molde. Se hornea a temperatura de 150 grados durante 25 minutos, para que el plato adquiriera firmeza y se deja reposar (figura 3).



Fuente. Autoría propia.

Resultados y discusión

De acuerdo con estudios revisados sobre el uso de la cáscara de coco, como el artículo “El coco, recurso renovable para el diseño de materiales verdes” se obtuvieron las propiedades de dos clases de matrices de origen polimérico reforzadas con endocarpio de coco, se dan algunos aspectos generales de los eco-compuestos o compuestos verdes. Se enfatiza sobre el aprovechamiento a mayor escala para obtener un beneficio ambiental y económico (Maya & Sánchez, 2013).

En el artículo “Residuos de coco. Arte y ver mi compostado para su reutilización”, se menciona que los residuos de coco son difíciles de eliminar y aunque presentan utilidad en industrias de alimentos, sustrato en jardinería, su larga vida los hace útil para otras actividades, siendo muy utilizado dentro del arte para realizar manualidades y obras decorativas tanto en joyería, adornos, instrumentos, etc. Además, algunas partes del coco con difícil reutilización tras un uso agroindustrial puede procesarse por compostado transformándolo en un recurso útil como fertilizante, dada su alta proporción en nutrientes (Soriano et al., 2021).

Se puede afirmar que, la fibra de mesocarpio, así como el polvo de endocarpio de coco tiene diversas propiedades fisicoquímicas y funcionales que la hacen factibles para su utilización en el desarrollo de bioplatos debido a su gran contenido de compuestos lignocelulósicos, que le confieren excelente capacidad de absorción y retención de agua, al igual que una muy buena capacidad de retención de nutrientes e intercambio iónico.

Se pueden experimentar con diferentes proporciones de cáscara de coco para obtener platos con diferentes propiedades y características. La fase experimental consistirá en la producción de prototipos, los cuales serán sometidos a pruebas de resistencia, durabilidad y seguridad alimentaria, ajustando los procesos según sea necesario.

Se espera que el proyecto no solo introduzca una alternativa sostenible en el mercado de utensilios de cocina, sino que también contribuya a la reducción de desechos, al aprovechamiento de recursos subutilizados y a la promoción de prácticas de consumo más responsables. A largo plazo, el éxito de esta iniciativa podría incentivar la exploración de otros materiales orgánicos desechados para la producción de una amplia gama de productos sostenibles, ampliando el impacto positivo sobre el medio ambiente y la sociedad.

Este proyecto destaca la importancia de innovar en la utilización de materiales naturales, no solo para mitigar los efectos negativos de la actividad humana sobre el planeta, sino también para abrir caminos hacia un futuro más sostenible y ecológicamente responsable.

Resultados

La cáscara de coco aporta resistencia y durabilidad al plato, la harina de trigo y la fécula de maíz pueden mezclarse proporcionan una capa adicional que puede mejorar la estabilidad y la impermeabilidad del plato. La fécula de maíz, en particular, ayuda a crear una textura más flexible y resistente a la humedad. El ácido cítrico y ácido acético orgánico actúan como conservantes naturales para aumentar la vida útil del producto. Además, pueden ayudar a modificar la degradabilidad del producto final, asegurando que se descomponga de manera efectiva después de su uso.

Los materiales utilizados son naturales y biodegradables, lo que hace que estos platos sean una alternativa sostenible a los platos desechables convencionales, además son materiales de bajo costo, lo que hace que la producción de estos platos sea económicamente viable (figura 4 y figura 5).

Figura 4. Producto final del proceso 1.



Figura 5. Producto final del proceso 2.



Fuente. Autoría propia.

Fuente. Autoría propia.

Conclusiones

Diseñar platos desechables con cáscara de coco ofrece una serie de beneficios significativos tanto desde el punto de vista ambiental como económico y social. Utilizar la cáscara de coco como materia prima para platos desechables ayuda a reducir la dependencia de plásticos no biodegradables, disminuyendo así la contaminación por plásticos en el medio ambiente. El uso de la cáscara de coco como material para platos desechables aprovecha un subproducto agrícola que de otro modo sería desechado, convirtiéndolo en un recurso útil y sostenible. La fabricación y uso de platos desechables con cáscara de coco puede aumentar la conciencia sobre la importancia de adoptar prácticas más sostenibles en la vida cotidiana.

Referencias

- Bautista Jeri, P. R., & Gallegos Jaime, M. C. (2023). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de cubiertos y platos biodegradables a base de la fécula de maíz (zea mays) [Tesis Profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Industrial]. Universidad de Lima. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/18401/T018_71479362_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cubilla, K., González, Y., Montezuma, G., Samudio, M., & Gómez, E. (2020). Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable. *Revista de Iniciación Científica*, 5(2), 15-20. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/2496/3294>
- Fiestas, G. F., & López, Y. M. C. (2023). Efecto en las propiedades físico-mecánicas del plato biodegradable a partir de la fibra de coco y almidón de yuca [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial]. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/134803>
- García Álvarez, J., & Morales Escobar, K. S. (2019). Obtención y caracterización de un material compuesto a base de almidón de yuca amarga (manihot esculenta) y endocarpio de coco pulverizado [Tesis de licenciatura, Universidad de Córdoba, Facultad de Ingeniería]. Universidad de Córdoba. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/c0c09def-564b-4e2b-99f0-6f500ef9d03e/content>
- Londoño, Y. (2017). Propuesta de una línea de empaques biodegradables a partir de fibra de coco y bambú laminado [Trabajo de grado en Diseño Industrial, Universidad de San Buenaventura, Facultad de Artes Integradas, Medellín]. Universidad de San Buenaventura. <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/e155f433-53af-4e20-badb-db3b3f2ed2ea/content>
- Maya, L. S. A., & Sánchez, A. F. T. (2013). El coco, recurso renovable para el diseño de materiales verdes. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 7(14), 93-100. <https://doi.org/10.31908/19098367.2222>
- Muñoz Villa, A., Sáenz Galindo, A., López López, L., Cantú Sifuentes, L., & Barajas Bermúdez, L. (2013). Ácido cítrico: Compuesto interesante. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 6(12). https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54702568/4_acido_citrico_informacion-libre.pdf
- Rincón Reyna, J. F., Rincón Reyna, P. G., Torres Maravilla, E., Mondragón Rojas, A. G., Sánchez Pardo, M. E., Arana Cuenca, A., Ortiz Moreno, A., & Jiménez García, E. (2016). Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra de mesocarpio de coco (Cocos nucifera L.). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 279-284. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/3/49.pdf>
- Soriano, M. D., García, F., & García-España, L. (2022). Residuos de coco. Arte y vermicompostado para su reutilización. En *Actas del III Congreso Internacional sobre Patrimonio Alimentario y Museos* (pp. 281-290). Valencia, España. <https://doi.org/10.4995/EGEM2021.2021.14899>

Light for everyone (brillando para todos)

Rodríguez-Huerta, Alina María; López-Morales, Sebastián; Macías-Vázquez, Juliana Paulette. Colegios UPAEP Campus Huamantla.

Juvenil

Área: Medio Ambiente

Resumen

Este invento ha ayudado a muchas comunidades en todo el mundo, especialmente en zonas rurales, nuestro experimento ayudará a todas las comunidades que no tengan el sistema o el derecho de la energía eléctrica, por lo tanto, esto tiene un beneficio ya que este proyecto su iluminación es limpia. El proceso de elaboración de este experimento es muy sencillo, principalmente nos beneficiamos de los rayos de luz solar, este sistema de iluminación es fácil de hacer, es duradero, libre de riesgo de electrocutarse y un beneficio es hacer un mantenimiento gratuitamente. El presente proyecto, Light for Everyone, tiene el principal objetivo de difundir la lámpara de Moser en la comunidad cercana a la ciudad de Huamantla para favorecer el conocimiento respecto a las virtudes de este tipo de energía limpia. Al momento el proyecto se encuentra en la etapa de desarrollo de los prototipos que se presentarán a la comunidad.

Palabras clave

Luz solar, energía limpia, zonas rurales, iluminación y ciudad.

Abstract

This invention has helped many communities around the world, especially in rural areas, our experiment will help all communities that do not have the system or the right to electrical energy, therefore, this has a benefit since this project lighting is process of preparing this experiment, we mainly benefit from what is produced by the rays of sunlight, this lighting system is easy to make, it is durable, free of the risk of electrocution and one benefit is to do. Project, Light for Everyone, the Moser lamp in the community near the city to promote knowledge regarding the virtues of this type of clean energy, and is in the development stage of the prototypes that will be presented to the community.

Key Words

Sunlight, clean energy, rural areas, lighting and the city.

Introducción

En el entorno el cambio climático es más que lluvias en periodos irregulares, domos de calor, etc. Dentro de los diferentes factores que pueden ayudar a mitigar el cambio climático está el uso de las energías limpias, las cuales a veces por desconocimiento de la población, se considera que requieren una costosa inversión.

Un filtro de luz es un sistema de iluminación promovido por Rafael Moser, utilizando el fenómeno de refracción de la luz solar. La principal idea del inventor Moser fue crear una forma de iluminar habitaciones sin utilizar energía eléctrica, que fuera limpia, barata y que estuviera al alcance de las comunidades rurales (González, J.H.; 2017).

Bajo este principio es cómo el presente proyecto, Light for Everyone, tiene el principal objetivo de difundir la lámpara de Moser en la comunidad cercana a la ciudad de Huamantla para favorecer el conocimiento respecto a las virtudes de este tipo de energía limpia. Fundamentalmente ante un panorama nacional basado en las fuentes de energía a partir de hidrocarburos.

Justificación

Según el INEGI (2020), a pesar de algunas iniciativas del gobierno federal, en México sólo el 2,75 % de la energía consumida proviene de una fuente limpia como es la eólica y la solar. Aún dependemos de los recursos fósiles.

Por lo anterior, el objetivo del presente proyecto Light for Everyone es brindar a la población un mejor acceso a la información sobre los beneficios de la energía solar a través de la lámpara de Moser, siendo que se empezará con la comunidad de Huamantla y sus alrededores.

Planteamiento del problema

La ciudad de Huamantla y sus alrededores no existen significativamente fuentes de energía limpias con acceso a los ciudadanos. Básicamente el consumo de energía luminosa depende de la energía eléctrica, que, si bien es cierto que prácticamente más del 90% de la población nacional tiene acceso a ello, es un buen momento de orientar a la población sobre otros tipos de energía, fundamentalmente las energías limpias como es lo que ofrece la lámpara Moser que se base en el principio de la refracción de la luz.

Por lo anterior es que el presente trabajo busca difundir el uso de la lámpara Moser como un medio accesible de energía luminosa y así apoyar a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna”. (ONU,2024).

Hipótesis

La difusión sobre la energía limpia, como lo es la lámpara Moser, y la ejemplificación por medio de prototipos puede ayudar a que las personas adopten este tipo de energía luminosa.

Objetivos

General

Reproducir la lámpara Moser como un medio de iluminación económico y difundirlo a la comunidad de Huamantla y sus alrededores.

Específicos

Reproducir la lámpara Moser en un prototipo para vivienda y uno de lámpara fija.

Modelar un prototipo de lámpara de mano.

Realizar muestra de los prototipos a la comunidad.

Marco teórico

La situación energética actual se describe a continuación; México obtiene más del 80 % de su suministro energético total de combustibles fósiles. En 2019 el petróleo contribuyó un 45,20 %, seguido del gas natural (37,84 %), el carbón (6,44 %), los biocombustibles (5,02 %), la energía eólica y solar (2,75 %), la nuclear (1,62 %) y la hidroeléctrica (1,13 %). (INEGI, 2020).

En 2020, los combustibles fósiles representaron el 64,50 % de la capacidad instalada de México y el 72,15 % de la generación eléctrica. Se generó electricidad adicional con las energías hidroeléctrica (8,59 %), eólica (6,31 %), solar (4,33 %), de biomasa (3,49 %), nuclear (3,48 %), y geotérmica (1,46 %) (INEGI, 2022).

Así, es más que evidente que fuentes de energía limpias en México aún no son difundidas de la mejor manera como para que sean adoptadas por la población.

Por otra parte, Moser después de que lograra hacer que la botella que se iluminara tuvo una charla la botella de luz a lo cual el mecánico inventor respondió “Es una luz divina, Dios nos dio luz a todos, así que la luz es para todos” (Gonzales, J.H, 2017).

Este proyecto se enfoca busca dar una segunda oportunidad a las botellas de PET en nuestra población. Todo elemento que sea desechado será reutilizado para desarrollar este sistema de alumbrado en las áreas que no tengan derecho a la luz, facilitando una solución sustentable.

La iluminación, conocido “Litro de Luz Divina”, brindara un alumbrado adecuado, en especial favorecer a la población rural que sufren de falta de energía eléctrica convencional o no cuentan con alumbrado en sus poblaciones.

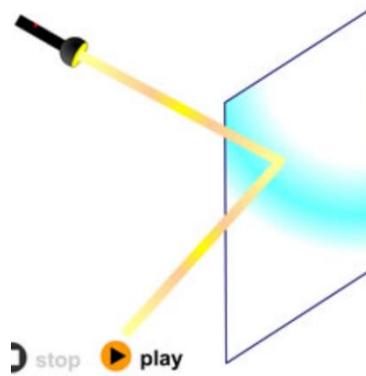
Esto facilitará que toda la población tenga acceso a la luz, permitiendo su creación y siendo accesible para las comunidades. Este sistema de iluminación se renueva naturalmente sin utilizar electricidad convencional, lo que lo hace perfecto para áreas rurales sin acceso a servicios eléctricos. El agua desempeña un papel esencial al atrapar y refractar la luz solar, maximizando así la eficacia del alumbrado.

También, este proyecto se ha diseñado para ser económicamente accesible para las comunidades de bajos recursos y se enfoca en proporcionar una fuente de iluminación limpia que no contamine el medio ambiente. Es importante destacar que este litro de luz tiene un propósito crítico en la lucha contra la contaminación, mejora del alumbrado para el campus Huamantla y garantía del acceso a la electricidad como un derecho básico. (González, J.H,2017).

Refracción de la luz.

La refracción es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio material a otro. La refracción es responsable de una gran variedad de fenómenos ópticos, que van desde la acción de las lentes hasta la transmisión de datos a través de las fibras ópticas. El funcionamiento de la lámpara Moser no sería posible si no se contara con la radiación solar y la refracción de la luz solar. La botella capta los rayos solares y esta, al estar llena de agua, los amplifica, los refleja y los difumina iluminando todo su espacio con una luz blanca, simulando la de una bombilla.

Figura 1. Refracción de la luz.



Fuente: ATE (2011).

Metodología.

Lámpara Moser en un prototipo para vivienda.

Los materiales que se utilizaron fueron los siguientes:

- Botella de Plástico con capacidad de 1.5 litros.
- Agua (1000 ml)
- Cloro (10 ml)
- Lámina (30x30)
- Silicón
- Sellador comercial (vidrios)
- Caja de archivero o de cartón

Procedimiento:

Paso 1: Se ocupará una lámina galvanizada de 50 x 50 cm, se marcará con un plumón en el centro un orificio al tamaño de la botella de plástico que contenga una capacidad 1.5 litros.

Paso 2: Posteriormente con ayuda de la segueta se perfora la lámina galvanizada del techo y se realizará un orificio cuadrangular de 30 x 30 cm.

Paso 3: Se coloca la botella en el orificio que se hizo en la lámina galvanizada y en seguida pasaremos a sellar con silicona; podemos reforzar con sellador comercial, así mismo esto nos ayudará a que sea más resistente.

Figura 2. Posicionamiento de la lámpara Moser.



Fuente. Autoría propia.

Figura 3. Llenado de la lámpara Moser.



Fuente. Autoría propia.

Paso 4: Después se debe agregar 1 L de agua purificada o de la llave.

Paso 5: En seguida se debe añadir 10 ml de cloro a la botella. Así tendremos un volumen de 1.10 ml de solución.

Paso 6: Después de la solución que ya tenemos, hay que fortalecer con pegamento alrededor del orificio que está en el techo, así mismo prevenimos futuras filtraciones.

Paso 7: Introducimos el trozo de lámina galvanizada al orificio que ya estaba hecho en el techo de modo que se sostenga y la botella quede en el centro.

Figura 4. Sellado de la lámpara Moser.



Fuente: Autoría propia.

Figura 5. Colocación final de la lámpara Moser.



Lámpara Moser en un prototipo fijo

Los materiales que se ocupan son los siguientes:

- Panel solar 18 V
- Cable de uso común
- Cinta de aislar
- Batería de 10 V
- Luz Led
- Foco (20 Watts)
- 2 tubos PVC de ½ pulgada
- 2 codos de ½ pulgada
- Segueta

Procedimiento:

Paso 1: Realizamos una casa a escala con material reciclado, nuestro primer prototipo, así nos ayudará a observar y tener un panorama más amplio de nuestro proyecto.

Figura 6. Se utilizó material reciclado para el prototipo de una casa a escala.



Fuente. Autoría propia.

Paso 2: Se realiza una conexión con cable de uso común para el Panel Solar hacia a la batería que estaremos ocupando.

Paso 3: Posteriormente se hace otra conexión de cable de uso común que conectar la batería a la lámpara.

Paso 4: Luego se debe aislar el cable tipo USB con el cable convencional para tener una mejor distancia.

Paso 5: Ya que tenemos todas las conexiones necesarias, procedemos a instalar el sistema con la lámpara Moser, que contiene un foco led.

Discusión de resultados

A la fecha se ha reproducido la lámpara Moser, observando y comprobando la refracción de la luz solar contenida en la botella de agua. Se ha añadido 10 ml de cloro, para evitar que se pueda deteriorar el agua.

También se ha colocado la lámpara dentro de una caja oscura y hemos observado que efectivamente irradia luz blanca, pero no tenemos manera de cuantificar, lo cual no fue considerado en la primera concepción del proyecto. Vamos a descargar una aplicación para medir la radiación y así poder comparar con lo que irradia un foco convencional.

Figura 7. Radiación de luz de la lámpara Moser.



Fuente: Autoría propia.

El prototipo de lámpara fija, nos quedó muy grande sin embargo estamos pensando en realizar mejoras y hacerlo a menor escala para que sea más ergonómico.

Figura 8. Prototipo de lámpara fija.



Fuente: Autoría propia.

Figura 9. Plática de nuestro proyecto en la escuela Benito Juárez, en la ciudad de Huamantla, Tlaxcala.



Fuente: Autoría propia.

Figura 10. Visitando y llevando nuestro prototipo a la escuela "Adolfo López Mateo" en la ciudad de Huamantla, Tlaxcala.



Fuente: Autoría propia.

Conclusión

Consideramos que la lámpara Moser es una buena opción para compartir con la comunidad sobre la importancia de las energías limpias. Indudablemente nos ha retado a aprender de manera autónoma y, junto con el acompañamiento de nuestra asesora, resolver problemas que hemos enfrentado.

Seguiremos trabajando en los objetivos que nos hemos propuesto.

Referencias

ATE. (2011). Refracción. Materia y energía. Gobierno de Canarias. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursoseducativos/2011/01/18/reflexion/>

Endesa Fundación. (2011). Botella de luz, un experimento social. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/blog/botella-de-luz>

Global Energy Monitor. (2022). Perfil energético: México. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de https://www.gem.wiki/Perfil_energ%C3%A9tico:_M%C3%A9xico

González, J. H. (2017, mayo). El litro de luz, agua que ilumina. Revista de Acuerdo. <https://www.revistadeacuerdo.org/2017/05/17/el-litro-de-luz-agua-que-ilumina/>

INEGI. (2020). Cuéntame. Información por identidad. Tlaxcala. Recuperado el 22 de septiembre de 2024, de <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tlax/poblacion/>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2024). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/ener>

Purificador de aire a base de microalgas (Oxialga)

Constantino-Aca, César Joaquín; Flores-Bonilla, Edgar; Zamora-Cordero, Claudia. Colegio Altum de México, Sistema UPAEP.

Juvenil

Área: Medio Ambiente

Resumen

Este proyecto se enfoca en la creación de un purificador de aire innovador que utiliza un sistema basado en microalgas para mejorar la calidad del aire en espacios cerrados. El dispositivo desarrollado aprovecha el proceso de fotosíntesis de micro flora acuática, incluyendo algas verdes, cianobacterias y diatomeas recolectadas de la laguna de Chatlal, ubicada en el municipio de Zacatelco, Tlaxcala. Este sistema ha demostrado ser hasta 10 veces más eficaz que las plantas terrestres en la purificación del aire.

Durante las pruebas, el dispositivo mostró resultados positivos al mejorar la calidad del aire en espacios cerrados, reduciendo significativamente las emisiones de carbono. Además, es una solución innovadora al problema del síndrome del edificio enfermo, común en edificios altos debido a la falta de ventilación natural y sistemas de aire acondicionado ineficientes. Nuestro purificador de aire representa una respuesta prometedora, no solo por su efectividad, sino también porque es accesible para todos, mejorando la calidad del aire en cualquier tipo de vivienda afectada por la contaminación ambiental. Para la construcción de este dispositivo, se han utilizado diversos materiales como botellas de agua, motores de pecera, ventiladores y microalgas.

Palabras clave

Microalgas, purificador, contaminación, fotosíntesis.

Abstract

This project focuses on the creation of an innovative air purifier that uses a microalgae-based system to improve air quality in closed spaces. The developed device takes advantage of the photosynthesis process of aquatic microflora, including green algae, cyanobacteria and diatoms collected from the Chatlal lagoon, located in the municipality of Zacatelco, Tlaxcala. This system has proven to be up to 10 times more effective than terrestrial plants in purifying the air.

During testing, the device showed positive results by improving air quality in closed spaces, significantly reducing carbon emissions. In addition, it is an innovative solution to the problem of sick building syndrome, common in tall buildings due to the lack of natural ventilation and inefficient air conditioning systems. Our air purifier represents a promising answer, not only because of its effectiveness, but also because it is accessible to everyone, improving air quality in any type of housing affected by environmental pollution. Various materials such as water bottles, fish tank motors, fans and microalgae have been used to build this device.

Keywords

Microalgae, purifier, pollution, photosynthesis.

Introducción

En estos tiempos es muy común hablar de contaminación ambiental ya que es uno de los principales problemas que se está dando a nivel global desde hace mucho tiempo, afectando a todo el planeta, a su biodiversidad y a la salud de las personas. Son diferentes los tipos de contaminación que existen, todo depende de la zona o elemento que se vea afectado y del tipo de agentes contaminantes que producen el problema. Se entiende por contaminación ambiental cuando existe la presencia de sustancias nocivas en el agua, aire o suelo. Las sustancias nocivas son lo que llamamos contaminantes ambientales, pudiendo tener diferente origen.

En este trabajo nos vamos a enfocar en la contaminación del aire. Muchas veces pensamos que la contaminación de este solo es en el exterior por las emisiones de gases de las fábricas, autos, camiones, etc. y todo lo que genera CO₂ como desperdicio inevitable de sus productos. La mayoría de la gente no se da cuenta de cuántos contaminantes están presentes en un ambiente interior, donde solemos pasar la mayor parte de nuestro tiempo.

En este estudio nos concentramos en la contaminación del aire en interiores. Por ejemplo, muchos de los productos que usamos para limpiar y refrescar nuestros hogares, escuelas y lugares de trabajo añaden toxinas invisibles al aire. "El olor a fresco no es un olor", dice Anne Hicks (2012), especialista en pediatría pulmonar de la Universidad de Alberta, en Canadá. "Si puedes olerlo, hay una sustancia química en el aire que está entrando a tu nariz. Todo eso es contaminación del aire, más allá de si huele bien o mal", agrega.

"La contaminación del aire interior es enorme, y es una frontera relativamente desconocida, porque incluso la casa de mi vecino tiene una huella de contaminación aérea diferente a la que tiene mi casa", explica Hicks. Y bueno ya los identificamos, pero el gran problema es cuando este contaminante es inodoro e incoloro. Como el Dióxido de Carbono CO₂. La contaminación del aire interior es muy compleja, está poco regulada, y por lo general se escapa al control individual.

Marco teórico

La calidad del aire en espacios cerrados es esencial para la salud de sus ocupantes. Edificios altos y herméticos a menudo carecen de ventilación natural, lo que lleva a la acumulación de dióxido de carbono (CO₂) y otros contaminantes. Las microalgas, organismos unicelulares fotosintéticos, pueden absorber CO₂ y liberar oxígeno (O₂), ofreciendo una solución innovadora para este problema. El aire interior puede contener CO₂, compuestos orgánicos volátiles (COVs), partículas y gases radón, que causan problemas de salud como dolores de cabeza, fatiga y enfermedades respiratorias. Las estrategias comunes para mejorar la calidad del aire, como la ventilación y los purificadores de aire, pueden ser costosas y no siempre efectivas.

La fotosíntesis es el proceso por el cual las plantas y algunos microorganismos convierten la energía luminosa en energía química, utilizando agua y CO₂ y liberando O₂. Las microalgas realizan la fotosíntesis de manera altamente eficiente, absorbiendo CO₂ y produciendo O₂ a tasas superiores a las plantas terrestres, lo que las hace ideales para aplicaciones de purificación del aire.

Las microalgas pueden utilizarse en dispositivos de purificación de aire, mejorando la calidad del aire en espacios cerrados al absorber CO₂ y liberar O₂. Estos dispositivos deben proporcionar condiciones adecuadas de iluminación y nutrientes para las microalgas. Además, algunas microalgas pueden almacenar aceites útiles como biocombustibles, ayudando a reducir el uso de combustibles fósiles (Varela, 1988).

La Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008 subraya la importancia de la ventilación adecuada en los lugares de trabajo para evitar la acumulación nociva de CO₂. Los dispositivos de purificación basados en microalgas pueden ayudar a cumplir con estas normativas. El uso de microalgas para purificar el aire en espacios cerrados es una solución prometedora y sostenible, con un gran potencial para mejorar la salud de los ocupantes y el medio ambiente.

Metodología

Para elaborar este dispositivo realizamos una investigación documental visitando distintas fuentes de información y recopilando datos para tener una mejor idea del tema. Iniciamos buscando lagunas para recolectar su agua y así cultivar las microalgas, aunque no se han realizado estudios sobre la biodiversidad que se encuentra en la laguna Chatlal,

Zacatelco, Tlaxcala. Los géneros de microalgas que más probable habiten en esta laguna sean: *Chlorella*, *Dunaliella*, *Anabaena* o *Microcystis*. Se tomó una muestra directa en un envase de plástico limpio y se procedió a hacer un cultivo de éstas tomando en cuenta lo siguiente:

Realizar cultivos en menores volúmenes a manera de stocks o cultivos de respaldo ante la posible ocurrencia de muerte celular repentina o contaminación, los que deben ser mantenidos realizando recambios de nutrientes según lo requiera la microalga. Para la iluminación, se colocaron detrás de una ventana donde no hay sombra. En cuanto al suministro de nutrientes, salinidad y pH se agregó agua de lluvia. El cultivo de cepas no requiere aireación, por el volumen de siembra o mantenimiento y para evitar posible contaminación.

También se encuentran limitaciones con las variaciones en las condiciones de laboratorio que pueden conducir a pérdidas de características morfológicas y fisiológicas de las células.

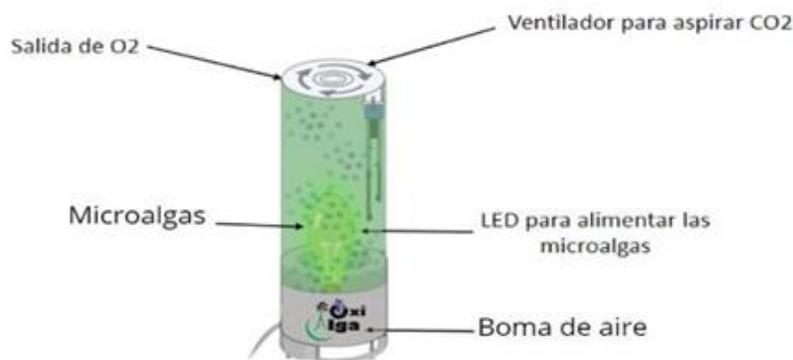
En cuanto a las observaciones del cultivo encontramos que la primera fase fue la adaptación, cuando el cultivo comienza su crecimiento. La segunda es la fase exponencial cuando las células ya están adaptadas al medio de cultivo y empieza una división celular más rápida acercándose a una forma de crecimiento exponencial.

La tercera es la fase estacionaria donde ya no se observa incremento del número de células y la población alcanza un equilibrio, es decir, que existe balance entre tasa de natalidad y mortalidad de células. La cuarta y última fase es el declive o muerte cuando el cultivo empieza a decaer en número de células.

Una vez obtenido el cultivo de microalgas se procedió a diseñar el prototipo del dispositivo realizando varias pruebas, también buscamos componentes accesibles y económicos para su armado. Posteriormente se armó el dispositivo que consiste en un mini acuario cilíndrico de acrílico, con una luz led con varios colores manejados a control remoto. Esto debido a que, en un artículo, publicado en el *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, investigadores de la Universidad de Yangzhou (China) muestran cómo una combinación de iluminación LED monocromática roja y azul en un tipo de microalga puede potenciar su crecimiento y aumentar la biosíntesis de componentes críticos, como los lípidos, para el desarrollo de materias primas de microalgas.

Después, dotamos el circuito con un bomba y motor de ventilador que captura el aire contaminado que circula en una habitación, el que es consumido por las microalgas y expulsado totalmente limpio en forma de oxígeno. Además, se le adaptó una celda solar para conectada a una batería recargable para ahorro de energía eléctrica. El dispositivo pesa 0.3 kg, tiene capacidad para 0.75 lt de agua con organismos vivos, un diámetro de 8 cm y altura de 20 cm. Al ser encendido se produce un burbujeo del líquido bioactivo y comienza su acción descontaminante (Figura 1).

Figura 1. Esquema del dispositivo.



Fuente. Autoría propia.

Resultados y discusión

Después de construir nuestro dispositivo, realizamos varias pruebas para evaluar su efectividad en la purificación del aire. Esta se realizó a tamaño escala para comprobar si era funcional, así que lo colocamos en una caja cerrada de cartón con una pared transparente junto con un medidor de dióxido de carbono para realizar la verificación (Figura 2).

Figura 2. Medición de dióxido de carbono.



Figura 3. Medición de oxígeno.



Fuente. Autoría propia.

Monitoreamos los cambios en los niveles de dióxido de carbono al cabo de unas pocas horas el dióxido de carbono pasó de estar en 679 – 440. Los resultados mostraron una disminución significativa en la concentración de dióxido de carbono, lo que indica una purificación exitosa del aire por parte de los purificadores basados en microalgas. Además, se midió la cantidad de oxígeno con un oxímetro comercial dando los siguientes resultados:

Tabla 1. Producción de Oxígeno por el Dispositivo.

Tiempo (horas)	Producción de Oxígeno (mg O ₂)
0	0
1	50
2	100
3	150
4	200
5	250
6	300
7	350
8	400
9	450
10	500

Fuente. Autoría propia.

Los resultados se obtuvieron cuando el dispositivo estuvo operando continuamente durante 10 horas. La tasa de producción de oxígeno es constante y lineal a 50 mg O₂ por hora, siempre y cuando las condiciones de iluminación y nutrientes son óptimas durante todo el periodo.

Figura 4. Prototipo.



Fuente. Autoría propia.

Nota:

La tasa de producción de oxígeno puede variar según el tipo de microalga utilizada, la intensidad de la luz, la concentración de nutrientes y otros factores ambientales.

Se considera nuestro dispositivo como prototipo, en este momento contamos con 5 piezas, diseñadas y construidas con materiales económicos para reducir costos. En un futuro ya madurado nuestro dispositivo con más pruebas, con diferentes cepas de microalgas, en diferentes ambientes contaminados, con distintas habitaciones contaminadas (m³) encontraremos la relación m³ contaminados/microalgas It= Descontaminación. Teniendo esto después del análisis experimental iremos a la producción en línea, con la idea de que sea accesible para todos ya que todos tenemos derecho de respirar aire limpio.

Conclusiones

Oxialga surge con el objetivo de mejorar la calidad del aire en espacios cerrados, haciéndolo accesible para todos, desde aquellos que pueden pagar sistemas de aire acondicionado hasta personas con viviendas pequeñas donde la concentración de CO₂ es un problema crítico. Además, buscamos que el dispositivo tenga aplicaciones industriales para mejorar la salud y la calidad de vida del personal en entornos laborales cerrados.

En definitiva, Oxialga tiene el potencial de ser una solución efectiva y práctica para reducir los niveles de CO₂ y mejorar la oxigenación en diversos ambientes. Además, la colocación de un panel solar a nuestro dispositivo lo hace más sustentable ya que es posible tener un ahorro de energía, también tiene la opción de conectarlo a la energía eléctrica. La intención de hacer llegar el dispositivo a un nivel comercial es con la finalidad de que sea útil y ayude a mejorar la calidad de vida y salud del personal que trabajen en espacios para los cuales se ha diseñado. Consideramos que el mantenimiento de las microalgas es sencillo, basta con retirar un cuarto del líquido, que serviría para cultivar otra cepa, y sustituir el líquido retirado con agua embotellada con un pH ligeramente ácido ya que es el adecuado para el desarrollo de las algas, así que estas durarán mientras se mantengan.

Otro uso que podría tener este dispositivo, es la emisión de electricidad por la noche, cuando no hay luz y las microalgas ya no están realizando el proceso de fotosíntesis. Esa energía puede servir para alimentar iluminación eficiente, como bombillas led; dicha idea proviene de un experimento que se llevó a cabo en 2010, en el que científicos de la Universidad de Stanford y Yansei capturaron electricidad a partir de la fotosíntesis que realizan las algas.

Referencias

Building Materials Identified as Major Emission Sources. (n.d.). AIVC. Retrieved December 17, 2024, from https://www.aivc.org/sites/default/files/airbase_5622.pdf

EAFIT UNIVERSIDAD, Mesa Ruiz, J. D., Sáez Vega, Á. A., & Restrepo Restrepo, C. (n.d.). Microalgas para reducir emisiones de CO₂. *Revista Universidad EAFIT*, 162. <https://www.eafit.edu.co/investigacion/revistacientifica/edicion-162/Paginas/microalgas-para-reducir-emisiones-de-co2.aspx>

Estévez, O. (n.d.). Cultivo de microalgas mediante el uso de fotobiorreactores. *PETROENERGIA*. <https://www.petroenergia.info/post/cultivo-de-microalgas-mediante-el-uso-de-fotobiorreactores>

Rostron, J. (2008). Síndrome del edificio enfermo: una revisión de causas, consecuencias y remedios. *Journal of Retail & Leisure Property*, 7, 291–303. <https://doi.org/10.1057/rlp.2008.20>

Agroecología urbana por medio de jardines verticales

Mejía-Hernández, Juan Pablo; Torres-Aguilar, Valeria; Morales-Sil, Karla Yamal, García-Corona, César Arturo. Centro Educativo Juan Luna Molina

Juvenil

Área: Medio Ambiente

Resumen

En este proyecto se abordan los temas de agroecología, agricultura, urbanización, jardines verticales y el uso de espacios urbanos para la producción de hortalizas ecológicas, ocupando pequeños espacios que se encuentran en desuso y así poder darles un uso con la elaboración de un “Jardín Vertical con un Enfoque Sustentable o agroecológico”. Para comprobar que, siguiendo una serie de pasos, podemos elaborar un jardín vertical que contribuya al cuidado del ambiente combatiendo nuestra huella ecológica al lograr una producción de alimentos más económica, ecológica y sustentable.

Palabras clave

Agroecología, jardines verticales, ecología, sustentabilidad y agricultura alternativa.

Abstract

This document includes the topics of agroecology, agriculture, urbanization, and vertical gardens and the use of urban spaces for the production of vegetables, making use of small spaces to give them a different use and on this way develop a “Vertical Garden with a Sustainable Approach.” To verify that, following a series of steps, we can create a vertical garden that contributes to take care of the environment by combating our ecological footprint by achieving more economical, ecological and sustainable food production.

Key Words

Agroecology, vertical Gardens, ecology, sustainability and alternative agriculture.

Introducción

La gran demanda en producción de alimentos, la sobre explotación y cambio del uso del suelo y el rápido crecimiento de las poblaciones urbanas han generado un daño al ambiente. El uso de productos químicos para poder cubrir la demanda de los alimentos genera daños irreversibles en la calidad de la biota del suelo, generando erosión e infertilidad, adicionalmente, que sea incapaz de regenerarse por sí solo, por lo que para ayudar en la regeneración del suelo se han implementado distintas técnicas de cultivo, como, la rotación de cultivos, el uso de pesticidas, fertilizantes orgánicos y la agroecología, esta última es una técnica data de las civilizaciones antiguas como los Aztecas con el uso de chinampas para producir alimentos, esta técnica ha tomado una popularidad en los últimos entre las personas preocupadas por el ambiente, adaptando espacios de cultivo en espacios urbanos para la producción y cultivo de alimentos, ecológicos, de mejor calidad y económicos a esta técnica se le conoce como agroecología urbana y la manera en que se adapto es por medio de jardines verticales.

Marco teórico

La agricultura se define como “el arte de cultivar la tierra” proviene del latín ager, agri (campo) y cultura (cultivo). Es una actividad que se ocupa de la producción de alimentos y del cultivo del suelo, el desarrollo y recogida de las cosechas, la explotación de bosques y selvas (silvicultura), la cría y desarrollo de ganado.

La agroecología es una disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social, de acuerdo con la definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Como ciencia, la agroecología estudia cómo los diferentes componentes del agroecosistema interactúan. Como un conjunto de prácticas, busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción. Como movimiento social, persigue papeles multifuncionales para la agricultura, promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura, y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales.

El jardín vertical es un tipo de sistema constructivo de muro o pared que integra diferentes especies de vegetación, y sea de forma directa o indirecta mediante una estructura portante a la superficie vertical del edificio. Además, se pueden instalar tanto en el interior como en el exterior de la edificación.

Los jardines verticales en realidad son muy antiguos si se toma como punto de partida los Jardines Colgantes de Babilonia en el año 600 a.C.; aunque son retomados conceptualmente en realidad hasta el año de 1938 donde se patenta un sistema de pared verde a través del arquitecto paisajista estadounidense Stanley Hart White; y se incrementa su popularidad en países como Francia, España y Alemania, donde resalta la labor de un gran expositor en el tema, el francés Patrick Blanc, quien desarrolló bastante el concepto en los años 80.

En la figura 1 se puede observar un jardín vertical y algunas de las plantas que se pueden cultivar.

Figura 1. Jardín vertical.



Fuente. Autoría propia.

Metodología

Para la construcción de la estructura del jardín vertical, se utilizaron materiales reciclados.

Los materiales se obtuvieron de los desechos que dejó una construcción cercana a la institución, para la elaboración se utilizó:

- Tubo de P.V.C de 5m X 3".
- Un flexómetro de 5m.
- Segueta
- Pegamento para P.V.C
- 8 codos de P.V.C DE 90°x 3"
- Tierra o materia orgánica
- Taladro
- Corta círculos 11/2 "
- Placas de madera de 1.20 mts x 1m x 7mm.
- Palos de madera cuadrados de 5cm de ancho
- Pijas de 2"

Las herramientas utilizadas pueden ser más tecnológicas o de acuerdo en el contexto que se encuentren.

Se elabora la estructura con los palos cuadrados, se cortan cuatro palos a 1.2 mts, cuatro a 1 m, se une un par de cada uno haciendo un cuadrado, se repite lo mismo con los otros dos pares, después se unen por la parte superior o más alta formando un triángulo para esta parte es opcional colocar unas bisagras, para continuar se colocan las placas de madera sobre los cuadrados uno de cada lado del triángulo.

Para la estructura donde ira el sustrato, se recortan seis trozos de tubo de PVC de 1m de largo, después se le hacen orificios con el corta círculos de 2" cada 20 cm donde se colocará el sustrato y las semillas, se cortan cuatro trozos de tubo de PVC de 30 cm y se pegan a los codos del mismo material, con los tubos se forma una S y se coloca a la estructura de madera, para finalizar se le coloca el sustrato y las semillas y se pone en un lugar donde las condiciones sean las adecuadas para que las plantas puedan sobrevivido.

Resultados y discusión

Los resultados muestran que la implementación de un jardín vertical en cualquier espacio urbano tiene una eficacia al producir alimentos y mantener especies de plantas de ornato, también el de favorecer un espacio verde y una disminución de la temperatura en el espacio donde se encuentra, la implementación de un jardín vertical como agroecología es una técnica recomendable ya que produce alimentos de mejor calidad, más económicos y su producción es amigable con el ambiente.

En un estudio realizado por Altieri (1987), nos dice que la agroecología es vista como una ciencia base para la agricultura alternativa, con los resultados de nuestro trabajo podemos decir que los jardines verticales son parte de esa base para poder aprovechar el uso de estas técnicas y así poder realizar una producción de alimentos agroecológica en espacios reducidos.

En otro artículo escrito por Gliessman (1998), dice que la agroecología es un conjunto de procesos ecológicos para la agricultura, con nuestro trabajo podemos discernir que Gliessman tiene razón ya que con los resultados obtenidos en nuestro trabajo el uso de plaguicidas y pesticidas químicos se reduce hasta en un 0% ya que al ser un jardín vertical con un enfoque agroecológico y ubicado dentro de casa o departamentos en zonas urbanas el uso de agroquímicos es nulo haciéndolo un proceso ecológico y sustentable.

De acuerdo con Vandermeer (1995), la agroecología va más allá de los procesos agroecológicos, la agroecología abraza todos los procesos del agroecosistema y la complejidad de los procesos ecológicos. Con el trabajo que se realizó en este artículo, podemos decir que los procesos en un jardín vertical no sólo se centran en el mantenimiento de las plantas, si no que va más allá, al enfocarse en el lugar donde se va a colocar, la temperatura, la cantidad de luz que va recibir a diario, la humedad, la calidad del suelo, el tipo de plantas que se van a colocar y sus necesidades para desarrollarse. En lo económico, ya que al ser una estructura con materiales reciclados y no utilizar agroquímicos no se necesita algún tipo de gasto, en la calidad de los productos, ecológicos por ser cultivados de manera artesanal o agroecológica.

Conclusiones

Los resultados de nuestro proyecto indica que el uso de jardines verticales como un método de agroecología es factibles, la producción de hortalizas se vuelve más económica, sustentable y ecológica, los jardines verticales no solo proporcionan algún tipo de alimento, si no que de igual manera regula la temperatura y la humedad del espacio donde se coloca, en zonas urbanas el jardín vertical agroecológico da un aporte verde a los espacios donde la agricultura no se puede llevar de manera tradicional y donde mantener un huerto tradicional es muy costoso.

Se sugiere que futuras investigaciones se centren en el la viabilidad de estos jardines en estados donde las condiciones ambientales sean extremas, estados donde la temperatura supere los 40° Celsius, estados costeros donde las corrientes de aire contengan una concentración de salinidad alta.

Un jardín vertical también puede ser usado para la conservación al colocar plantas que requieran un ecosistema controlado y así contribuir con la reproducción de especies en peligro.

Referencias

Altieri MA & CI Nicholls (1999) Biodiversity, ecosystem function and insect pest management in agricultural systems. In: Biodiversity in Agroecosystems. Collins WW & CO Qualset (Eds.) CRC Press, Boca Raton.

Altieri, M.A. 1987. Agroecology: The Scientific Basis of Alternative Agriculture. Westview Press, Boulder, CO.

Gliessman, S.R. 1998. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Ann Arbor Press, Michigan.

Janvry, A., D. Runstem, and E. Sadoulet. 1987. Technological Innovations in Latin American Agriculture. DC A Program Paper Series, San José, Costa Rica. Domer, Peter. 1972. Land Reform

Rosset, P. 1999. On the benefits of Small Farms. Food First Backgrounder, v. 6, n. 4, p. 1- 4.

Toledo, V. M. 2000. La paz en Chiapas: ecología, luchas indígenas y modernidad alternativa. México: UNAM. Ediciones Quinto Sol.

Vandermeer J (1995) The ecological basis of alternative agriculture. Annual Review of Ecological Systems, 26: 201-224.

Captación y mejoramiento del agua para enriquecimiento del sustrato para jardín

Armenta-Hidalgo, Daniel; García-Jiménez, María Reneeth; Zamora-Cordero, Claudia. Colegio Altum de México, Sistema UPAEP, Secundaria San Pablo.

Juvenil

Área: Medio Ambiente

Resumen

Este proyecto busca la mejora de las condiciones del jardín polinizador del Colegio Altum de México Sistema UPAEP. Esto por medio de la modificación del pH en el agua de lluvia y agua potable la cual se propone almacenar en un contenedor por medio de un sistema de captación, filtración y monitoreo de pH para su posterior riego por goteo, promoviendo una gestión adecuada de recursos hídricos. El sustrato presentó un alto contenido de arcilla, poca cantidad de materia orgánica y un pH alcalino y no proporciona las condiciones de nutrientes, pH y retención de humedad apropiados para que las plantas puedan prosperar adecuadamente. Los resultados obtenidos confirmaron que las propiedades del sustrato se mejoraron adecuadamente, aunque se identificaron variables climáticas como un desafío. La falta de lluvia durante todo el año destacó la necesidad de monitorear constantemente el pH del agua, recomendando el uso de sensores o medidores portátiles. El proyecto cumplió sus objetivos y planteó estrategias de mejora para garantizar la sostenibilidad y el impacto positivo en el ecosistema.

Palabras clave

Sustentable, polinización, sustrato, fertilizante.

Abstract

In this project we aimed to improve the conditions of the Sustainable Pollinator Garden at the Colegio Altum de Mexico Sistema UPAEP, by modifying the pH of rainwater and tap water. This water would be stored in a container equipped with a collection, filtration, and pH monitoring system for subsequent drip irrigation, promoting adequate management of water resources. Since the substrate has a high clay content, low organic matter, and an alkaline pH, it doesn't provide the proper nutrient levels, pH, and moisture retention conditions for plants to thrive adequately. The results obtained confirmed that the substrate properties were adequately improved, although climatic variables were identified as a challenge. The lack of rainfall throughout the year highlighted the need to constantly monitor water pH, recommending the use of sensors or portable meters.

The project met its objectives and proposed improvement strategies to guarantee sustainability and positive impact on the ecosystem.

Key Words

Sustainable, pollination, substrate, fertilizer.

Introducción

Un jardín polinizador es un espacio donde se encuentran plantas que ayudan a conservar a los polinizadores porque producen néctar y polen para alimentarlos o funcionan como hospederas. Al mismo tiempo, son un espacio donde los polinizadores pueden reproducirse. Estos jardines tienen como fin cumplir ciertos objetivos, como fomentar la biodiversidad, ayudar a la reproducción de plantas, apoyar la salud de los ecosistemas y contribuir a la agricultura. (Secretaría del Medio Ambiente, 2020).

El colegio Altum de México participa en el programa Escuela Sustentable, por lo cual se sembró un jardín polinizador, pero las condiciones del sustrato no son las adecuadas para su óptimo desarrollo ya que el suelo es de tipo arcilloso y no retiene la humedad suficiente para su crecimiento y no proporciona la suficiente cantidad de nutrientes a las plantas. Este proyecto busca promover la captación y el uso eficiente del agua para contribuir a la conservación del recurso hídrico local, además de enriquecer el sustrato del jardín polinizador modificando el pH del suelo a través del agua de riego y adición de fertilizantes para el desarrollo óptimo de las plantas.

Marco teórico

La captación de agua es un proceso fundamental en la gestión sostenible de recursos hídricos, especialmente en regiones donde el acceso a fuentes de agua segura es limitado. Esta práctica implica la recolección y almacenamiento de agua proveniente de fuentes naturales como precipitaciones pluviales, ríos y manantiales, para satisfacer diversas necesidades humanas y agrícolas.

Por otro lado, los suelos tienen propiedades como el color, textura, estructura, consistencia, densidad, pH, fertilidad y son el soporte de muchos tipos de plantas. El suelo está compuesto de sólidos (minerales y materia orgánica) líquidos (agua y sustancias disueltas), gases (en su mayoría oxígeno y dióxido de carbono) y contiene organismos vivos. Todos estos elementos proveen las propiedades físicas y químicas (Hanna Instruments, s.f).

Manejar el suelo de manera apropiada es necesario para preservar su fertilidad, obtener mayor rendimiento y respetar el ambiente. La lectura de los suelos por otra parte es necesaria para manejarlo de manera apropiada. (Hanna Instruments, s.f).

Metodología

Se realizó una búsqueda de información de las plantas que se encuentran en el jardín polinizador para conocer sus requerimientos y se realizaron análisis del suelo donde se encuentra el jardín para determinar si las condiciones eran las adecuadas para su desarrollo. El análisis se realizó tanto al suelo del jardín como a una muestra de tierra negra como comparativo.

Para la identificación de presencia de materia orgánica se tomó una muestra de 10 g de suelo y se humedeció ligeramente con agua, se aplicaron unas gotas de agua oxigenada y si el suelo es muy orgánico se producirá una cierta efervescencia, si no la hay el suelo es pobre en materia orgánica.

Para la determinación de textura del suelo se usó el método de sedimentación, en el cual se pesaron 100 gramos de suelo tamizado y se mezclaron con 70 ml de agua para calentarlo a fuego lento hasta una temperatura media de 50°C con agitación constante. Se añadió muy lentamente 20 ml de peróxido de hidrógeno agitando continuamente hasta que se separó totalmente la materia orgánica. Se agregó la mezcla a la probeta de 250 ml y se adicionaron 100 ml de agua, se dejó sedimentar por una hora para posteriormente medir y con el triángulo de textura se determinó el tipo de suelo con la distribución de arena, limo y arcilla (Figura 1).

Figura 1. Análisis de materia orgánica y textura.

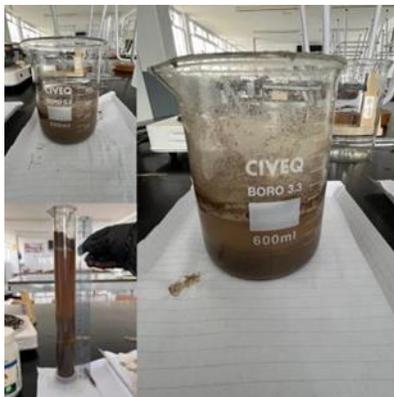


Figura 2. Determinación de K, P y N.



Fuente. Autoría propia.

Para la determinación de K, P y N. Se tomaron muestras de suelo a 1, 15 y 30 cm de profundidad, las cuales se homogeneizaron, se secaron en horno y se tamizaron, después se pesó 1g de cada tipo de suelo y se preparó una solución acuosa en relación 1:1. Al líquido sobrenadante se le añadieron 3 gotas de cada reactivo. Los test de fósforo y nitrógeno son colorimétricos, el color que se desarrolla corresponde a la fertilidad del suelo y para leerlo el color se debe comparar con la tabla de color. El test para potasio es turbidimétrico, es decir, si hay potasio en la muestra, se formará turbiedad (Figura 2).

Para medir el pH, (previa calibración del pH metro) se mezclaron muestras de suelo seco tamizado (tomado a una profundidad de 15 cm) con agua destilada hasta que el suelo y el líquido estén en equilibrio para poder medir el pH con precisión. Para este protocolo se utiliza una solución de suelo/agua en relación 1:1.

Para acidificar la muestra de agua potable se determinó experimentalmente la concentración de sulfato ferroso para alcanzar el pH idóneo para el agua de riego, calculando la concentración masa/volumen con base a la variación de pH (Figura 3).

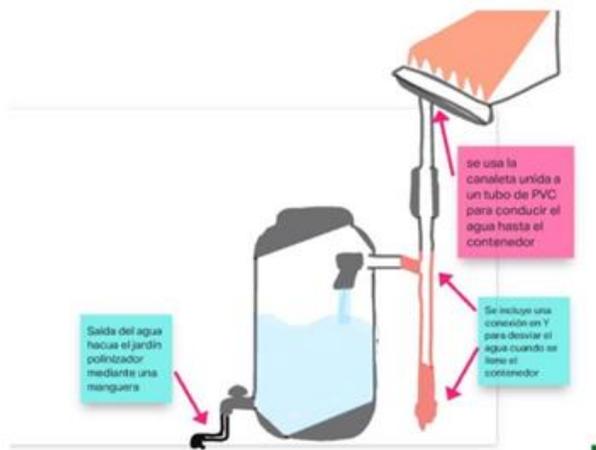
Figura 3. Modificación de pH.



Fuente. Autoría propia.

Se diseñó un prototipo para la captación, filtrado y riego del agua, según las características en la que estaría ubicado. El agua será recolectada mediante un tubo de PVC que hará llegar el agua al contenedor por deslizamiento para que pueda ser almacenada, posteriormente se le va a agregar de forma manual el sulfato ferroso de acuerdo a las cantidades mostradas en la tabla 2.

Figura 4. Prototipo.



Fuente. Autoría propia.

Resultados y discusión

Los resultados del análisis fisicoquímico del suelo se presentan en la Tabla 1.

Los resultados de la determinación de la concentración de la solución de sulfato ferroso vs pH se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Concentración de la solución de sulfato ferroso vs pH.

CARACTERÍSTICAS	TIPO DE SUELO	RESULTADO
1. Medición de pH	Suelo del jardín	pH=8.0
	Tierra negra	pH=7.3
Determinación de Fósforo	Suelo del jardín	100 mg/l
	Tierra negra	200 mg/l
Determinación de Nitrógeno	Suelo del jardín	200 mg/l
	Tierra negra	350 mg/l
Determinación de Potasio	Suelo del jardín	50 mg/l
	Tierra negra	120 mg/l
Presencia de materia orgánica	Suelo del jardín	Escasa
	Tierra negra	Muy abundante
Determinación de Textura del suelo	Suelo del jardín	cambisol
	Tierra negra	vertisol

CONCENTRACIÓN DE FeSO ₄ (g/100 ml)	pH
0.2	6.40
0.4	5.69
0.6	5.5
0.8	5.08

Fuente. Autoría propia.

Para igualar el pH del agua potable de agua de lluvia se le agrega cierta cantidad de sulfato ferroso de acuerdo a la siguiente gráfica (Donde X representa la cantidad de sulfato ferroso agregado a 100 ml de agua y la variable Y representa el pH).

Gráfica 1. Gráfica función.

x :	y ₁ :
0.2	6.4
0.4	5.69
0.6	5.5
0.8	5.08

Fuente. Autoría propia.

Al elaborar el prototipo se tomaron en cuenta varios aspectos como qué pasaría si nuestro contenedor se llegara a llenar por lo cual se decidió incluir una derivación en forma de Y con un flotador para así en el momento en el que el contenedor se llene, éste se cierre y comience a desviar el agua hacia el drenaje como originalmente se hacía.

Una vez captada el agua en el contenedor, se mide el pH ya que éste puede variar debido a que cuando no llueve se llenará con agua potable por lo que se realizan mediciones periódicas de pH con un pH metro de bolsillo y empleando la fórmula obtenida se calcula la cantidad de el sulfato ferroso que debe añadirse para modificar su pH y posteriormente esta agua se usó para el riego del jardín, a través de una manguera que contiene perforaciones para un riego por goteo al jardín para así proporcionarle la humedad y pH que éste necesita.

Para la fertilización del suelo se aplicó en la muestra problema de 1-4 cucharitas de producto (fertilizante triple 17) por planta, se distribuyó alrededor de la planta en forma de círculo sin tocar el tallo a 15 cm. Se debe repetir la aplicación cada tres meses.

Conclusiones

El sistema de captación, filtración, almacenamiento de agua y riego sustentable, propicia una gestión adecuada de los recursos hídricos contribuyendo al riego de nuestro jardín polinizador. Con las modificaciones al pH del agua potable se propiciaron condiciones adecuadas al sustrato para el desarrollo óptimo de las plantas ya que el suelo de este no cumplía con las condiciones adecuadas para su desarrollo. La modificación de las características químicas del sustrato a través de la aplicación de fertilizantes inorgánicos como el Potasio, Nitrógeno y Fósforo.

Así mismo con nutrientes orgánicos como el abono de borrego. Por lo que podemos concluir que los objetivos planteados se cumplieron satisfactoriamente. En base a los resultados obtenidos en las plantas del jardín muestra que las propiedades del sustrato fueron modificadas correctamente después de realizar pruebas con distintos nutrientes y al comprobar la hipótesis se pudo observar que surgieron distintas variables en cuanto a las condiciones del clima. Las dificultades que se presentaron en el desarrollo del proyecto fueron diversas como el hecho de que no llueve durante todo el año por lo que se sugiere estar monitoreando constantemente con ayuda de un sensor de pH o un pH metro de bolsillo para que en caso de ser necesario se pueda modificar el agua potable para llegar a un pH similar al del agua de lluvia.

Para mejorar la cantidad de materia orgánica se buscará abonar el suelo con biofertilizantes a base de abono de vaca, ya que la aplicación de éste tipo de abono al tepetate mejora las características físicas, químicas y bioquímicas del mismo, pero se buscará una manera de acelerar el proceso de descomposición y enriquecimiento del biofertilizante a través de adición de agua, ceniza y melaza, pero se tendrían que hacer pruebas para encontrar la adecuada concentración para su uso, esto se pensó debido a que la escuela se encuentra cerca de un rancho donde tienen ganado vacuno y es una buena fuente de estiércol.

Referencias

De León, F., Hernández, M., Etchevers, J., Payan, F., & Ordaz, V. (2000). Short-term compost effect on macro aggregation in a sandy soil under low rainfall in the valley of Mexico. *Science Direct*.

Ginés, L., & Mariscal, I. (2002). Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo.

Hanna Instruments. (s.f.). Manejo de ciencia de los suelos: Manual para test de suelos.

Ochoa Balboa, L. J. (2023). Implementación y desarrollo de jardines polinizadores en el distrito de San Isidro, Lima.

CAPÍTULO III

MEDIO SUPERIOR

Yelitzi: Plato biodegradable a base de hoja de *Musa Paradisiaca* con Gliadinas y Gluteninas

López-Velázquez, Dayanni; Salazar-Hernández, Ariadna; Sosa-Pardo, Martín Mauricio. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala

Media Superior

Área: Medio Ambiente

Resumen

El proyecto de platos biodegradables hechos con hojas de plátano (*Musa paradisiaca*) y harina de trigo tiene como objetivo ofrecer una solución sostenible al problema de los plásticos de un solo uso, reduciendo su impacto ambiental. Se emplearon hojas de plátano como base principal por su resistencia y flexibilidad, mientras que la harina de trigo, rica en *gliadinas* y *gluteninas*, se utilizó como agente endurecedor, proporcionando mayor durabilidad para alimentos semisólidos y sólidos. La metodología incluyó la selección y tratamiento de hojas de plátano, el diseño de moldes biodegradables y la evaluación de resistencia mecánica y biodegradabilidad.

Los resultados demostraron que los platos tienen una vida útil adecuada para diversas aplicaciones y se degradan en menos de 60 días en condiciones naturales. Esto contribuye significativamente a la disminución de la huella de carbono y la contaminación por plásticos. Además, el uso de materiales locales favorece la economía regional y genera empleo en comunidades productoras. Este proyecto representa una alternativa viable, económica y sostenible para la fabricación de utensilios desechables, con un impacto positivo tanto en el medio ambiente como en el desarrollo comunitario, promoviendo un cambio hacia prácticas más responsables y ecológicas.

Palabras clave

Platos biodegradables, Hojas de Plátano, Gliadinas, Gluteninas, Plásticos Desechables

Abstract

The project of biodegradable plates made from banana leaves (*Musa paradisiaca*) and wheat flour aims to provide a sustainable solution to the problem of single-use plastics, reducing their environmental impact. Banana leaves were used as the primary base due to their strength and flexibility, while wheat flour, rich in gliadins and glutenins, was used as a hardening agent, enhancing durability for semi-solid and solid foods. The methodology included selecting and treating banana leaves, designing biodegradable molds, and evaluating mechanical resistance and biodegradability.

The results showed that the plates have an adequate lifespan for various applications and degrade in less than 60 days under natural conditions. This significantly contributes to reducing the carbon footprint and plastic pollution. Additionally, the use of local materials supports the regional economy and generates employment in producing communities. This project represents a viable, economical, and sustainable alternative for manufacturing disposable utensils, with a positive impact on both the environment and community development, promoting a shift toward more responsible and eco-friendly practices.

Key Words

Biodegradable plates, Banana leaves, Gliadins, Glutenins, Disposable plastics.

Introducción

La proliferación de plásticos desechables es uno de los desafíos ambientales más urgentes de la actualidad, contribuyendo significativamente a la contaminación del suelo y los océanos. Este proyecto aborda este problema mediante la investigación y desarrollo de platos biodegradables utilizando hojas de plátano (*Musa paradisiaca*) y una mezcla de harina de trigo que aporta gliadinas y gluteninas. El objetivo principal es crear una alternativa sostenible a los plásticos de un solo uso, reduciendo su impacto ambiental y promoviendo prácticas de producción y consumo más responsables.

Este proyecto se justifica en la necesidad de mitigar los efectos negativos del uso masivo de plásticos, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 12: Producción y Consumo Responsables, y 13: Acción por el Clima. La investigación se llevó a cabo en comunidades agrícolas locales durante el año 2023, aprovechando recursos renovables como las hojas de plátano, lo que también contribuye al desarrollo económico local y la generación de empleo.

Metodológicamente, el proyecto consistió en la recolección de hojas de plátano, la preparación de una mezcla de harina de trigo y la fabricación de prototipos de platos biodegradables, evaluando su resistencia, flexibilidad y capacidad de biodegradación. Esta iniciativa no solo ofrece una solución práctica al problema de los plásticos desechables, sino que también promueve la sostenibilidad y el desarrollo comunitario, con un enfoque hacia la creación de un futuro más limpio y saludable.

Marco teórico

1. Plásticos Desechables y su Impacto Ambiental

Los plásticos desechables se han convertido en uno de los mayores problemas ambientales de la era moderna. Según la Agencia de Protección Ambiental (EPA, 2021), estos materiales contribuyen significativamente a la contaminación de océanos y suelos, afectando la vida marina y los ecosistemas terrestres. La persistencia de los plásticos en el medio ambiente y su lenta degradación subraya la necesidad urgente de buscar alternativas sostenibles (Jambeck et al., 2015).

2. Materiales biodegradables y su eficiencia

Los materiales biodegradables ofrecen una solución prometedora para mitigar el impacto de los plásticos. Según la literatura, los productos biodegradables, como los fabricados con fibras vegetales, tienen el potencial de descomponerse en condiciones naturales sin dejar residuos tóxicos (Kumar et al., 2018). La investigación de Choi et al. (2019) demuestra que los materiales derivados de fuentes naturales, como hojas de plátano, pueden ofrecer propiedades comparables a las de los plásticos convencionales, con la ventaja adicional de ser biodegradables.

3. Hojas de plátano como material de base

Las hojas de plátano han sido utilizadas tradicionalmente en varias culturas para envasar alimentos debido a su disponibilidad y propiedades naturales. Según Prat *et al.* (2013), estas hojas poseen características como resistencia y flexibilidad que las hacen adecuadas para aplicaciones en productos desechables. Además, su uso promueve el aprovechamiento de recursos renovables y reduce el desperdicio (Singh et al., 2020).

4. Gliadinas y gluteninas en la producción de platos

La harina de trigo es rica en proteínas como las *gliadinas* y *gluteninas*, que actúan como agentes endurecedores en la producción de productos biodegradables. De acuerdo con la investigación de Haug *et al.* (2017), estas proteínas contribuyen a mejorar la resistencia y durabilidad de los productos al formar una red de gluten que refuerza la estructura del material. La incorporación de harina de trigo en el proceso de fabricación de platos biodegradables ofrece una combinación eficaz de propiedades mecánicas y biodegradabilidad.

5. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Este proyecto está alineado con los ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) y 13 (Acción por el Clima). La reducción de residuos plásticos y el fomento de prácticas de producción sostenibles son fundamentales para alcanzar estos objetivos. Según el informe de Desarrollo Sostenible de la ONU (2020), el uso de materiales renovables y biodegradables contribuyen a la disminución de la huella de carbono y al desarrollo de economías circulares.

Metodología

El proceso metodológico para desarrollar los platos biodegradables elaborados con hoja de plátano adicionados con una mezcla de harina de trigo como endurecedor puede seguir los siguientes pasos:

1. Investigación y selección de materiales: Se realiza una investigación exhaustiva sobre las propiedades físicas, químicas y mecánicas de las hojas de plátano y la harina de trigo. Esta etapa incluye la evaluación de características como flexibilidad, resistencia natural, composición química y biodegradabilidad. Además, se exploran métodos de procesamiento y fabricación de materiales biodegradables utilizados en estudios previos. Se seleccionan las variedades de hojas de plátano más adecuadas y se definen las proporciones óptimas de harina de trigo, garantizando una mezcla equilibrada que permita obtener un material resistente y biodegradable. Esta etapa es fundamental para asegurar que los materiales utilizados sean sostenibles y de alta calidad.

2. Desarrollo del proceso: Se realizan pruebas y experimentos para crear una receta que combine las hojas de plátano y la harina de trigo de manera efectiva. La meta es lograr un material compuesto que cumpla con los estándares de resistencia, durabilidad y biodegradabilidad necesarios para los platos. Las pruebas incluyen la determinación de la mejor relación entre los materiales y el análisis de la reacción de los componentes bajo diferentes condiciones. Este desarrollo asegura un producto funcional y ecológico desde su concepción.

3. Procesamiento de materiales: Se diseñan procedimientos específicos para preparar los materiales. Las hojas de plátano son limpiadas, secadas y trituradas para facilitar su manejo y maximizar su potencial estructural. La harina de trigo se mezcla y amasa cuidadosamente con las hojas procesadas, añadiendo otros ingredientes si es necesario para mejorar las propiedades del material. Esta etapa asegura una mezcla homogénea y estable, lista para el siguiente paso de fabricación.

Figura 1. Selección de la hoja de plátano



Fuente. Autoría propia.

Figura 1.1. Pulpa de la hoja de plátano mezclado con el endurecedor.



Fuente. Autoría propia.

4. Fabricación de los platos: Utilizando moldes de metal, se moldean los platos mediante técnicas como prensado en caliente o moldeo por compresión. Estas técnicas permiten obtener platos con las características deseadas, como resistencia y flexibilidad. Los procesos de moldeo y secado son optimizados para garantizar uniformidad en el producto final. Esta etapa es clave para transformar los materiales procesados en productos funcionales y listos para pruebas de calidad.

Figura 1.2. Molde.



Fuente. Autoría Propia

Figura 1.3. Mejora del producto final.



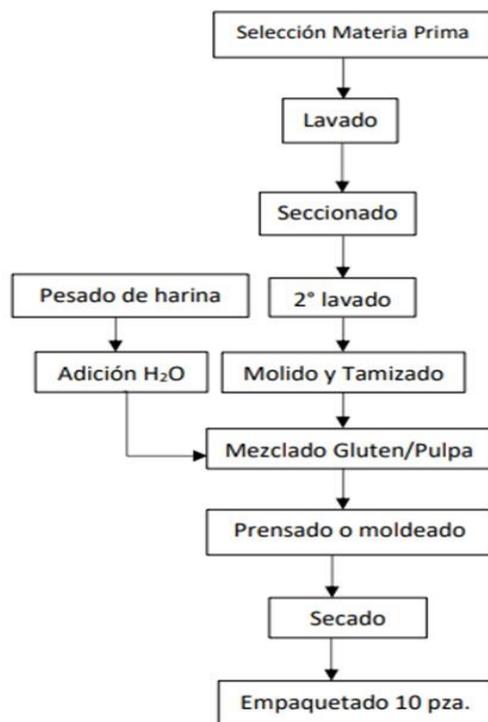
Fuente. Autoría propia.

5. Evaluación de calidad: Se realizan pruebas microbiológicas de laboratorio y pruebas de campo para evaluar parámetros como resistencia mecánica, durabilidad, capacidad de barrera frente a la humedad, y biodegradabilidad. Estas pruebas incluyen análisis de resistencia a la humedad, pruebas de degradación biológica y estudios de ciclo de vida (LCA) para medir el impacto ambiental del producto. La importancia de esta etapa radica en garantizar que el producto cumpla con estándares de calidad y sostenibilidad, asegurando su viabilidad comercial y ecológica.

6. Optimización del proceso: Con base en los resultados de las pruebas de calidad, se ajustan las proporciones de este enfoque proporciona un marco metodológico claro, destacando la importancia de cada etapa para garantizar un producto final que sea funcional, sostenible y competitivo en el mercado.

7. Escalado y producción en masa: Una vez validado un proceso de fabricación eficiente, se escala la producción para satisfacer la demanda del mercado. Esto incluye la adquisición de materiales en volumen, el uso de maquinaria especializada y la implementación de protocolos de control de calidad para garantizar la consistencia del producto. También se desarrollan estrategias logísticas para una distribución eficiente.

Figura 1.4. Diagrama de Flujo Elaboración de Plato Biodegradable a base de *Musa paradisiaca* con Gliadinas y Gluteninas.



Fuente. Autoría propia.

Resultados y discusión

La investigación sobre la fabricación de platos biodegradables a partir de hojas de plátano y harina de trigo ha mostrado resultados positivos en términos de mejorado significativamente la durabilidad del material, proporcionando una estructura más firme y estable.

Los análisis de biodegradabilidad han demostrado que los platos se descomponen de manera efectiva en condiciones naturales, contribuyendo a la reducción de residuos plásticos y a la disminución de la huella de carbono. Comparado con los plásticos desechables convencionales, estos platos biodegradables presentan un impacto ambiental considerablemente menor.

Desde una perspectiva económica y social, el uso de materiales locales como las hojas de plátano y harina de trigo ha fomentado el desarrollo de la economía local y generado nuevas oportunidades de empleo en las comunidades productoras.

Esta iniciativa no solo proporciona una alternativa eco amigable a los productos de un solo uso, sino que también respalda los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la producción y consumo responsables y la acción por el clima. Los resultados indican que este enfoque innovador tiene el potencial de transformar la industria de utensilios desechables hacia opciones más sostenibles y responsables.

Conclusión

La investigación sobre los platos biodegradables fabricados con hojas de plátano y harina de trigo ha demostrado que esta alternativa es efectiva y prometedora frente a los plásticos desechables. Los platos no solo ofrecen una resistencia y flexibilidad adecuadas, sino que también se descomponen de manera eficiente en condiciones naturales, reduciendo el impacto ambiental. La incorporación de materiales locales no solo aborda preocupaciones ambientales, sino que también fomenta el desarrollo económico y la creación de empleo en las comunidades productoras.

La transición hacia productos biodegradables como estos platos representa un paso significativo hacia una producción y consumo más responsables, así como una contribución positiva a la acción por el clima. En conjunto, los resultados destacan el potencial de esta iniciativa para transformar el mercado de utensilios desechables y promover un futuro más sostenible.

Referencias

Kumar, S., Ghosh, P., & Verma, P. (2018). Biodegradable materials: Concepts, applications, and recent advances. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 6(3), 1–18.

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771.

Singh, S., & Kumar, S. (2020). Banana leaf: A green and sustainable material for biodegradable food packaging. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 26871–26884.

Haug, W. A., Berenji, M., & Mahajan, M. (2017). Role of gliadins and glutenins in the fabrication of biodegradable composites. *Food Hydrocolloids*, 68, 224-233.

Gomitas a base de *Opuntia joconostle* y *Beta vulgaris*. “Paccanemi”

Pineda-Valencia, Ma. Sara; Galindo-Garrido, María Elena; Cervantes-Nava, Melanye. CECyTE 07 Ahuashuatepec.

Media Superior

Área: Agropecuaria y alimentos

Resumen

En el presente proyecto se encuentra la definición, características y beneficios de las materias primas (*Opuntia joconostle* y *Beta vulgaris*), al igual que las características y propiedades que debe cumplir un suplemento alimenticio. Se mencionan los análisis que evalúan la calidad de las materias primas y del producto terminado, de acuerdo con las normas vigentes. El extracto de betabel se realiza en caliente a una temperatura de 96°C, con un triturado posterior y un filtrado con malla de 80 micras. El extracto de Xoconostle se realiza a través de un prensado en frío. Para la elaboración de las gomitas se realiza a través de un proceso de coagulado en frío. El producto obtenido cumple con las normas vigentes al comprobarse a través de los análisis realizados, concluyendo que este puede ser consumido por toda persona que guste de este suplemento.

Palabras clave

Opuntia joconostle, *Beta vulgaris*, gomitas.

Abstract

This project contains the definition, characteristics and benefits of the raw materials (*Opuntia joconostle* and *Beta vulgaris*), as well as the characteristics and properties that a food supplement must meet. The analyzes that evaluate the quality of the raw materials and the finished product are mentioned, in accordance with current standards. The beet extract is made hot at a temperature of 96°C, with subsequent crushing and filtering with an 80micron mesh. The Xoconostle extract is made through cold pressing. To make the gummies, it is done through a cold coagulation process. The product obtained complies with current standards when verified through the analyzes carried out, concluding that it can be consumed by anyone who likes this supplement.

Keywords

Opuntia joconostle, *Beta vulgaris*, gummie

Introducción

Las enfermedades cardiovasculares, se refiere a un grupo de trastornos que afectan al corazón y los vasos sanguíneos. La prevención y el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares pueden implicar cambios en el estilo de vida, como dejar de fumar, una dieta saludable, hacer ejercicio, controlar presión arterial y colesterol, tomar medicamentos según lo recetado por un médico.

El presente trabajo tiene como objetivo principal, la elaboración de gomitas a base de *Opuntia joconostle* y *Beta vulgaris* con la finalidad de evitar o disminuir las enfermedades cardiovasculares.

Para el logro del objetivo se requiere de una investigación bibliográfica, además de realizar a las materias primas como al producto terminado, los análisis sensoriales, físicos, químicos y microbiológicos necesarios, en función de lo que marcan las normas vigentes.

El presente proyecto se fundamenta principalmente en el objetivo dos, de la agenda 2030: desarrollo sostenible (ODS): Hambre cero, ya que, contribuye para conservar los alimentos además cuidar la salud con una nutrición adecuada.

Paccanemi, propone un producto innovador que promueve la salud cardiovascular. Las gomitas son dulces que la mayoría de la población consume por lo tanto es una opción saludable y atractiva que se puede incorporar en la dieta diaria, fomentando hábitos alimenticios más saludables y reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Para elaborar las gomitas se recolectan y seleccionan las materias primas, se lavan, se pesan y se mezclan hasta homogeneizar. Enseguida se somete la mezcla a un proceso de calentamiento y se eliminan las burbujas de aire, se vierte en moldes y se deja enfriar a una temperatura de 6°C, hasta que solidifique la gomita. Se procede al desmoldado y se aplica un poco de almidón de maíz para absorber la humedad de las gomitas y evitar que se peguen, se envasan y empacan para su posterior distribución.

Marco teórico

El *Opuntia joconostle*, conocido comúnmente como xoconostle, es un fruto cuyo nombre proviene del náhuatl, "xococ" que significa agrio y "nochtli" se refiere a la tuna, tuna agria. (Figueroa, A, L. Canseco, A, A., 2020).

Este fruto agrio ha sido objeto de estudios debido a su contenido nutricional y potenciales beneficios para la salud. De acuerdo con investigaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el consumo del xoconostle fresco, incluyendo la cáscara, provee una cantidad significativa de antioxidantes, los cuales son cruciales para la prevención del estrés oxidativo en el organismo (INIFAP, 2020).

Además, estudios llevados a cabo por la Universidad de Guadalajara y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en Jalisco, han señalado que el consumo de la cáscara de xoconostle contribuye al control de la glucosa sérica en pacientes con diabetes tipo 2. Este efecto puede deberse a los compuestos bioactivos presentes en la cáscara, que también influyen en la regulación de los niveles de colesterol y triglicéridos, previniendo así el desarrollo de dislipidemias en estos individuos (González et al., 2021; IMSS Jalisco, 2022).

El xoconostle, gracias a su rico perfil nutricional, es una alternativa excelente para incorporar en dietas que buscan fortalecer el sistema inmunológico y prevenir enfermedades asociadas con el estrés oxidativo y desequilibrios metabólicos (Sánchez, M., 2023).

El *Beta vulgaris*, comúnmente conocido como betabel o remolacha, es una raíz comestible que destaca por su alto contenido en nutrientes y compuestos bioactivos. Entre los componentes más estudiados se encuentran las betalaínas, los antioxidantes y los nitratos, que han demostrado tener efectos positivos sobre la salud cardiovascular (Hernández, R., & López, J., 2018).

Se ha observado que el consumo regular de jugo de betabel puede tener un impacto significativo en la reducción de la presión arterial. Un estudio realizado en el Reino Unido por Ahluwalia en el Hospital Barts y la Escuela de Medicina de Londres reveló que el consumo de medio litro de jugo de betabel al día contribuye a una reducción notable en la presión arterial (BBC News Mundo, 2010).

En dicho estudio, se observó que tanto el jugo de remolacha como las cápsulas de nitrato resultaron igualmente eficaces en la reducción de la presión arterial, lo que sugiere que el contenido de nitrato en el betabel es el responsable de este efecto beneficioso (BBC News Mundo, 2010).

Además, la investigación destaca que el nitrato inorgánico presente en el betabel se convierte en nitrito tras su ingesta, y posteriormente, los jugos gástricos transforman este nitrito en óxido nítrico, un compuesto que contribuye a la vasodilatación y, por ende, a la disminución de la presión arterial (BBC News Mundo, 2010).

Según la American Cancer Society (2021), el término suplemento alimenticio se refiere a una amplia variedad de productos que incluyen vitaminas, minerales, hierbas y otros productos botánicos, así como aminoácidos y enzimas. Estos suplementos pueden presentarse en diversas formas, tales como pastillas, gomas comestibles, polvos, líquidos, tés y barras.

Al combinar componentes como el xoconostle y el betabel, se podría obtener un suplemento con múltiples beneficios para la salud.

Este suplemento no solo contribuiría a la regulación de la presión arterial debido al contenido de nitratos del betabel, sino que también proporcionaría una cantidad significativa de antioxidantes y fibra dietética, ambos nutrientes esenciales para el funcionamiento óptimo del organismo. Los antioxidantes presentes en el xoconostle y el betabel

ayudan a combatir el estrés oxidativo, reduciendo el riesgo de enfermedades crónicas (Díaz, E., 2024). Por otro lado, la fibra dietética favorece la salud digestiva y puede contribuir a la reducción del colesterol, mejorando así la salud cardiovascular (IMSS Jalisco, 2022). En conjunto, estas propiedades hacen que el suplemento de xoconostle y betabel sea especialmente beneficioso para el mantenimiento de un sistema cardiovascular saludable, promoviendo una mejor calidad de vida.

Figura 1. Beneficios de "PACCANEMI"



Fuente. Autoría propia.

Metodología

Tipo de investigación

El presente estudio es de tipo experimental y busca desarrollar gomitas utilizando materias primas naturales, específicamente extractos de *Opuntia joconostle* y *Beta vulgaris*, para evaluar sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Se propone la hipótesis de que la inclusión de estas materias primas no solo mejora el valor nutricional de las gomitas, sino que también influye positivamente en sus características organolépticas.

Diseño experimental

El diseño experimental se basó en un enfoque cuantitativo, utilizando diferentes concentraciones de las materias primas para evaluar su impacto en las propiedades finales de las gomitas.

Variables

Las variables independientes fueron las concentraciones de *Opuntia joconostle* y *Beta vulgaris*, mientras que las variables dependientes incluyeron la textura, el color, la dureza, el sabor y la aceptación sensorial de las gomitas.

Procedimientos

Preparación de las materias primas

Opuntia joconostle: Se seleccionaron frutos frescos, se lavaron y desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 2%. Luego, los frutos fueron pelados, triturados y se extrajo su pulpa mediante tamización.

Beta vulgaris: Se utilizaron raíces frescas, las cuales fueron lavadas y peladas. Se realizó una ebullición a 94°C durante 30 minutos hasta su cocción. Posteriormente se trituró y tamizó para eliminar impurezas.

Formulación de las gomitas

Se desarrollaron tres formulaciones principales, variando la proporción de *Opuntia joconostle* y *Beta vulgaris*. Los otros compuestos empleados fueron colapez (como base de las gomitas), pectina, miel, y ácido cítrico. Las proporciones exactas fueron ajustadas para evaluar el impacto de las concentraciones de las materias primas sobre las características finales del producto.

Tabla 1. Formulaciones probadas.

Materias	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Colapez	2.4%	8.3%	11.9%
Pectina	0%	0.08%	0.07%
Miel	43.5%	41.5%	39.9%
Extracto de Xoconostle	26.1%	24.95%	23.95%
Extracto de Betabel	26.1%	24.95%	23.95%
Ácido cítrico	1.7%	0.08%	0.07%

Fuente. Autoría propia.

Preparación de las gomitas

Se incorporó la mezcla de extracto de ambas materias primas (*Opuntia joconostle* y *Beta vulgaris*) para posteriormente ser sometidas a calor dentro de un recipiente de cocción, hasta alcanzar los 80°C. La miel se agrega y mezcla, hasta homogeneizar, para luego incorporar la colapez (previamente hidratada), ácido cítrico y pectina. Posteriormente, la mezcla se agrega a los moldes para su solidificación en refrigeración (6°C). Transcurridos 20 minutos, se desmoldan, y se recubren con almidón de maíz, para evitar que las gomitas se peguen entre sí y mejorar su apariencia.

Análisis sensorial

Se llevó a cabo una evaluación sensorial calificando las gomitas en función de su sabor, textura, color, etc. Se empleó una escala hedónica de 9 puntos para obtener los datos cuantitativos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Análisis sensoriales.

Gomitas	Resultado	% de respuestas
Análisis		
Color	Rojo	100
Olor	Agridulce	85
Sabor	Betabel ácido	90
Textura	Suave	100
Estado físico	Sólido	100
Forma	Cuadrada	100

Fuente: Autoría propia.

Recursos utilizados

Equipo de laboratorio: Se utilizó un refrigerador de laboratorio para solidificación del producto.

Reactivos: Se utilizó ácido cítrico, pectina, y colapez como reactivos en la formulación de las gomitas. Para el análisis de datos, se está trabajando en un análisis estadístico de las pruebas sensoriales y la evaluación de la influencia de las variables en las propiedades de las gomitas.

Obtención de la información

Los datos se obtuvieron mediante pruebas fisicoquímicas y sensoriales realizadas a las muestras de gomitas. Las pruebas fisicoquímicas incluyen: pH, acidez, la medición de la dureza. Para la evaluación sensorial, se recopilaron los datos de los jueces mediante encuestas diseñadas específicamente para medir la aceptación en términos de sabor, textura, y color.

Tabla 3. Análisis Químicos

Análisis	Resultados	Norma
ph	4.0	3.0 - 4.5
Humedad	15%	10% - 20%
Aw	0.63	0.60 - 0.75
Azúcares	50%	40% - 70%
Acidez titulable	0.5%	0.3% - 0.7%
Dureza	5 N	3 - 6 N

Fuente: Autoría propia.

Análisis de los datos

Los datos recopilados en las diferentes formulaciones se analizan haciendo una comparación de los resultados obtenidos en los diferentes análisis y los marcados por las normas, para determinar la formulación que, de mejores resultados, determinando que la formulación 3 es la más idónea, ya que arroja los resultados marcados en la tabla 3, sus valores están dentro del rango marcado por cada norma como se describe a continuación:

a) Humedad

Rango: 10% - 20%

Las gomitas suelen tener un contenido de humedad relativamente bajo para mantener su textura y evitar el crecimiento microbiano.

b) pH

Rango: 3.0 - 4.5.

El xoconostle y el betabel aportan una acidez natural, y es importante mantener el pH bajo para garantizar la estabilidad del producto y evitar el crecimiento de bacterias y hongos.

c) Actividad de agua (Aw)

Rango: 0.60 - 0.75

Una actividad de agua baja es fundamental para prevenir el crecimiento de microorganismos. Las gomitas deben tener una Aw controlada para extender su vida útil.

d) Contenido de azúcares

Rango: 40% - 70%

El contenido de azúcares puede variar dependiendo de la receta, ya que los azúcares proporcionan dulzura y afectan la textura de las gomitas.

e) Acidez titulable

Rango: 0.3% - 0.7% en ácido cítrico equivalente.

El nivel de acidez afecta el sabor y la conservación del producto. Los ingredientes como el xoconostle, que tienen acidez natural, pueden influir en este valor.

f) Dureza

Rango: 3 - 6 N (Newtons)

La dureza de las gomitas debe ser controlada para garantizar una textura masticable, pero no demasiado dura. Se mide con un texturómetro.

Los análisis sensoriales. (Tabla 3).

g) Fibra dietética: 2g - 5g por porción (40g), dependiendo del contenido de xoconostle.

h) Azúcares totales: 20g - 30g por porción.

i) Proteínas: 0g - 1g por porción.

j) Grasas: 0g - 0.5g por porción.

k) Calorías: 100 - 150 kcal por porción.

l) Color

Rango: Dependiente del pigmento natural, el color debe ser uniforme y atractivo, relacionado con los pigmentos naturales del betabel (rojizo/morado) y del xoconostle (rosado/verdoso).

m) Sabor

Rango: Aceptación >75% en pruebas sensoriales.

Se espera que el producto tenga un buen balance entre dulzura y acidez, con sabores característicos de los ingredientes naturales.

Vida útil y estabilidad

Rango de vida útil: 6 - 12 meses, dependiendo de las condiciones de almacenamiento (temperatura, humedad relativa, exposición a la luz). Durante este periodo, los parámetros microbiológicos y sensoriales deben mantenerse dentro de los rangos establecidos.

Resultados y discusión

La elaboración de gomitas a base de *Opuntia Joconostle* y *Beta vulgaris* ha demostrado resultados favorables tanto en términos de sus características nutricionales como organolépticas y de estabilidad.

El xoconostle, rico en vitamina C y fibra, junto con el betabel, que aporta betalainas, ácido fólico, hierro y potasio, conforman una combinación de ingredientes con notables propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Estas características los hacen particularmente beneficiosos para la salud cardiovascular, contribuyendo a la prevención y disminución de enfermedades del corazón. A ello se suma el uso de miel como edulcorante natural, que refuerza la actividad antioxidante del producto final.

La formulación del suplemento resultó exitosa en cuanto a textura, obtenida mediante la incorporación de grenetina y pectina. La mezcla de estos agentes gelificantes proporcionó a las gomitas una consistencia adecuada, suave y agradable al paladar, mientras que el ácido cítrico contribuyó tanto a la conservación del producto como al equilibrio de sabores. Las evaluaciones sensoriales reflejaron una alta aceptación por parte de los consumidores, quienes apreciaron el balance entre el sabor ácido del xoconostle, la dulzura de la miel y el perfil terroso del betabel. Además, el color rojo intenso de las gomitas, proveniente de los pigmentos naturales, resultó ser visualmente atractivo y favorablemente percibido por los panelistas.

En conjunto, este suplemento alimenticio, presentado en forma de gomitas, no solo ofrece un aporte significativo a la dieta diaria, sino que también tiene el propósito de contribuir activamente a la prevención de enfermedades cardiovasculares. La materia prima seleccionada, con sus propiedades bioactivas, hacen del producto una opción saludable y conveniente para el consumidor, manteniendo además un atractivo perfil sensorial.

Conclusiones

El presente proyecto ha permitido desarrollar un producto innovador: gomitas a base de betabel y xoconostle, cuyo objetivo principal es contribuir a la salud cardiovascular. A lo largo del proceso, se realizaron diversas pruebas para lograr una formulación que, además de ser atractiva para el consumo, mantuviera las propiedades nutricionales de sus ingredientes principales. Tanto el betabel como el xoconostle son conocidos por sus efectos positivos en la reducción de riesgos cardiovasculares, gracias a su alto contenido en antioxidantes, fibra, y compuestos bioactivos que ayudan a regular la presión arterial y reducir los niveles de colesterol.

El proceso de elaboración se centró en conservar la mayor cantidad posible de estos beneficios, a la vez que se creaba un producto accesible y de fácil consumo, ideal para incorporar a la dieta diaria de diferentes grupos poblacionales. Los resultados obtenidos indican que las gomitas desarrolladas no solo poseen una alta aceptabilidad sensorial, sino que también podrían ofrecer beneficios preventivos en la salud cardiovascular, contribuyendo así a la lucha contra enfermedades crónicas como la hipertensión y la aterosclerosis.

En conclusión, este proyecto demuestra que es posible combinar ingredientes naturales como el betabel y el xoconostle en productos funcionales y atractivos, con el potencial de incidir positivamente en la salud pública. Se espera que esta propuesta inspire nuevas investigaciones y desarrollos en la industria alimentaria, enfocadas en soluciones nutritivas y preventivas para problemas de salud tan comunes como los cardiovasculares.

Finalmente, se recomienda continuar con estudios adicionales para evaluar los efectos a largo plazo del consumo regular de estas gomitas en la salud cardiovascular, así como explorar otras combinaciones de ingredientes que puedan enriquecer aún más su perfil nutricional. Este proyecto no solo abre la puerta a nuevas oportunidades en el ámbito de la alimentación saludable, sino que también resalta la importancia de utilizar ingredientes locales y nutritivos en el desarrollo de productos innovadores.

Referencias bibliográficas

- BBC Mundo. (2010, 29 de junio). La remolacha reduce la presión arterial. BBC News Mundo.
https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnología/2010/06/100629_remolacha_reduce_presion_arterial_lh
- American Cancer Society. (s.f.). ¿Qué son los suplementos alimenticios? American Cancer Society.
<https://www.cancer.org/es/cancer/como-sobrellevar-elcancer/tipos-detratamiento/medicinacomplementaria-eintegral/suplementosalimenticios/que-son-lossuplementos-alimenticios.html>
- Vida y Estilo. (2021). El xoconostle ayuda a controlar el colesterol y la diabetes. Yahoo Noticias.
<https://es-us.vidaestilo.yahoo.com/xoconostleayuda-control-colesteroldiabetes181640376.html>
- González, M., Ramírez, P., & tf, L. (2021). Efecto del consumo de xoconostle sobre la glucosa en sangre. Universidad de Guadalajara.
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2022). Xoconostle y su efecto en la salud. IMSS Jalisco.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2020). Estudio sobre los antioxidantes en el xoconostle. INIFAP.
- Secretaría de Salud. (2009). NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Diario Oficial de la Federación.
<https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud/salud.htm>
- Kirk, R. S., Sawyer, R., & Egan, H. (Eds.). (2000). Composición y análisis de alimentos de Pearson. Compañía editorial continental, S.A de C.V.
- Díaz, E. (s.f.). Antioxidantes: aliados con la salud y la juventud. CINVESTAV.
<https://conexion.cinvestav.mx/Publicaciones/antioxidantesaliados-con-la-salud-y-lajuventud>
- Canseco, A. (s.f.). Catálogo II - Cocina mexicana. Issuu https://issuu.com/aranzacanseco1419/docs/cat_logo_ii_-_cocina_mexicana
- Sánchez, M. (2023). Efectos de los antioxidantes en la salud. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 27(1), 12-18.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112023000700002
- Hernández, R., & López, J. (2018). Antioxidantes en la cocina: beneficios y aplicaciones. Revista Chilena de Nutrición, 45(3), 234-240.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000300178
- Secretaría de Economía. (2010). NOM 051-SCFI/SSA1-2010, Etiquetado de alimentos y bebidas no alcohólicas.
- Secretaría de Economía. (2004). NMX F-608-NORMEX-2004, Productos alimenticios. Determinación de la composición nutricional.
- Secretaría de Economía. (1978). NMX F-317-S-1978, Productos alimenticios. Métodos de muestreo.
- Secretaría de Economía. (1994). NMX F-434-1994, Productos alimenticios. Determinación del contenido de humedad.
- Secretaría de Economía. (1997). NMX F-252-1997, Productos alimenticios. Determinación del contenido en proteínas.
- Secretaría de Economía. (1978). NMX F-347-1978, Productos alimenticios. Métodos para la determinación de grasas.
- Organización Internacional de Normalización. (1975). ISO 36-36:1975, Determinación del contenido de agua en productos alimenticios.
- Secretaría de Economía. (1993). NMX F-317-1993, Productos alimenticios. Métodos de muestreo.
- Secretaría de Salud. (2014). NOM-210-SSA1-2014, Prácticas sanitarias para el proceso y manejo de alimentos.
- Secretaría de Salud. (2009). NOM-251-SSA1-2009, Prácticas sanitarias en la elaboración de alimentos y bebidas no alcohólicas.
- Secretaría de Economía. (2012). NMX F-083-SCFI-2012, Productos alimenticios. Etiquetado nutrimental.
- Secretaría de Economía. (2004). NMX F-605-NORMEX-2004, Productos alimenticios. Métodos para la determinación del contenido en azúcares.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (2010). NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados - Información comercial y sanitaria.
- Secretaria de economía. (1994). NMX-F-434-1994, Productos alimenticios. Determinación de la actividad de agua.
- Secretaria de Salud. (2014). NOM-210-SSA1-2014, Prácticas de higiene en el proceso de alimentos.

Obtención del aceite de ricino de la semilla de higuera, a través de una extracción en frío por prensado continuo, para elaborar un antiinflamatorio que disminuya los dolores musculares.

Pineda-Valencia, Ma. Sara, Morales-Hernández, Cinthia; Gutiérrez-Muñoz, Gabriela. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado, plantel 07 Ahuashuatepec.

Media Superior

Área: Medicina y salud

Resumen

Este trabajo tiene como finalidad, obtener el aceite de ricino de la semilla de higuera, para elaborar un antiinflamatorio; aprovechando las propiedades del aceite obtenido, para ayudar a pacientes con problemas de artritis y dolores musculares. El proceso de obtención del aceite es a través de un prensado en frío y purificado en caliente. Para obtener el antiinflamatorio, se mezcla el aceite con un hidratante, lo que permite no solo disminuir los dolores musculares sino ayudar a una mejor apariencia de la piel.

Palabras clave

Aceite, ricino, anti inflamación, prensado en frío, dolor muscular.

Abstract

The purpose of this work is to obtain castor oil from the castor seed, to make an anti-inflammatory; taking advantage of the properties of the oil obtained to help patients with arthritis problems and muscle pain. The process of obtaining the oil is through cold pressing and hot purification. To obtain the anti-inflammatory, the oil is mixed with a moisturizer, which not only reduces muscle pain but also helps improve the appearance of the skin. The product obtained helps patients with diseases caused by muscle inflammation, since the components of the product help to hydrate the skin, but at the same time, by absorption through it, reduce muscle pain.

Keywords

Oil, castor, anti-inflammation, cold pressed, muscle pain.

Introducción

El 1.5% de las personas mayores de 60 años, sufre de artritis y el 41.5% de personas de todas las edades, sufren de dolores musculares. Por estas razones, el presente trabajo propone la elaboración de un antiinflamatorio teniendo como base el aceite de ricino, ya que las propiedades que este tiene, ayudan en gran medida a la disminución de la inflamación en las articulaciones. El aceite de ricino, es extraído de las semillas de la planta *Ricinus communis*, es un recurso natural con una amplia gama de aplicaciones industriales y medicinales. (El Bienestar, I. de S. P. (octubre 12).

Marco teórico

La higuera, posee diversas propiedades que hacen que sea una planta valiosa tanto en la industria como en la medicina. Es una fuente de ácido ricinoleico, utilizado en lubricantes industriales por su alta viscosidad y resistencia. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018).

Gracias a los beneficios que este producto contiene (hidratación, suavidad, y desinflamación), que ayuda para el cuidado de la piel para mantener hidratación, alivio de inflamaciones y dolores como artritis, musculares y afecciones cutáneas. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018).

La Medical News Today ha explorado el uso del aceite de ricino para el diagnóstico de enfermedades de piel y cara (antiinflamatorio, hidratante, y antimicrobiano), si bien el aceite de ricino contiene muchos químicos relacionados con la mejora de la salud de la piel, las investigaciones sobre los beneficios dermatológicos del aceite de ricino han sido limitadas. (Kandola, A. 2021).

Toxicidad (ricino)

Una toxina es un veneno natural generado por las células vivas de animales (caracoles, ranas, arácnidos y serpientes, entre otros), plantas, bacterias o algún otro organismo biológico. El uso de estas toxinas puede ser tanto constructivo, en el tratamiento de trastornos neurológicos y el cáncer, como destructivo (Heyndrickx y Heyndrickx, 1984).

El ricino o ricina es una proteína altamente tóxica proveniente de las semillas de higuera (*Ricinus communis*). Estas semillas contienen 50% de su peso en aceite, el cual es extraído y utilizado desde la antigüedad por su uso medicinal (Mazzani, 2007).

Sin embargo, se tiene un gran interés científico en estudiar a la ricina ya que genera una apoptosis celular, es decir, una autodestrucción celular que podría ser utilizada en el tratamiento contra el cáncer, especialmente al ser empleada como un constituyente de inmunotoxinas, así como una herramienta en el estudio del metabolismo de las proteínas (Lord, Roberts y Robertus, 1994).

En la Tabla 1, se muestra la familia de la planta higuera.

Tabla 1. Taxonomía (higuera)

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Traqueobinta</i>
Superdivisión:	<i>Spermatophyta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Subrosidae</i>
Orden:	<i>Euphorbiales</i>
Familia:	<i>Euphorbiaceae</i>
Género:	<i>Ricinus</i>
Especie:	<i>Ricinus communis L.</i>

Fuente. Egda María de Lourdes Correa Salgado, 2014.

Inflamación

La inflamación es una respuesta natural del cuerpo ante una lesión, infección o irritación. Es un mecanismo de defensa en el cual el sistema inmunológico envía células especializadas a la zona afectada para combatir patógenos, eliminar toxinas o reparar tejidos dañados. Los signos más comunes de inflamación son enrojecimiento, hinchazón, dolor, calor y, en algunos casos, pérdida de función. (Gruenwald, J., Brendler, T., & Jaenicke, C; 2004).

Existen dos tipos principales de inflamación:

Inflamación aguda: De corta duración y ocurre rápidamente después de una lesión o infección. Es un proceso beneficioso y necesario para la curación.

Inflamación crónica: Persistente y puede durar semanas, meses o incluso años. A menudo está relacionada con enfermedades como la artritis, enfermedades musculares o problemas autoinmunes (Al-Snafi, A. E. 2018)).

Para poder ayudar a disminuir la inflamación, las recomendaciones al aplicar el aceite de ricino en la zona afectada suelen ser de dos formas:

- Aplicar una compresa con aceite de ricino en la zona afectada puede ayudar a calmar la inflamación y reducir la hinchazón, se deja actuar durante unos 30-60 minutos.
- Aplicar aceite de ricino con ayuda de dos dedos en las áreas inflamadas y realizar un suave masaje puede ayudar a reducir el dolor y la inflamación, mejorando la circulación en la zona afectada (McKay, D. L., & Blumberg, J. B. (2006).

Dolores musculares

Los dolores musculares (también conocidos como mialgias) son una sensación de dolor, incomodidad o rigidez en los músculos. Estos dolores pueden afectar a uno o varios músculos y pueden estar causados por diversas razones, como:

Sobreesfuerzo físico: Realizar ejercicio intenso o movimientos repetitivos sin un calentamiento adecuado.

Lesiones: Golpes o traumatismos directos a los músculos.

Tensión muscular: Estrés o malas posturas que provocan tensión sostenida en ciertas áreas del cuerpo.

Infecciones virales: Enfermedades como la gripe pueden causar dolor generalizado en los músculos.

Los dolores musculares suelen desaparecer en unos días, pero en algunos casos pueden persistir si la causa subyacente no se trata (Gruenwald, J., Brendler, T., & Jaenicke, C; 2004).

El aceite de ricino es conocido por sus propiedades antiinflamatorias y analgésicas, gracias a su alto contenido en ácido ricinoleico, que puede ayudar a aliviar los dolores musculares de manera natural, el aceite de ricino aplicado con regularidad en áreas con tensión muscular (como la espalda o el cuello) puede ser útil para relajar los músculos y prevenir futuros episodios de dolor (Viera, A. J., & Tschan, J. M. 2010).

Metodología

El presente estudio es de tipo experimental y aplicado, ya que tiene como objetivo obtener el aceite de ricino a partir de la semilla de higuera mediante un proceso de extracción en frío por prensado continuo, con el fin de elaborar un antiinflamatorio natural para el tratamiento de dolores musculares. A su vez, se busca validar la eficiencia del aceite de ricino como agente antiinflamatorio, lo que implica la evaluación de sus propiedades terapéuticas en un contexto controlado.

Hipótesis

La hipótesis planteada es que el aceite de ricino obtenido por extracción en frío de las semillas de higuera tiene propiedades antiinflamatorias eficaces para la reducción de dolores musculares.

Variables

- **Variable independiente:** El proceso de extracción en frío del aceite de ricino.
- **Variable dependiente:** La efectividad del aceite como antiinflamatorio para la reducción del dolor muscular.
- **Variables controladas:** Temperatura de extracción, cantidad de semilla utilizada, pureza del aceite obtenido.

Procedimiento

Obtención de la semilla de higuera: Las semillas de higuera fueron seleccionadas de cultivos locales y debidamente limpias para garantizar la pureza del aceite. Se almacenaron en un lugar seco y fresco hasta su procesamiento.

Extracción en frío del aceite de ricino: Se utiliza una prensa continua de tornillo para extraer el aceite de las semillas de higuera. Este proceso se lleva a cabo a temperatura ambiente (entre 20°C y 25°C) para preservar las propiedades bioactivas del aceite. La cantidad de semilla utilizada fue de 1 kg por ciclo de extracción.

El Procedimiento consiste en:

- **Alimentación de la semilla** en la tolva de la prensa continua.
- **Prensado mecánico**, aplicando presión constante sin elevar la temperatura.
- **Filtrado** del aceite para eliminar impurezas y residuos sólidos de la semilla.
- **Almacenamiento del aceite** en frascos ámbar estériles para evitar su oxidación.
- **Elaboración del antiinflamatorio**: Una vez obtenido el aceite de ricino, se realizará mezclas con otros excipientes naturales para el desarrollo de una formulación antiinflamatoria tópica. La concentración del aceite se estandariza al 30% en la mezcla. El producto final se almacena en envases adecuados y debidamente etiquetados para la fase de análisis.

Recursos utilizados

- **Equipo**: Prensa continua de tornillo, balanza digital, frascos de vidrio ámbar, filtros de malla fina, termómetro, recipientes estériles para almacenamiento.
- **Materiales**: Semillas de higuera, frascos estériles, excipientes naturales (cera de abeja, aceite esencial de menta, etc.).
- **Personal**: Técnicos en laboratorio y personal capacitado en la operación del equipo de extracción.
- **Software**: Herramientas para el análisis estadístico de los datos obtenidos.

Resultados y discusión

Recolección de datos: Se lleva a cabo un registro de datos sobre la cantidad de aceite obtenido en cada ciclo de extracción, la pureza y calidad del aceite a través de pruebas fisicoquímicas, como índice de acidez, índice de peróxidos y perfil de ácidos grasos. Además, se lleva a cabo pruebas preliminares del antiinflamatorio en voluntarios para evaluar su efectividad en la reducción de dolores musculares.

Tabla 2. Pruebas de extracción de aceite.

Cantidad de semilla (gr)	Cantidad de aceite extraído (gr)	Pureza del aceite (%)
10	2.1	90
25	8.4	90
50	19	90
100	45	90

Fuente. Autoría propia.

La calidad del aceite de ricino se determina mediante diversos parámetros fisicoquímicos que garantizan su pureza, estabilidad y efectividad para usos específicos.

A continuación, se mencionan los principales **parámetros de calidad** que se evalúan en el aceite de ricino, así como los **estándares** aplicables para verificar su calidad:

Tabla 3. Parámetros de calidad del aceite de ricino.

Parámetro	Resultado	Norma
Índice de Acidez (mg KOH/g)	2.1 mg KOH/g	Menor a 2 mg KOH/g
Índice de Saponificación (mg KOH/g)	180 mg KOH/g	176-187 mg KOH/g
Índice de Peróxidos (meq O ₂ /kg)	11 meq O ₂ /Kg	Menor a 10 meq O ₂ /kg.
Índice de Yodo (g I ₂ /100g)	89 g I ₂ /100 g	82-90 g I ₂ /100g
Densidad (g/mL)	0.95 g/ml	0.960-0.970 g/mL a 20°C.
Viscosidad (mPas)	750 mPas	650-700 mPas a 25°C.

Índice de Refracción (a 40°C)	1.48	1.477-1.481.
Humedad y Materia Volátil (%)	0.49%	Menor al 0.5%.
Contenido de Cenizas (%)	0.18%	menor al 0.02%.

Fuente. Autoría propia.

Análisis de datos: Se emplearon técnicas, gravimétricas y volumétricas para realizar los análisis fisicoquímicos. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 3, que se encuentra arriba, interpretándose de la siguiente manera:

El **índice de Acidez (mg KOH/g)**, indica la cantidad de ácidos grasos libres en el aceite. Un índice bajo indica un aceite de buena calidad y menos degradación. El valor debe ser menor a 2 mg KOH/g.

El **índice de Saponificación (mg KOH/g)**, Mide la cantidad de hidróxido de potasio necesario para saponificar los triglicéridos presentes en el aceite. Es un parámetro esencial para la producción de jabones. Su valor debe ser de 176-187 mg KOH/g.

El **índice de Peróxidos (meq O₂/kg)**, mide la oxidación del aceite y es un indicador de rancidez. Un índice bajo refleja un aceite con buena estabilidad oxidativa. El valor aceptado debe ser menor a 10 meq O₂/kg.

El **índice de Yodo (g I₂/100g)**, mide el grado de insaturación del aceite, lo que afecta su estabilidad a la oxidación. Un índice de yodo más alto indica más insaturación. Los valores aceptados van de 82-90 g I₂/100g.

Densidad (g/ml), es un indicador de la pureza del aceite y puede variar ligeramente con la temperatura. Aproximadamente 0.960-0.970 g/ml a 20°C.

Viscosidad (mPa.s), mide la resistencia del aceite al flujo. Es importante para aplicaciones industriales y farmacéuticas. Los alores aproximados 650-700 mPa.s a 25°C.

El **índice de Refracción (a 40°C)**, mide la capacidad del aceite de desviar la luz, lo que está relacionado con su pureza. Los valores típicos están entre 1.477-1.481.

Humedad y Materia Volátil (%), indica la cantidad de agua presente en el aceite, lo que puede afectar su estabilidad y vida útil. El valor debe ser menor al 0.5%.

Contenido de Cenizas (%), mide la cantidad de material inorgánico que queda después de quemar el aceite. El valor debe ser menor a 0.02%.

Perfil de Ácidos Grasos, El principal ácido graso en el aceite de ricino es el ácido ricinoleico (~85-90%). Otros ácidos presentes incluyen ácido linoleico (~4-5%) y ácido oleico (~2-3%).

Normas básicas para verificar la calidad del producto

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SSA1-2010. Norma Mexicana establece las especificaciones mínimas aplicables al aceite de ricino que se utiliza como medicamento.

Codex Alimentarius Commission. (2009). Codex Standard for Named Vegetable Oils. Codex Stan 210-1999. Food and Agriculture Organization (FAO) / World Health Organization (WHO). <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>

Farmacopea de los Estados Unidos (USP). (2021). United States Pharmacopeia 43-National Formulary 38 (USP 43-NF 38). U.S. Pharmacopeial Convention. <https://www.usp.org>

ISO 150:2006. Castor oil - Specifications and test methods. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/38460.html>

ASTM International. (2020). Standard Specification for Castor Oil (ASTM D5558-95). ASTM International. <https://www.astm.org>

Norma Oficial Mexicana (NOM). Norma Oficial Mexicana para aceites vegetales comestibles y productos similares (NOM-027-SSA1-1993). Diario Oficial de la Federación. <https://www.gob.mx/normas>

Conclusiones

El aceite de ricino se obtiene del procesamiento de la semilla de ricino mediante prensas de tornillo continuas, generando un aceite de alto valor en el mercado. Su precio por tonelada es similar al de la soya, lo que lo hace atractivo para la producción. Este proyecto puede aprovechar tierras no utilizadas, ofreciendo una fuente de ingresos en áreas marginadas.

El aceite tiene diversos usos industriales, desde lubricantes hasta materia prima para biocombustibles y plásticos, mientras que el subproducto se puede utilizar como abono orgánico con propiedades insecticidas y nematodocidas. El proceso descrito permite la obtención de aceite de ricino con un alto grado de pureza mediante extracción en frío, preservando sus propiedades bioactivas. El producto antiinflamatorio está en proceso de elaboración y su efectividad será validada mediante pruebas adicionales.

Referencias

- Kandola, A. (2021). Aceite de ricino: Usos, beneficios y efectos secundarios. *Medical News Today*.
<https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/aceite-de-castoraar>
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. (s.f.). Día Mundial de la Artritis y las Enfermedades Reumáticas. *Gob.mx*. <https://www.gob.mx/insabi/articulos/a-mundial-de-la-artritis-y-las-enfermedades-reumaticas-12-de-octubre>
- Autor Desconocido. (s.f.). Análisis comparativo de características fitoquímicas de semillas autóctonas de higuera en Tungurahua. *1Library.co*. <https://1library.co/document/qmrpnv5y-an%C3%A1lisis-comparativo-caracter%C3%ADsticas-fitoqu%C3%ADmicas-semillas-aut%C3%B3ctonas-higuera-tungurahua.html>
- Arroyave, C., Gallego, H., & Téllez, J. (2008). Guías para el manejo de urgencias toxicológicas. Convenio Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de la Protección Social.
- Crompton, R., & Gall, D. (1980). Georgi Markov—death in a pellet. *Médico-Legal Journal*, 48(2), 51-62.
- Dyer, P. D., Kotha, A. K., Gollings, A. S., et al. (2016). An in vitro evaluation of epigallocatechin gallate (EGCG) as a biocompatible inhibitor of ricin toxin. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1860(7), 1541-1550.
- Franz, D. R., & Jaax, N. K. (1997). Ricin toxin. En *Medical aspects of chemical and biological warfare* (pp. 631-642).
- Han, K., Jeng, E. E., Hess, G. T., et al. (2017). Synergistic drug combinations for cancer identified in a CRISPR screen for pairwise genetic interactions. *Nature Biotechnology*, 35(5), 463.
- Heyndrickx, A., & Heyndrickx, B. (1984). Comparison of the toxicological investigations in man in Southeast Asia, Afghanistan and Iran, concerning gas warfare. *Archives Belges-Belgisch Archief*, 426-434.
- Lord, J. M., Roberts, L. M., & Robertus, J. D. (1994). Ricin: Structure, mode of action, and some current applications. *The FASEB Journal*, 8(2), 201-208.
- Mazzani, E. (2007). El tártago: La planta, su importancia y usos. *CENIAP Hoy*, 14, 1-9.
- Shi, W. W., Mak, A. N. S., Wong, K. B., et al. (2016). Structures and ribosomal interaction of ribosome-inactivating proteins. *Molecules*, 21(11), 1588.
- Silitonga, A. S., Masjuki, H. H., Ong, H. C., et al. (2016). Synthesis and optimization of *Hevea brasiliensis* and *Ricinus communis* as feedstock for biodiesel production: A comparative study. *Industrial Crops and Products*, 85, 274-286.
- Sousa, N. L., Cabral, G. B., Vieira, P. M., et al. (2017). Bio-detoxification of ricin in castor bean (*Ricinus communis* L.) seeds. *Scientific Reports*, 7(1), 15385.
- Stirpe, F., & Battelli, M. G. (2006). Ribosome-inactivating proteins: Progress and problems. *Cellular and Molecular Life Sciences (CMLS)*, 63(16), 1850-1866.
- Szklarczyk, D., Morris, J. H., Cook, H., et al. (2016). The STRING database in 2017: Quality-controlled protein–protein association networks, made broadly accessible. *Nucleic Acids Research*. <https://doi.org/10.1093/nar/gkw937>
- Martínez, J., & Uanl, C. (s.f.). Semilla común, toxina letal. *Uanl.mx*. <https://cienciauanl.uanl.mx/?p=8537>
- Codex Alimentarius Commission. (2009). Codex Standard for Named Vegetable Oils. (Codex Stan 210-1999). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)/World Health Organization (WHO). <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- United States Pharmacopeia (USP). (2021). United States Pharmacopeia 43-National Formulary 38 (USP 43-NF 38). U.S. Pharmacopeial Convention. <https://www.usp.org>
- International Organization for Standardization. (2006). ISO 150:2006. Castor oil - Specifications and test methods. <https://www.iso.org/standard/38460.html>
- ASTM International. (2020). Standard Specification for Castor Oil (ASTM D5558-95). ASTM International. <https://www.astm.org>
- Norma Oficial Mexicana (NOM). Norma Oficial Mexicana para aceites vegetales comestibles y productos similares (NOM-027-SSA1-1993). *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.gob.mx/normas>
- Sharma, H., Mankar, A. R., & Wankhede, M. M. (2013). Extraction of castor oil from castor seeds: Optimization of process parameters. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research*, 2(9), 1654-1657.
- Ogunniyi, D. S. (2006). Castor oil: A vital industrial raw material. *Bioresource Technology*, 97(9), 1086-1091. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.03.028>

Alas de la Malinche: guía virtual para la conservación de la avifauna

Pérez-García, Jazmín; Pérez-Ahuactzin, Miriam.

Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicio no.132 Emiliano Zapata Salazar.

Pérez-Flores, Guillermo Alejandro. Facultad de Agrobiología Universidad Autónoma de Tlaxcala.

García-Torres, Esmeralda. Centro de Investigación en Genética y Ambiente, Universidad Autónoma de Tlaxcala.

Media Superior

Área: Divulgación de la ciencia

Resumen

La conservación de la biodiversidad es crucial para el equilibrio de los ecosistemas. En éstos, las aves son esenciales para la polinización, control de plagas y dispersión de semillas. Sin embargo, la falta de conocimiento sobre su importancia y los factores que la amenazan ha contribuido a su disminución. Por ello, el objetivo de este trabajo fue proponer una guía virtual como herramienta educativa para la divulgación de las aves en el Parque Nacional La Malinche. Para el estudio se recopiló información de la biodiversidad de las aves del Parque Nacional La Malinche y se identificaron las especies con ayuda de guías de campo.

Respecto a la guía virtual, se diseñó en Wix.com. También, se aplicaron encuestas a la población tlaxcalteca para evaluar su conocimiento sobre las aves. Los resultados indican que existe conocimiento básico de las aves en los habitantes tlaxcaltecos pero la mayoría de los encuestados no identifican aves locales. En conclusión, este estudio destaca el potencial de las tecnologías digitales en la educación ambiental para la divulgación de las aves en el Parque Nacional La Malinche y para contribuir al cumplimiento de los objetivos del Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 promoviendo la conservación de la biodiversidad.

Palabras clave

Aves, biodiversidad, Parque Nacional La Malinche.

Abstract

The conservation of biodiversity is crucial for the balance of ecosystems. In these, birds are essentials for pollination, pest control and seed dispersal. However, a lack of knowledge about the importance of birds and the factors that threaten them has contributed to their decline. Therefore, the objective of this study was to propose a virtual guide as an educational tool for the dissemination of information about birds in La Malinche National Park. For the study, information on the biodiversity of birds in La Malinche National Park was collected and species were identified with the help of field guides.

Regarding the virtual guide, it was designed at Wix.com. Also, surveys were applied to the Tlaxcalteca population to evaluate their knowledge about birds. The results indicate that there is basic knowledge about birds in the Tlaxcalteca population but the majority of respondents do not identify local birds. In conclusion, this study highlights the potential of digital technologies in environmental education for the dissemination of information about birds in La Malinche National Park and to contribute to the fulfillment of the Sustainable Development Objectives of the 2030 Agenda by promoting biodiversity conservation.

Key Words

Birds, biodiversity, La Malinche National Park.

Introducción

Las aves son un grupo de organismos vertebrados que generalmente están adaptados para moverse a través del vuelo, aunque algunos otros pueden nadar o correr. Estas tienen una gran importancia en el planeta, ya que algunas son polinizadoras, controladores de plagas y algunos otros se encargan de dispersar las semillas de las plantas, además de ser organismos bioindicadores, es decir, que responden a la contaminación ambiental por medio de modificaciones en su cuerpo o comportamiento. En el mundo existen alrededor de 10,721 especies de aves, 773 habitan en México de las cuales solo 256 se han registrado en el estado de Tlaxcala.

Actualmente, las poblaciones de organismos silvestres han sido afectadas por factores como la contaminación del ambiente, la caza ilegal, la tala de árboles y la fragmentación de hábitat por asentamientos humanos y la captura ilegal de organismos. Esto ha generado daños particularmente para las aves, ya que, se quedan en un estado de vulnerabilidad al disminuir sus opciones de refugio, alimento y a la vista de depredadores.

Este daño, aunque es reconocido y se ha intentado cambiar la situación, simplemente no ha cambiado e incluso podrían haber aumentado los factores como la contaminación ambiental y la fragmentación de hábitats, es por eso que la divulgación de lo que está pasando en estas zonas y las consecuencias que conllevan seguir con un estilo de vida que afecta al ambiente es tan importante para concientizar acerca de la situación actual y encontrar maneras de disminuir el daño y preservar la biodiversidad.

Marco teórico

Características de las aves. Las aves pertenecen, junto con los mamíferos, reptiles, anfibios y los diversos tipos de peces, el grupo más evolucionado, los vertebrados. Este grupo debe su nombre a la presencia de un esqueleto interno que está formado por hueso o cartílago montado alrededor de un eje central longitudinal, esto es conocido como la columna vertebral, que le proporciona al cuerpo soporte para sostenerse y flexibilidad para el movimiento. En las aves en cambio, la columna vertebral deja ver notables especializaciones, muchas de ellas relacionadas con las exigencias mecánicas del vuelo (Díaz, 2022).

Dentro de los vertebrados terrestres las aves son el grupo más diversificado. De las diferencias que se encuentran entre las aves y los reptiles se destaca que las primeras son capaces de mantener la temperatura de su cuerpo constante (homotermia o endotermia) (Rezende y Bacigalupe, 2015), con una doble circulación pulmonar ayudada de un corazón tetracavitario como el de los mamíferos, mientras que los reptiles son animales de sangre fría (poiquilotermos o ectotermos) con circulación simple, basada en un corazón tricavitario, con excepción de los cocodrilos (Hill, 2021).

Una de las similitudes más obvias entre los dos grupos es la presencia de escamas, que en las aves se encuentran en las patas; la ausencia de glándulas del sudor en la piel, los glóbulos rojos nucleados, la capacidad de poner huevos amnióticos (es decir, huevos con una capa interna líquida que evite su desecación), la presencia de un diente de cascarón en los pollos y, comparando el desarrollo embrionario en ambos grupos se nota que en buena parte son similares (Navarro y Benítez, 1995, Bascheto et al., 2022).

Las percepciones en la educación ambiental

La educación ambiental surge como un campo emergente a partir de la identificación de una crisis ambiental en las últimas cinco décadas, esto es producto de un modelo económico basado en el uso y abuso de los recursos naturales (Sudarmadi et al., 2001).

La educación ambiental pretende generar conocimientos, clarificar conceptos, reconocer habilidades, fortalecer valores y promover actitudes de respeto hacia la protección y el mejoramiento del ambiente. Se desarrollan dos vertientes; formal y no formal, la educación primera, se realiza en ámbitos académicos, apegándose a planes y programas escolares, la última es aquella que se desarrolla en una variedad de ambientes, la audiencia no es cautiva y se promueve la diversión, el enriquecimiento y mejora personal o comunitaria en el modelo de enseñanza Barraza (2000) o a través de representaciones visuales y textos que en el caso de aves ha funcionado en programas ambientales

(Vargas, 2024), para realizar programas de educación ambiental se deben de considerar las percepciones, los valores y las actitudes de los individuos (Cucurachi et al., 2017).

Diversidad de aves

Del alrededor de 10 507 especies de aves que hay en el mundo (Gill y Donsker, 2013), un total de entre 1 123 (AOU, 2013) y 1 150 (Gill y Donsker, 2013), cerca del 11% del total mundial, habitan en México, que es más de las que existen en Estados Unidos y Canadá en conjunto. Esto coloca a México en el onceavo lugar de acuerdo con su riqueza avifaunística entre los países megadiversos del mundo (Navarro-Siguenza et al., 2014).

Cuenta además con altos niveles de endemismos. La diversidad biológica se refiere a la variedad de formas que la vida tiene. La Diversidad Taxonómica, se refiere al conocimiento de las especies que habitan sobre la tierra. Este es el nivel básico de la biodiversidad, en el sentido de que las especies son las unidades evolutivas "naturales" de las que está compuesta la biodiversidad. Por lo tanto, las especies son el resultado de los procesos evolutivos y representan unidades discretas que se han diferenciado en el tiempo y el espacio. La manera como conceptualizamos y percibimos a las especies ha variado a través del tiempo y espacio es decir que las especies se agrupan en conjunto y coexisten en un mismo tiempo sincrónico y un mismo espacio simpátrico. Esas asociaciones están formadas por individuos de diversas especies de un grupo: las aves que coexisten e interactúan (Gómez da Silva y Oliveras de Ita, 2003; Navarro-Siguenza et al., 2014).

De esta manera la biodiversidad se asume como la variedad de los seres vivos que existen en todos los ecosistemas, considerando su distribución geográfica, evolución y hábitos de vida. También considera su abundancia, funciones y procesos ecológicos dentro de un ecosistema, y la variabilidad genética. Asimismo, incluye la diversidad cultural estrechamente relacionada con la diversidad biológica como resultado de una interacción con el medio ambiente que a su vez resulta modificada por dicha interacción (Sarukhán y Dirzo, 1992; Solbrig, 1994).

La rápida expansión de las ciudades disminuye la riqueza y diversidad de aves, algunas pueden adaptarse y establecer su hábitat en manchones de vegetación. La urbanización reduce a la biodiversidad y causa degradación del hábitat lo cual está amenazando una porción importante de la diversidad regional de las aves (Lepczyk et al., 2017). El Estado de Tlaxcala ha evolucionado en complejidad con la arquitectónica, obras de ingeniería, número de habitantes y extensión, por lo tanto, es necesario que conozcamos su biodiversidad y sus dinámicas ecológicas en el ambiente urbano y periurbano. En lo que respecta a la avifauna del Estado de Tlaxcala, no existe un sumario local de las investigaciones realizadas en ambientes urbanos, a pesar del crecimiento de la ornitología en México.

Los ecosistemas urbanos son ambientes abiertos a la invasión y colonización de cualquier ave que pueda llegar, utilizar los recursos y sobrevivir en la zona (Lara 2015). En áreas urbanas el sinergismo establecido entre la estructura de los ecosistemas y los factores que limitan las poblaciones crean hábitats potenciales para algunas especies de aves (Bessinger y Osborne, 1982).

Metodología

Identificación de Especies Relevantes

Las especies seleccionadas para la guía virtual se identificaron utilizando la Guía rápida de las Aves de La Malinche y la Guía de campo a las aves de Norteamérica (Kaufman y Manzano, 2005; Defenders of wildlife 2013; Berlanga et al 2017). En estas guías están ilustradas 102 de las 245 especies de aves registradas en el Parque Nacional La Malinche.

Recopilación de la información

Para cada especie seleccionada se investigó y recopiló información detallada de aspectos de su biología, distribución y datos necesarios para su identificación de acuerdo con las guías de campo ilustradas, como se muestra a continuación:

- -Características morfológicas: se describieron rasgos del tamaño y coloración corporal.
- -Hábitats preferidos: se hizo referencia al tipo de vegetación presente en los hábitats en los que se encuentran las aves de interés.

- -Distribución geográfica: se mencionaron las zonas en México en las que se encuentran presentes las aves de interés. También se indicó si eran residentes o migratorias.
- -Datos relevantes para la identificación: el tamaño corporal, patrones de coloración como indicadores de dimorfismo sexual, forma del pico, nombre común.

Desarrollo de contenido interactivo

Se obtuvieron fotografías y cantos disponibles en internet para cada especie. Las imágenes destacan las características distintivas del ave y se incluyen infografías y entrevistas para enriquecer el contenido.

Diseño de la plataforma web

El diseño de la página web es intuitivo y fácil de navegar para garantizar el acceso desde computadoras y dispositivos móviles.

Desarrollo de la página web

La página se creó y diseñó utilizando la plataforma Wix.com, seleccionada por su versatilidad, gratuidad y capacidad de asegurar un rendimiento óptimo.

Pruebas y mejoras

Se realizaron pruebas exhaustivas para verificar:

- La claridad y veracidad de la información.
- La funcionalidad de los apartados interactivos.
- La correcta impresión y escaneo del código QR vinculado al contenido de la página.

Metodología para el contenido multimedia

Fotografías

Se realizaron aproximadamente cuatro visitas al Parque Nacional La Malinche para tomar fotografías de las aves con una cámara profesional Sony RX10.

Cantos de Aves

Los cantos de aves se grabaron utilizando un teléfono móvil. Además, se realizaron entrevistas con biólogos de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UATx). Algunos cantos se obtuvieron de bibliotecas de cantos.

Infografías

Las infografías se crearon utilizando la herramienta *Canva.com*. En las infografías se incluyó información sobre características generales de las aves, la función de las aves rapaces y carpinteros en los ecosistemas.

Tipo de estudio, población, muestra y muestreo

La presente investigación es de tipo prospectivo, transversal y descriptivo. La población de estudio incluyó pobladores tlaxcaltecas, la muestra fue de 76 personas entre 14 y 58 años de edad. El tipo de muestreo fue probabilístico, pues la encuesta se aplicó al público en general.

Variables de estudio

Las variables recopiladas en este estudio son cualitativas (percepción de la importancia de las aves, tipo de ave) y cuantitativas (número de especies).

Instrumento de recopilación de datos

La obtención de datos se realizó a través de la aplicación de un cuestionario elaborado en la plataforma de Google forms. La encuesta constó de 8 preguntas, dos preguntas de datos generales (edad y sexo) y seis preguntas sobre conocimiento de las aves. Las preguntas se relacionaron con identificación de aves y el conocimiento del daño que causa el ser humano al ambiente y a las aves. Antes de contestar dicho formulario se solicitó a las personas que visualizaran la página web.

Análisis de datos

Para reportar las variables de interés: identificación de las características morfológicas de las aves, categoría de la importancia de las aves e identificación de especies por parte de los encuestados, se utilizó estadística descriptiva. El análisis se realizó en el programa de Excel para Windows.

Resultados y discusión

Se logró elaborar una página web con diferentes elementos didácticos para hacer la proporcionar la información de manera fácil e interactiva (Figura 1).

Figura1. Página principal de la página web.

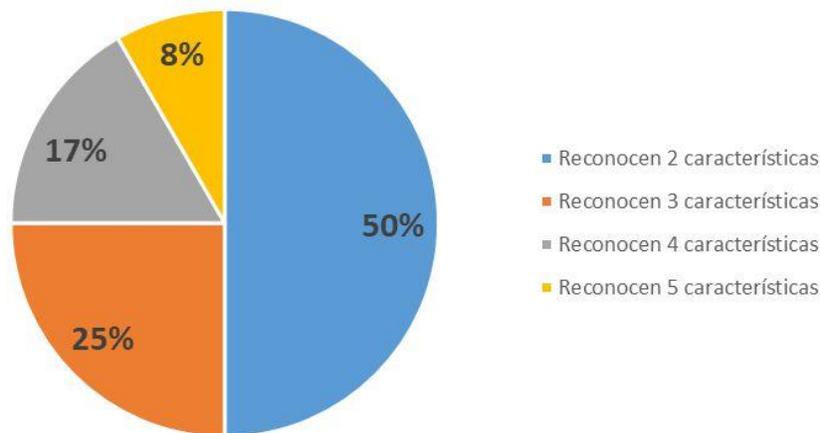


Fuente. Autoría propia.

Se obtuvo una muestra de 24 personas que contestaron el formulario vía internet. La edad de los participantes fue de 18 a 71 años, del total, 75% fueron mujeres y 25% hombres.

Respecto a las características que definen a un ave, todos los informantes mencionaron ideas y conceptos que incluyen rasgos morfológicos como las plumas, alas, pico y rasgos funcionales de esa morfología como el vuelo. Se cuantificaron las diferentes respuestas correctas como se muestra en la gráfica de la figura 2

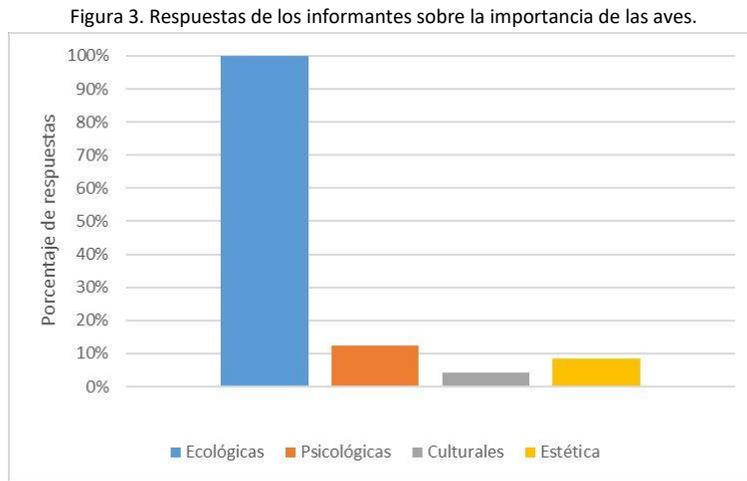
Figura 2. Respuestas de los informantes sobre las características morfológicas y funcionales con las que identifican a las aves



Fuente. Autoría propia

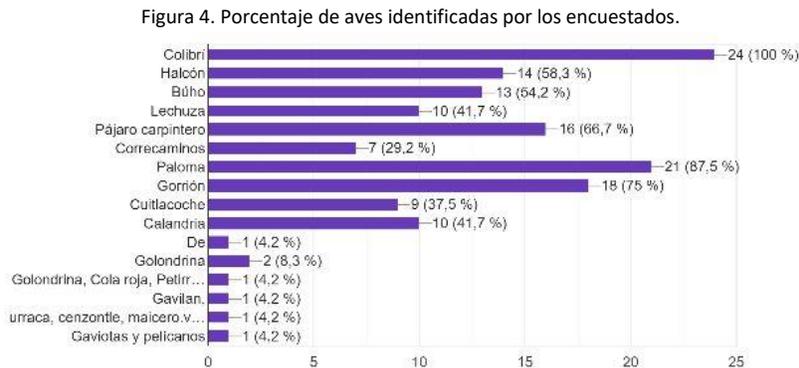
En la pregunta sobre la importancia de las aves, el total de informantes mencionaron las funciones ecológicas como dispersión de semillas, control de plagas, polinización, equilibrio en el ecosistema, el 13% de los informantes reconocieron funciones psicológicas en beneficio de los humanos como la relajación que produce el canto y la alegría

al escucharlos, el 8% de los informantes reconoció la función estética (belleza de plumaje y del canto), y 4% refirió una función cultural relacionada con las aves que se asocian con la cultura mexicana (aves como el águila real o el ceniztli) como se muestra en la figura 3.



Fuente. Autoría propia.

Las personas encuestadas también pudieron identificar distintas especies de aves, entre las más comunes son el colibrí, el halcón, la paloma, búho, lechuza, gorrión, calandria y pájaro carpintero (Figura 4).



Fuente. Autoría propia.

El 100% de los encuestados consideran que las aves están siendo perjudicadas por las actividades antropogénicas. Dentro de las opciones que sugieren como acciones individuales para apoyar la conservación de las aves mencionaron la implementación de nidos, colocación de bebederos, respetar los ecosistemas, resguardar mascotas como los gatos y disminuir la contaminación.

El 96% de los participantes mencionó que la página web fue de ayuda para conocer la importancia de las aves.

Los principales hallazgos de este estudio indican que la mayoría de las personas encuestadas conocen a las aves, su importancia en los ecosistemas y las reconocen como organismos vulnerables afectados por las actividades antropogénicas, aunque la minoría puede identificar especies de aves o mencionar su nombre común. Este trabajo incluyó la elaboración de una página web educativa para hacer más accesible el conocimiento de la importancia y biodiversidad de las aves del Parque Nacional La Malinche y para integrar dicho conocimiento a la cultura local de los habitantes tlaxcaltecas.

La implementación de estrategias didácticas asociadas con la tecnología pueden ser una herramienta útil para promover el conocimiento de la biodiversidad, su conservación e importancia en nuestro entorno, como parte de la

educación ambiental no sólo en los diferentes niveles educativos, sino también en un público en general. Se ha propuesto que la tecnología como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje influye en desarrollo de habilidades y destrezas de los estudiantes fortaleciendo el aprendizaje autónomo, crítico, reflexivo, colaborativo y responsable (Cueva Gaibor 2020). Por lo tanto, este tipo de herramientas tecnológicas podrían actuar en una sociedad global generando espacios información, comunicación y reflexión para resolver problemáticas ambientales.

El internet es un medio de comunicación que ha generado cambios sociales y culturales e influye en un nuestro estilo de vida, desde un concepto personal, hasta ámbitos académicos y laborales (Cañizález y Beltrán 2017). De esta manera, la página web, como herramienta tecnológica de información puede tener amplias expectativas para la divulgación científica, siendo explorada por personas de cualquier edad y ocupación. Pero, lo más importante, que a través de este medio de divulgación y difusión pueda generarse un cambio en la concientización ambiental y reconocimiento de la importancia de las aves en los ecosistemas y en la continuidad de la vida.

El proyecto actual de creación de una guía virtual sobre las aves del Parque Nacional La Malinche puede considerarse como estrategia para la educación y concientización ambiental en la región de Tlaxcala. Sin embargo, para maximizar el impacto de esta iniciativa y alinearla con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, se han identificado varias áreas clave para futuras investigaciones y desarrollos.

Conclusiones

La guía virtual elaborada incluye información accesible, fotografías y sonidos sobre las especies más comunes que podemos observar en el Parque Nacional La Malinche. La creación de una plataforma educativa podría permitir al público en general adquirir conocimientos sobre las diversas especies de aves presentes en el Parque Nacional La Malinche. La creación de la plataforma educativa podría incrementar la conciencia ambiental y la favorecer la conservación de aves en el Parque Nacional La Malinche.

Referencias

- Barraza, L. (2000). Educación ambiental: Teoría y práctica. Universidad Autónoma de Baja California.
- Baschetto, F., Sassaroli, J. C., & Zarco, A. (2018). Origen y evolución de los reptiles. En A.C. Tracchia (Ed.), Medicina en quelonios y otros reptiles (pp. 15-20). Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Berlanga, H., Gómez-de Silva, H., Vargas-Canales, V. M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L., Ortega-Álvarez, R., & Calderón-Parra, R. (2017). Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Bessinger, S. R., & Osborne, J. W. (1982). Impact of urbanization on bird species. *Journal of Wildlife Management*, 46(2), 256-266.
- Cañizález, P. C. T., & Beltrán, J. K. C. (2017). Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación. *Educere*, 21(68), 31-40.
- Cucurachi, M. D. S. A., Merçon, J., & Rivera, E. S. (2017). Aportaciones de las percepciones socio-ecológicas a la educación ambiental. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 5(15).
- Cueva Gaibor, D. A. (2020). La tecnología educativa en tiempos de crisis. *Conrado*, 16(74), 341-348.
- Defenders of Wildlife. (2013). Guía rápida de las aves de La Malinche, Parque Nacional, [Folleto].
- Díaz A. R. (2022). Origen y evolución de las vértebras. *Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus*, 14, 12-28.
- Gill, F., & Donsker, D. (Eds.). (2013). IOC World Bird Names (version 3.4). <http://www.worldbirdnames.org/>
- Gómez de Silva, H., & Oliveras de Ita, R. (2003). Aves de México: Diversidad y conservación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Hill, R. W. (2021). Fisiología animal comparada. Reverte.
- Lepczyk, C. A., La Sorte, F. A., Aronson, M. F. J., Goddard, M. A., MacGregor-Fors, I., Nilon, C. H., & Warren, P. S. (2017). Global patterns and drivers of urban bird diversity. En E. Murgui & M. Hedblom (Eds.), *Ecology and conservation of birds in urban environments* (pp. 13-33). Springer International Publishing.
- Navarro, R., & Benítez, C. (1995). Características generales de las aves y su relación con los reptiles. En *Biología comparada de vertebrados* (pp. 45-67). Editorial Universitaria.
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H., & Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 476-495.
- Rezende, E. L., & Bacigalupe, L. D. (2015). Thermoregulation in endotherms: Physiological principles and ecological consequences. *Journal of Comparative Physiology B*, 185(7), 709-727.
- Sarukhán, J., & Dirzo, R. (1992). Diversidad biológica en México: Importancia y conservación. Fondo de Cultura Económica.
- Solbrig, O. T. (1994). Biodiversity and human welfare. *Biodiversity*, 2(4), 77-80.
- Sudarmadi, H. R., Rachmat, A., & Djumaruddin, R. (2001). Educación ambiental y gestión de recursos naturales. Centro de Investigación para la Educación Ambiental.
- Vargas, A. M. E. (2024). Estrategias de educación ambiental para la conservación de aves en el Parque Estatal Sierra Morelos, Toluca, Estado de México. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de México.

Textli-Ahuacatl: Polvo de Aguacate

Mendiola-Arguelles, Juan; Rivera-Malfavón, Yoselin; Sandoval-Mimientzi, Anette Michel; Vázquez-Conde, Yael. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala, Plantel 08 Apetatitlán.

Medio Superior

Área: Agricultura y Alimentos

Resumen

La liofilización representa una técnica eficiente para deshidratar aguacate en polvo, preservando sus propiedades nutricionales y sensoriales. Este proceso implica la congelación rápida del aguacate seguido de la sublimación del agua en condiciones de vacío, garantizando la estabilidad del producto final. El estudio evaluó los parámetros óptimos de liofilización para maximizar la retención de compuestos bioactivos como ácidos grasos esenciales, vitaminas y antioxidantes, además de mantener el color y sabor característicos del aguacate fresco.

Se analizaron muestras de aguacate liofilizado en comparación con otros métodos de deshidratación como el secado por aire caliente, destacándose la liofilización por su menor impacto en la degradación de nutrientes. Los resultados demostraron que el aguacate en polvo obtenido por liofilización conserva hasta un 95% de los antioxidantes y muestra una excelente capacidad de rehidratación, haciéndolo adecuado para aplicaciones en alimentos funcionales y suplementos nutricionales.

Los resultados obtenidos muestran que la liofilización es una solución viable para extender la vida útil del aguacate, reducir el desperdicio durante su producción y facilitar su incorporación en productos alimenticios, manteniendo su perfil saludable y atractivo para los consumidores. Este enfoque abre nuevas posibilidades para la valorización del aguacate en mercados globales.

Palabras clave

Aguacate, Liofilización, deshidratación, compuestos bioactivos.

Abstract

Freeze-drying represents an efficient technique to dehydrate avocado powder, preserving its nutritional and sensory properties. This process involves the rapid freezing of the avocado followed by the sublimation of water under vacuum conditions, guaranteeing the stability of the final product. The study evaluated the optimal freeze-drying parameters to maximize the retention of bioactive compounds such as essential fatty acids, vitamins and antioxidants, in addition to maintaining the characteristic color and flavor of fresh avocado.

Samples of freeze-dried avocado were analyzed in comparison with other dehydration methods such as hot air drying, with freeze-drying standing out for its lower impact on nutrient degradation. The results demonstrated that avocado powder obtained by freeze-drying retains up to 95% of antioxidants and shows excellent rehydration capacity, making it suitable for applications in functional foods and nutritional supplements.

The results obtained show that freeze-drying is a viable solution to extend the shelf life of avocado, reduce waste during its production and facilitate its incorporation into food products, maintaining its healthy and attractive profile for consumers. This approach opens new possibilities for the valorization of avocado in global markets.

Key Words

Avocado, Freeze drying, dehydration, bioactive compounds.

Introducción

El aguacate Hass es un fruto de alto valor nutricional, ampliamente consumido en todo el mundo debido a su contenido de grasas saludables, vitaminas y antioxidantes. Sin embargo, su vida útil es limitada por su rápida degradación postcosecha, lo que genera un problema significativo de desperdicio. Este estudio aborda la deshidratación del aguacate en polvo mediante liofilización, una técnica que permite preservar sus propiedades funcionales y extender su vida útil.

El objetivo principal de esta investigación fue optimizar el proceso de liofilización para obtener un aguacate en polvo de alta calidad, analizando su composición nutricional, estabilidad y capacidad de rehidratación. La justificación de este trabajo radica en la creciente demanda de productos alimenticios sostenibles y de larga vida útil, que contribuyan a la reducción de pérdidas alimentarias y al desarrollo de alimentos funcionales. Este estudio se llevó a cabo entre enero y noviembre de 2023.

La metodología incluyó la selección de materia prima fresca, el diseño experimental del proceso de liofilización y el análisis de parámetros físicos, químicos y sensoriales. Además, este trabajo contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente al ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) y al ODS 2 (Hambre Cero), promoviendo la valorización de recursos agrícolas mediante tecnologías innovadoras.

Marco teórico

Según información de la base de datos estadísticos corporativos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT), la producción mundial de aguacate fue de más de 8 millones de toneladas en 2020, abarcando más de 807,469 hectáreas de cultivo; esta extensión representa casi la totalidad del tamaño de Puerto Rico. En 2021, México alcanzó una producción cercana a los 2,5 millones de toneladas de aguacate, colocándolo como el principal productor mundial.

El aguacate, principalmente la variedad Hass, es una fruta valorada por sus propiedades nutricionales y su versatilidad en diversas aplicaciones culinarias y cosméticas. Con un contenido elevado de ácidos grasos monoinsaturados, vitaminas (principalmente vitamina E, C, K y del complejo B), minerales (como potasio y magnesio) y fibra, el aguacate ha adquirido relevancia tanto en la industria alimentaria como en la cosmética. Su versatilidad y beneficios han impulsado investigaciones para su aprovechamiento en diferentes formas, siendo el polvo de aguacate un producto con un potencial significativo.

El proceso de liofilización (o secado por congelación) es una técnica cada vez más utilizada para la conservación de alimentos y otros productos debido a su capacidad para preservar las propiedades sensoriales, y nutricionales de los productos tratados.

Propiedades del Aguacate

De acuerdo con Herrera-González et al.,2023. El aguacate Hass es una variedad de aguacate que se caracteriza por su piel rugosa y oscura y su forma ovalada. Es conocido por su alta calidad nutricional y su suavidad.

Entre sus componentes más importantes se encuentran los ácidos grasos monoinsaturados, que representan alrededor del 60-70% de su contenido graso, y que son benéficos para la salud cardiovascular. Además, su alto contenido de fibra y antioxidantes como la vitamina E y los fitoquímicos, como los polifenoles, lo convierten en un alimento funcional que favorece la salud digestiva, inmunológica y la prevención de enfermedades crónicas.

En el ámbito cosmético, el aceite de aguacate es ampliamente utilizado debido a sus propiedades hidratantes, antioxidantes y regeneradoras. Sus lípidos son altamente compatibles con la piel, lo que favorece la penetración y la hidratación profunda, motivo por el cual se emplea en cremas, ungüentos y otros productos cosméticos.

Liofilización: Definición y Ventajas

La liofilización es un proceso de deshidratación en el que el agua contenida en un producto se elimina mediante la congelación y posterior sublimación del hielo bajo presión reducida. Este proceso permite preservar las propiedades nutricionales y sensoriales del producto, en comparación con otros métodos de secado como la deshidratación por calor.

Las principales ventajas de la liofilización son:

Preservación de nutrientes: El proceso conserva la mayor parte de los nutrientes y las propiedades sensoriales (sabor, textura, aroma) que podrían perderse en procesos convencionales de secado, como el secado por aire caliente.

Mayor vida útil: Los productos liofilizados tienen una vida útil prolongada debido a la eliminación casi total de agua, lo que reduce el crecimiento microbiano.

Facilidad de rehidratación: El polvo de aguacate obtenido por liofilización puede rehidratarse fácilmente, lo que facilita su incorporación en recetas culinarias y aplicaciones cosméticas.

Aplicaciones Culinarias del Polvo de Aguacate

El polvo de aguacate, obtenido mediante liofilización, tiene una amplia gama de aplicaciones en la cocina, como en la preparación de guacamole, salsas, batidos, sopas, aderezos, panes y otros productos horneados. Además, su uso permite una fácil conservación del aguacate, que es una fruta altamente perecedera en su estado fresco.

El polvo de aguacate se caracteriza por su alta concentración de nutrientes, lo que lo convierte en un ingrediente ideal para enriquecer productos alimenticios con grasas saludables, fibra y antioxidantes. En productos de panadería, por ejemplo, el polvo de aguacate puede sustituir parte de las grasas tradicionales, proporcionando beneficios nutricionales adicionales.

Aplicaciones Cosméticas del Polvo de Aguacate

En la industria cosmética, el polvo de aguacate ha cobrado relevancia por sus propiedades hidratantes, antioxidantes y regeneradoras. El polvo obtenido mediante liofilización se utiliza en la formulación de mascarillas faciales, cremas hidratantes, champús, jabones y otros productos para el cuidado de la piel y el cabello. Las vitaminas y antioxidantes presentes en el aguacate son conocidos por su capacidad para mejorar la elasticidad de la piel, prevenir el envejecimiento prematuro y promover la regeneración celular.

Además, el polvo de aguacate tiene un efecto emoliente, lo que significa que ayuda a suavizar la piel y a prevenir la pérdida de humedad, lo que es especialmente útil para pieles secas o dañadas.

Aplicaciones en la Alimentación Funcional

El polvo de aguacate también tiene un potencial importante como ingrediente en la alimentación funcional. Al ser una fuente concentrada de nutrientes benéficos, puede incorporarse en suplementos alimenticios, barras energéticas, batidos de proteínas y otros productos diseñados para mejorar la salud. Su alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados y antioxidantes lo hace un candidato ideal para productos dirigidos a mejorar la salud cardiovascular, la digestión y el bienestar general.

Consideraciones Técnicas en la Obtención de Polvo de Aguacate

El proceso de liofilización de aguacate presenta varios retos. Dado que el aguacate tiene un alto contenido de grasa, su manipulación debe ser cuidadosa para evitar la rancidez. Además, la textura del aguacate cambia significativamente después de la liofilización, por lo que es esencial desarrollar métodos de rehidratación adecuados para mantener una textura agradable en el producto final.

La optimización de las condiciones de liofilización, tales como temperatura y presión, es fundamental para maximizar el rendimiento y preservar las propiedades del aguacate. También es crucial evaluar la calidad del polvo obtenido en términos de su solubilidad, sabor, valor nutricional y estabilidad durante el almacenamiento.

Metodología

El presente trabajo, se efectuó en los laboratorios del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala. (Laboratorio de deshidratados), el laboratorio de especialidad de Laboratorista Químico del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala, Plantel 08 ubicado en la población de San Pablo Apetatitlán en el Estado de Tlaxcala.

En los análisis proximales se contó con el apoyo del centro de investigación en alimentación y desarrollo A.C (CIAD) Culiacán, Sinaloa, México.

Para el presente estudio se realizaron dos métodos de deshidratación:

Procedimiento

a) Por aire caliente: El secado por aire caliente es una técnica ampliamente utilizada debido a su bajo costo de inversión y operación (Fito et al.,2016). Mismo que consiste en hacer pasar un flujo de aire caliente a través del sólido húmedo para evaporar el agua de su estructura, indica que, a nivel industrial, el secado por aire caliente representa alrededor del 85% de todas las técnicas de secado; sin embargo, es una operación lenta.

Preparación del aguacate: Se seleccionaron aguacates maduros de la variedad Hass. Se pelaron y se quitó el hueso, se extrajo la pulpa de aguacate y se cortó en trozo pequeños para facilitar el proceso de deshidratación.

Pretratamiento: Se aplicó una solución de ácido ascórbico al 1.5 % durante 10 minutos a los trozos de aguacate antes de colocarlos en el deshidratador.

Preparación del deshidratador: Se utilizó el deshidratador Excalibur Food Dehydrator, en donde las muestras de aguacate se colocaron, asegurándose de que estuvieran limpias y secas. Se ajustó la temperatura del deshidratador a 57°C.

Distribución en bandejas: Una vez colocados los trozos de aguacate en las bandejas se aseguró de dejar suficiente espacio entre cada trozo para permitir una buena circulación de aire y un secado uniforme.

Proceso de deshidratación: Se deshidrató a 57°C durante 18 horas, variando el tiempo de acuerdo con el grosor de los trozos de aguacate.

Comprobación de la deshidratación: Pasadas las 18 horas, se revisaron las muestras, considerando su estado seco al tacto y tener una textura quebradiza.

Molienda: Una vez deshidratado el aguacate, se retiraron de las bandejas y se dejó enfriar completamente, luego se molieron los trozos en un procesador de alimentos.

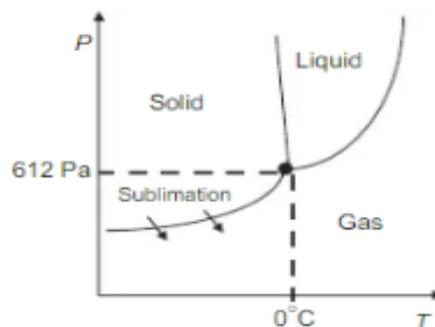
Equipo

Excalibur Food dehydrator de 9 bandejas de 600 watts con un control de temperatura; se deshidrataron a 57°C por 18 horas. La molienda fue con una licuadora de uso rudo Oster X-Pert; y el tamizado con Tamiz de pruebas físicas de acero inoxidable del N° 20 y del N° 30.

b) Método por liofilización: La liofilización se aplica para conservar alimentos mediante el secado al vacío de productos congelados (Nguyen, 2016). Esta técnica se basa en la remoción de agua en estado sólido, primero el alimento pasa por un enfriamiento previo, en donde el agua contenida se cristaliza a baja temperatura y por medio de alto vacío, el hielo se sublima directamente sin derretirse, a este proceso se

lo denomina sublimación y se puede observar por debajo del punto triple del agua (611.73 Pa y 0.001 °C) en su diagrama de fases mostrado en la Figura 1.0 (Berk,2018).

Figura 1 Representación de las distintas fases del agua (Berk, 2018).



Fuente. Autoría propia.

Recepción de la materia prima

Se utilizó la variedad de aguacate Hass y posteriormente los frutos se transportaron mediante gavetas, para evitar daño al producto, estos fueron desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 50 ppm durante 10 min, luego fueron secados y distribuidos en gavetas lavadas y desinfectadas con alcohol isopropílico.

Equipo liofilizador

Las muestras previamente enfriadas de aguacate se secaron por medio de un liofilizador de marca LYOVAC modelo GT2, bajo condiciones de presión y temperatura constantes de 50 MPa y -40°C, respectivamente. Primero se liofilizaron las muestras de aguacate ultracongelado, debido a que fueron llevadas inmediatamente al liofilizador después del enfriamiento para evitar su descongelación y su posterior deterioro; finalmente se liofilizaron las muestras de aguacate congelado. Las muestras de aguacate fueron distribuidas en las tres bandejas de liofilización, asegurando una disposición uniforme para un proceso eficiente. La distribución adecuada de los aguacates facilita la extracción homogénea de la humedad de las muestras, lo que resulta en la obtención de sólidos porosos con color propio del aguacate natural.

El aguacate, después de ser sometido a la liofilización, se trituró con un procesador de café de marca KitchenAid. Y después el material triturado fue tamizado sin alcanzar una granulometría fija, se aseguró la eliminación de toda partícula no deseada para garantizar la homogeneidad del producto.

Procedimiento

- Preparación de la pulpa
- Congelación
- Liofilización
- Almacenamiento
- Control de calidad

Análisis proximal

Consistió en la determinación de humedad, cenizas, proteínas y extracto etéreo.

Análisis de humedad

Este método indica que mediante una balanza analítica se deben pesar aproximadamente 3 g del material y se lleva a una estufa a una temperatura de 100 °C por 24 h. Después de este período se tapa el recipiente y se lo introduce en un desecador por 5 min, para la medición se registra el peso final y se calcula la diferencia de pesos para determinar el porcentaje de humedad (Pillco et al., 2021).

Análisis de cenizas

De manera general, pesar la muestra entre 5 y 10 g en un crisol seco y tarado, colocar los crisoles en una mufla fría, encender durante 13 a 18 h aproximadamente a 550 °C. Apagar el horno y esperar a que la temperatura descienda alrededor de 250 °C. Transferir los crisoles a un desecador mediante pinzas de seguridad, cubrir los crisoles, cerrar el desecador y esperar hasta que estos estén fríos para pesarlos (Nielsen, 2010).

Análisis de proteínas

Se utilizó 1 g de muestra para la determinación de proteínas. Se empleó como catalizador 1.253 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 7g de K_2SO_4 , 12 ml de H_2SO_4 concentrado y 3 ml de H_2O_2 . La digestión de la muestra se llevó a cabo en un digestor a una temperatura de 420 °C durante un periodo de 1 h. Posteriormente, se procedió a la adición de 80 ml de H_2O , seguido de un enfriamiento para preparar las muestras para la posterior destilación. Para la titulación se utilizó HCl 0.1 M como ácido titulante. Para el cálculo del porcentaje de proteína se utilizaron las Ecuaciones 3.3 y 3.4, las cuales describen el porcentaje de nitrógeno Kjeldahl y el porcentaje de proteína cruda.

Ecuación 1. Porcentaje de nitrógeno Kjeldahl

$$\% \text{Nitrógeno Kjeldahl} = \frac{(\text{Vol HCl muestra} - \text{Vol HCl blanco}) * M * 14.01}{\text{Peso muestra} * 10}$$

Ecuación 2. Porcentaje de proteína cruda

$$\% \text{Proteína cruda} = \% \text{Nitrógeno Kjeldahl} * \text{Factor}$$

Resultados y discusión

“TEXTLI – AHUACATL” es una nueva forma de venta de productos para el consumo, este consta de rehidratar para poder consumirlo al igual que su vida se prolonga más tiempo. El método de deshidratación como una forma de conservación, se obtuvo buen resultado debido a la buena selección de materia prima, existen variaciones de aguacates y dependiendo de cuál sea utilizado, variará el sabor y olor e incluso la textura del guacamole al ser rehidratado. Llevar este proceso de conservación se tomó en cuenta debido a que el aguacate no contiene actividad de agua alta, existió la variación de tiempo y temperatura a la cual se tuvo que someter a (58°C durante 18 hrs aproximadamente), esto tiene sus ventajas y desventajas.

Las ventajas tomadas en cuenta al llevar a cabo el producto es que contiene y puede llevar una larga vida útil debido a que es conveniente para el almacenamiento a largo plazo.

Al igual tiene facilidad de transporte debido a que “TEXTLI – AHUACATL” en polvo es ligero y compacto, lo que lo hace fácil de transportar al mismo tiempo que se puede ajustar la consistencia y el sabor reconstituyendo el polvo con diferentes líquidos, como agua, o jugo de limón. Y así como cualquier producto hay desventajas, como el daño de sabor y textura.

Puede carecer de la clamosidad y el sabor fresco del aguacate maduro. Los primeros resultados han sido buenos, aunque se está trabajando sensorialmente en el prototipo. También se ha considerado optar por usar bolsas de empacado al vacío, ya que es la alternativa más viable para alargar la vida de anaquel y que permanezca con características óptimas para su consumo.

Conclusiones

La obtención de polvo de aguacate mediante liofilización es una alternativa innovadora para preservar las propiedades de esta fruta en diversas aplicaciones culinarias, cosméticas y de alimentación. Este proceso permite conservar sus nutrientes, sabor y beneficios para la salud, lo que abre un amplio campo de posibilidades para el desarrollo de productos funcionales, sostenibles y de alta calidad. La investigación y la mejora de las técnicas de liofilización serán clave para garantizar la calidad y la competitividad de estos productos en el mercado global.

Referencias

- Berk, Z. (2018). Freeze drying (lyophilization) and freeze concentration. En Food process engineering and technology (pp. 567–581). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-8120187.00023-3>
- Nguyen, T. H. (2016). Étude expérimentale et modélisation du procédé de séchage des végétaux. [Estudio experimental y modelización del proceso de vegetales]. <https://theses.hal.science/tel-1297965>
- Fito, M., Grau, A., Barat, M., & Albers, M. (2016). Introducción al secado de alimentos por aire caliente. [Introduction to hot air drying of food]. Universidad Politécnica de Valencia.
- Herrera-González, J. A., Bautista-Baños, S., & Gutiérrez-Martínez, [Apellido del Autor]. (2023, November). Manejo poscosecha del fruto del aguacate ‘Hass’ para exportación en Michoacán [Postharvest management of the ‘Hass’ avocado fruit for export in Michoacán] (Folleto Técnico Núm. 40). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Campo Experimental Uruapan, Michoacán, México.

En busca del hongo entomopatógenos: aliados para el huerto escolar

Soto-Sánchez, Luz Abril; Rojas-Morales, Valeria; Cisneros-Flores, María Valentina De Guadalupe; Cabrera-Báez, Lucía.
Preparatoria IBERO Tlaxcala

Media Superior

Área: Biología

Resumen

Uno de los factores que limita la producción de los cultivos son las plagas agrícolas. El uso indiscriminado de insecticidas ha traído como consecuencia la selección de individuos resistentes, la resurgencia de nuevas plagas y la contaminación ambiental. El control biológico se refiere a uso de diferentes organismos, compuestos o extractos obtenidos de los mismos, que pueden reducir los efectos nocivos de las poblaciones de patógenos sobre el crecimiento y/o productividad de los cultivos. Algunos hongos poseen características muy especiales que les permiten sobrevivir en forma parasítica sobre los insectos y en forma saprofita sobre material vegetal en descomposición.

En el presente trabajo se consideró identificar y aislar hongos entomopatógenos a partir de muestras de insectos y muestras de suelo tomadas del huerto escolar. Se realizó el cultivo en placa con agar PDA se observó la morfología en placa y en microscopio, fueron comparadas con diversos reportes para identificar aquellas estructuras representativas de hongos entomopatógenos en las que fue posible notar características morfológicas macroscópicas y microscópicas similares a las especies benéficas *Penicillium* y *Trichoderma*.

Palabras clave

Control biológico, hongos entomopatógenos, morfología

Abstract

One of the factors limiting crop production is agricultural pests. The indiscriminate use of insecticides has resulted in the selection of resistant individuals, the resurgence of new pests and environmental contamination. Biological control refers to the use of different organisms, compounds or extracts obtained from them, which can reduce the harmful effects of pathogen populations on crop growth and/or productivity. Some fungi have very special characteristics that allow them to survive in a parasitic form on insects and in a saprophytic form on decaying plant material.

In the present work we considered identifying and isolating entomopathogenic fungi from insect samples and soil samples taken from the school garden. The culture was carried out on a plate with PDA agar, the morphology was observed on the plate and under the microscope, they were compared with various reports to identify those representative structures of entomopathogenic fungi in which it was possible to notice macroscopic and microscopic morphological characteristics like the beneficial species *Penicillium* and *Trichoderma*.

Key Words

Biological control, entomopathogenic fungi, morphology.

Introducción

El uso de hongos en la agricultura representa una de las soluciones para mejorar el suelo, ya sea facilitando la absorción de nutrientes, el desarrollo de raíces, el control de patógenos y plagas. La mayor parte de los insectos que afectan a las plantas tienen enemigos naturales que los parasitan y producen su muerte permitiendo la regulación de sus poblaciones manteniéndolos a niveles adecuados. El uso de hongos entomopatógenos para el control de insectos constituye un componente importante como agentes de biocontrol. Las especies más estudiadas y utilizadas son *Beauveria bassiana* y *Metharhizium anisopliae*.

La mayoría de los hongos entomopatógenos se encuentran de manera natural en el suelo como saprófitos y como endófitos en plantas. En este estudio se muestran estructuras microscópicas de hongos aislados de escarabajos de la familia *Scarabaeidae*, subfamilia *Melolonthinae* y muestras de suelo del huerto escolar de la preparatoria Ibero Tlaxcala ubicada en San Sebastián Atlahapa, Tlaxcala. Con el objetivo de identificar hongos entomopatógenos o benéficos para cultivos presentes en el suelo que puedan usarse para el control de plagas.

Marco teórico

El suelo es considerado un ecosistema complejo ya que está formado por microorganismos, minerales, materia orgánica, agua y aire. Se considera un sistema complejo debido a la interacción de dichos elementos y las diversas propiedades fisicoquímicas que generan. En cuanto a la composición microbiana se ha evidenciado la presencia de bacterias, actinomicetos, cianobacteria, hongos, algas, protozoarios y virus. Se ha reportado que en un gramo de suelo es posible encontrar 10000 especies diferentes de microorganismos. (Osorio-Vega, 2009).

Los microorganismos en suelo pueden considerarse benéficos o perjudiciales de acuerdo con las interacciones con los demás organismos o con las plantas, ya que pueden influir en la calidad del suelo, la descomposición de la materia orgánica, retención de agua y asimilación de nutrientes o tener efecto sobre el crecimiento, productividad y sanidad de las plantas (Rosabal et al., 2021).

Los hongos pueden utilizarse como medio de control biológico, para prevenir los daños ocasionados por plagas de insectos e inclusive de hongos fitopatógenos, por lo que son considerados grandes aliados en la agricultura sustentable y en la implementación de programas de manejo integrado de plagas como alternativa al uso de pesticidas químicos. El mecanismo de acción de estos organismos es por contacto ya que las esporas se adhieren a partes del cuerpo del insecto (partes bucales, membranas intersegmentales o espiráculos, entre otros) para posteriormente germinar, penetrar el hemocele y desarrollarse hasta provocar la muerte del insecto (Motta-Delgado & Murcia-Ordoñez, 2011).

Los hongos entomopatógenos juegan un papel muy importante como agentes de control de muchas especies de artrópodos, ya que regulan y mantienen a niveles adecuados sus poblaciones. Dentro de los géneros más utilizados para este fin son *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus* entre otros. (Barragán et al., 2022).

Metodología

Se realizaron muestreos de suelo e insectos (escarabajos) en el huerto escolar de la preparatoria Ibero Tlaxcala, ubicado en San Sebastián Atlahapa, Tlaxcala (19.30418, -98.22115). El huerto tiene un área asignada de 1.5 metros por 2 metros. Las muestras se recolectaron en enero de 2024, tras la siembra de cultivos como lechuga, rábano, chícharo y ejote. La profundidad de muestreo fue de 20 cm, definida por la compactación del suelo en la zona. Para el análisis, se definieron seis áreas de estudio: dos en las orillas y dos en el centro.

A partir de insectos. Se realizó la inspección de suelo en las zonas designadas para buscar escarabajos que presentaran consistencia algodonosa en su estructura. En las periferias del huerto escolar se encontraron dos ejemplares secos, uno de ellos con aparente crecimiento de hongo ambos fueron utilizados para el análisis. Bajo condiciones estériles, se utilizó un asa bacteriológica para frotar la sección del insecto que presentaba el hongo. En el caso del otro ejemplar, se frotaron las extremidades del insecto con el mismo instrumento. Ambas muestras fueron

cultivadas en placas Petri con agar papa dextrosa de acuerdo con lo sugerido por Elósegui et al. (2006). Se incubaron a temperatura ambiente por 5 días.

A partir de muestras de suelo. Se tomaron tres muestras de suelo cercano al sitio donde se encontraron los escarabajos (periferia del huerto), posteriormente se pasaron por un tamiz. Se pesó 1 gramo de suelo y fue colocado en 9 ml de solución salina estéril, se realizaron 4 diluciones seriadas y se sembraron 10 µl de cada dilución en placas Petri con agar papa dextrosa. Se incubaron por 5 días a temperatura ambiente.

Tinción y morfología en microscopio

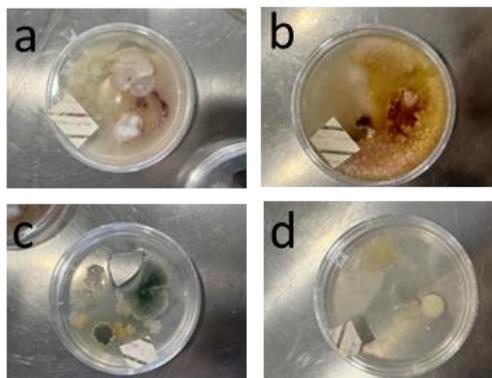
Para poder apreciar las estructuras de los componentes fúngicos se utilizó la tinción de azul de lactofenol, de modo que, trabajando bajo condiciones estériles, se seleccionaron los diferentes hongos basándose en sus características morfológicas. Se utilizó un segmento de cinta adhesiva transparente, aproximadamente de dos centímetros cuadrados, que fue colocado en un asa bacteriológica para tomar una muestra de los hongos y posteriormente ser colocado sobre un portaobjetos que contenía una gota del colorante y se agregó un cubre objetos para observarse en el microscopio a 40x.

Resultados y discusión

Fue posible notar el crecimiento de bacterias con tonalidad rojiza y dos hongos blanquecinos de consistencia algodonosa al centro y extremo de la caja que contenía la muestra tomada del escarabajo muerto (Figura 1a). A partir de la muestra del otro escarabajo se observó en el lado derecho de la placa un hongo con textura algodonosa que abarca uno de los extremos de la caja Petri y presenta tonalidad amarillenta, del mismo modo, en la parte de arriba también se encuentra un pequeño hongo blanquecino con textura algodonosa, al centro se observaron colonias bacterianas de color rojizo y otra con tonalidad café (Figura 1b).

A partir de la toma de muestra de suelo se observó el crecimiento de hongos con un color verdoso en medio y en sus orillas blanco otros hongos pequeños de color amarillento y de igual manera son de aspecto algodonoso, también es posible observar colonias bacterianas translúcidas de consistencia mucoide (Figura 1c). En otra placa donde se colocó la muestra de suelo fue posible notar el crecimiento de bacterias blanco amarillentas y un hongo blanquecino de aspecto algodonoso (Figura 1d).

Figura 1. Microorganismos aislados de suelo del huerto escolar



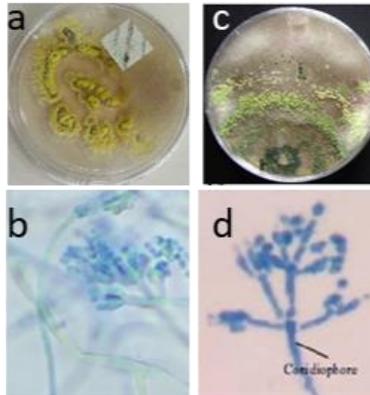
Fuente. Autoría propia.

a y b: cultivo a partir de la muestra de escarabajos muertos. c y d: cultivo a partir de la muestra de suelo.

De acuerdo con las diferencias en la morfología de los hongos, fueron aislados nuevamente en cajas Petri con agar papa dextrosa observándose en una de estas cajas un hongo con distribución puntiforme coloración verde oscuro al centro y exteriores claros del amarillo al blanco (Figura 2a), que al revisar en bibliografía tiene un aspecto similar al que presenta el género *Trichoderma spp.* y al ser observado en el microscopio (Figura 2b y 2d), se aprecian conidias

ligeramente ovoides, dispuestas en roseta, clamidosporas abundantes y globosas, fiálides apicales arregladas en verticilos cruzados en grupos de 3 a 4, ornamentación finamente espinosa y conidióforos ramificados (García-Núñez et al., 2017).

Figura 2. Comparación del hongo aislado del huerto con lo reportado para el género *Trichoderma spp.*

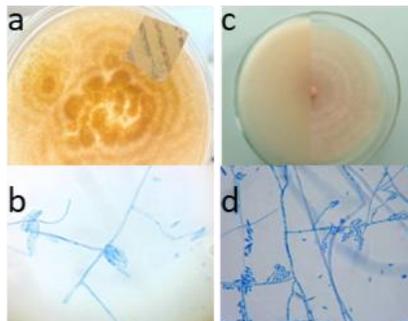


Fuente. Autoría propia.

a y b: aislado y estructura microscópica del hongo de la muestra de insecto. c y d: cultivo y estructura microscópica de *Trichoderma spp.*

En otra de las cajas se observó un hongo café-amarillento uniforme que abarca completamente la caja (figura 3a) y cuya apariencia es parecida a la de *Fusarium spp.* (Mahdi et al., 2020), al ser observado en microscopio es posible notar fiálides generalmente finas y ramificadas, también se pueden observar macroconidios hialinos y septados similares a la especie mencionada (Figura 3b y 3d).

Figura 3. Comparación del hongo aislado del huerto con lo reportado para el género *Fusarium spp.*

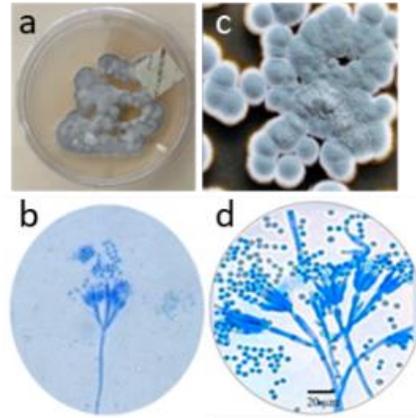


Fuente. Autoría Propia

a y b: aislado y estructura microscópica de la muestra de suelo. c y d: cultivo y estructura microscópica de *Fusarium spp.*

Finalmente, se observó un hongo con superficie pulverulenta, color verde claro a verde oscuro con una capa blanca algodonosa de borde irregular (Figura 4a). En microscopio se pueden apreciar conidios, fiálides y métulas, con ramificaciones, origen de las esporas en las fiálides (Figura 4b y 4d), similares a lo reportado por Sousa et al. (2023) para *Penicillium spp.*

Figura 4. Comparación del hongo aislado del huerto con lo reportado para el género *Penicillium* spp.



Fuente. Autoría Propia

a y b: aislado y estructura microscópica de la muestra de suelo. c y d: cultivo y estructura microscópica de *Penicillium* spp.

Se pudo apreciar el crecimiento de diversos hongos en las muestras de suelo y de los insectos. De acuerdo con las características macroscópicas de éstos en las cajas para cada una de las muestras sembradas, se realizaron subcultivos a medios frescos para apreciar la pureza del cultivo y observarlos bajo el microscopio para identificar las características morfológicas de hongos de interés para el control biológico.

Fue posible observar similitudes en las estructuras de los hongos aislados con *Trichoderma* spp. y *Penicillium* spp., que son utilizados como agentes de biocontrol para fitopatógenos, sin embargo, sería necesario realizar pruebas adicionales para determinar a qué especie pertenece cada muestra.

Conclusiones

El método de aislamiento a partir de muestras de suelo y de insectos permitió observar diversos hongos y bacterias presentes en ambos sistemas. Facilitando conocer sus características macroscópicas para la diferenciación y aislamiento, así mismo la observación al microscopio permitió el reconocimiento de las estructuras microscópicas de los hongos que podrían ser utilizados como agentes de control biológico.

Referencias

Barragán, F., Bautista, A., Nava, S., & Bibbins, M. (2022). Entomopatógenos, aliados de la agricultura sustentable en el control de plagas. *Frontera Biotecnológica*, 23(5), 30-35.

Elósegui, O., Jiménez, J., & Carr, A. (2006). Aislamiento, identificación y caracterización morfológica de aislados nativos de hongos mitospóricos con potencialidad para el control de especies de insectos plaga. *Fitosanidad*, 10(4), 265-272.

García-Núñez, H. G., Martínez-Campos, A. R., Hermosa-Prieto, M. R., Monte-Vázquez, E., Aguilar-Ortigoza, C. J., & González-Esquivel, C. E. (2017). Caracterización morfológica y molecular de cepas nativas de *Trichoderma* y su potencial de biocontrol sobre *Phytophthora infestans*. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 35(1), 58-79.

Motta-Delgado, P. A., & Murcia-Ordoñez, B. (2011). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Ambiente & Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 6(2), 77-90.

Rosabal Ayan, L., Macías Coutiño, P., Maza González, M., López Vázquez, R., & Guevara Hernández, F. (2021). Microorganismos del suelo y sus usos potenciales en la agricultura frente al escenario del cambio climático. *Magna Scientia UCEVA*, 1, 103-116.

Osorio-Vega, N. W. (2009). Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas. En Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo & Centro Nacional de Investigaciones de Café (Eds.), *Materia orgánica, biología del suelo y productividad agrícola: Segundo seminario regional comité regional eje cafetero* (pp. 43-71).

Sousa Terada-Nascimento, J., Vieira Dantas-Filho, J., Temponi-Santos, B. L., Perez-Pedroti, V., de Lima Pinheiro, M. M., García-Núñez, R. Y., Mansur Muniz, I., Bezerra de Mira, Á., Guedes, E. A. C., & de Vargas Schons, S. (2023). Monitoring of mycotoxigenic fungi in fish farm water and fumonisins in feeds for farmed *Colossoma macropomum*. *Toxics*, 11(9), 762.

Nuggets para la niñez: una opción alimentaria creativa

Flores-Hernández Erika Sofia; Herman-Flores Dana Aleksaandra; Merchant-Cervantes Valentina; Romero-Nava Víctor Abel. Preparatoria IBERO Tlaxcala

Medio superior

Área: Agropecuarias y alimentos

Resumen

El propósito de este estudio es mostrar el desarrollo de un suplemento alimenticio basado en alimentos de origen vegetal, mediante la elaboración de Nuggets de garbanzos como ingrediente principal, que iguallen el valor nutricional como otras proteínas provenientes de la carne, y sean destinados al consumo de niñas y niños de Tlaxcala, México. Se eligió el grano del garbanzo (*Cicer arietinum*) como legumbre primordial por ser de bajo costo y fácil acceso para la población, con el que se pueden realizar diferentes tipos de recetas y considerando que es una fuente de proteína completa que contiene los 9 aminoácidos esenciales, nutrientes, fibras, minerales y lípidos, además de vitaminas como la C y la B-6.

La metodología fue de tipo experimental, dividida en dos fases, aplicando dos fórmulas. Uno de los resultados indica que, los Nuggets de garbanzo lograron un contenido nutricional comparable al de otras proteínas como la carne de pollo. Se concluye la importancia de potenciar modos innovadores de alimentarse que conjunten alternativas veganas saludables y diseños creativos (textura, forma, suavidad y sabor), especialmente, destinados para el consumo de niñas y niños, quienes por la etapa de crecimiento requieren nutrientes que favorezcan su salud y energía.

Palabras clave

Alimentación Alternativa, Vegana, Creatividad Nutricional

Abstract

The purpose of this study is to present the development of a plant-based dietary supplement through the creation of chickpea nuggets as the main ingredient, which aim to match the nutritional value of other proteins derived from meat, and are intended for consumption by children in Tlaxcala, Mexico. The chickpea (*Cicer arietinum*) was chosen as the primary legume due to its low cost and easy access for the population, as it can be used in various recipes and is considered a source of complete protein containing all nine essential amino acids, as well as nutrients, fiber, minerals, lipids, and vitamins such as C and B-6.

The methodology used was experimental, divided into two phases, applying two different formulas; one of the results indicates that the chickpea nuggets achieved a nutritional content comparable to that of other proteins such as chicken. The study concludes the importance of promoting innovative ways of eating that combine healthy vegan alternatives and creative designs (texture, shape, tenderness, and flavor), especially aimed at children, who, due to their growth stage, require nutrients that support their health and energy.

Keywords

Alternative Diet, Vegan, Nutritional Creativity

Introducción

Los Objetivos 2, 3 y 17 del Desarrollo Sostenible (ODS) indican la necesidad de beneficiar a la sociedad, proveyendo alternativas saludables frente problemáticas que atentan contra la vida humana. En ese sentido, en este trabajo se propone como:

Objetivo general

Mostrar el desarrollo de un suplemento alimenticio basado en alimentos de origen vegetal, mediante la elaboración de Nuggets con garbanzos como ingrediente principal, que iguale el valor nutricional como otras proteínas provenientes de la carne, y sean destinados al consumo de niñas y niños de Tlaxcala, México.

Objetivos Específicos

1. Elaborar los Nuggets con una fórmula que tenga un valor nutricional, equivalente al de otras proteínas en términos de vitaminas y minerales, usando ingredientes de fácil acceso y bajo costo.
2. Participar en una exposición científica para valoración degustativa de los Nuggets e identificación de aceptación.

La estructura de este documento contiene, una revisión a la literatura que condujo a construir un estado del arte de estudios relacionados con la alimentación de origen vegetal, sus contradicciones y sus aportaciones. Enseguida se exponen los materiales y métodos elegidos para la investigación, las etapas y el procedimiento experimental seguido para alcanzar los objetivos.

Pasando a la presentación de los Resultados y Discusión donde se destaca la combinación de la fórmula (garbanzos y avena) y finalmente se abordan las Conclusiones.

Marco teórico

Las contradicciones de alimentos de origen vegetal

De manera general se ha atribuido que el uso de proteínas y suplementos alimenticios de origen vegetal tiene una connotación negativa (Soto-Aguilar, Webar, y Palacios, 2022). Estos autores indican que, la cantidad de aminoácidos esenciales no es suficiente para igualar la contenida en las carnes, no obstante, se asegura que, el consumo de estos alimentos trae consigo otros beneficios tales como la regulación de la insulina, la mejora en el metabolismo, e incluso se ha demostrado una reducción en la obesidad y otras enfermedades.

Hidalgo (2019) identifica que, en los últimos años, el mercado de suplementos alimenticios de origen vegetal ha logrado establecerse en el amplio mundo del deporte, satisfaciendo diversas necesidades de los atletas, por ejemplo, la intolerancia a la lactosa o la necesidad de comer alimentos libres de conservadores, recurriendo al consumo de quinoa, algas, guisantes o arroz. Esto ha propiciado que las industrias productoras de alimentos de origen vegetal se centren en la creación de suplementos que no solo cubran las necesidades nutricionales, sino que aporten un sabor, olor y textura más apetecible.

Por su parte, Muñoz-Maldonado et al (2021) indican que, “los alimentos funcionales y súper alimentos están integrados por hierbas, algas, alimentos orgánicos, fibras vegetales, semillas, frutas alcalinizantes naturales, jugos crudos y extractos de moras que son comidas, ingredientes alimenticios o suplementos ricos en compuestos considerados benéficos para la salud y el rendimiento” (p. 6). Estos alimentos funcionales contienen una alta cantidad de proteínas, minerales y otras propiedades sumamente benéficas para la salud deportistas.

Uno de los vacíos nutricionales que, el remplazo de las carnes podría ocasionar es que, las propiedades de los alimentos vegetales no cuentan con suficientes aminoácidos en comparación a las carnes de origen animal, lo que puede traducirse en una afectación severa a la salud (Kleiner, 1995), sin embargo, esta limitación puede suplirse utilizando mayor cantidad de alimentos de origen vegetal, para equiparar las propiedades de aminoácidos que tienen los de origen animal.

En este sentido, es posible decir que los suplementos alimenticios provenientes de los vegetales han sido convenientes para la población en general y para grupos específicos, y se han posicionado progresivamente en el mercado, pues, se han mejorado las técnicas de elaboración y de procesamiento, con el fin de obtener un producto que beneficie en mayor medida a la salud humana.

Algunas aportaciones de los alimentos de origen vegetal

Galeano Vargas y Rodríguez Bernal (2022) exploran el valor nutricional de los productos de origen vegetal que se utilizarían tentativamente para identificar los materiales, herramientas y procesos necesarios para la elaboración de un suplemento que ayude a la prevención de enfermedades cardiovasculares que contenía principalmente auyama, conocido como calabacín, pipián o ayote, y sus diferentes tipos de variantes.

Otros ejemplos en la generación de estas alternativas son la propuesta de Tinajero-Castro y Sosa-Morales (2023), quienes elaboran dos muestras para crear un prototipo de suplemento alimenticio a base de la extracción alcalina de las proteínas que contiene el frijol tipo Flor de Mayo, habas, lentejas y de goma Xantana, a una muestra se le agregó cacao en polvo y a la otra, endulzante Stevia. En ninguno de los dos casos se afectó el sabor, ni la aceptabilidad general del consumidor y no hubo diferencias significativas entre las fórmulas.

Por su parte, Salazar-Rodríguez, Baldovinos-Leyva y Millán-Testa determinan que, la moringa, el alpiste y la mora de castilla, son semillas poco convencionales que tienen un valor nutricional bastante elevado, pues aportan diversas vitaminas, minerales, aminoácidos, entre otras propiedades sumamente benéficas para el cuerpo humano. En este artículo se hace un profundo análisis en la promoción de este producto en el mercado, con el fin de hacerlo más rentable y económico para el consumidor.

En el Instituto de Ciencias Básicas y Tecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con el objetivo de beneficiar a personas diabéticas y alcanzar un valor nutricional amplio formuló un suplemento alimenticio, utilizando harinas de champiñón, algas e incluso chapulines (López Suárez, 2023).

En este orden, Estelles *et al* (2019) sugieren que las semillas de girasol, lino, chía y sésamo contienen diversas propiedades, como el ácido linoléico, la vitamina B1, los monoinsaturados, el hierro, entre otros componentes que benefician a la regulación de enfermedades cardiovasculares no transmisibles.

Baladia *et al* (2022) descubrieron que las principales razones de consumo de los suplementos alimenticios a base de extractos de plantas y productos de origen vegetal son la mejora de la salud, la disminución del peso y la obtención de un mayor rendimiento deportivo. Dicho estudio revela que la mayoría de encuestados considera que los suplementos alimenticios de origen vegetal han cubierto sus expectativas.

Finalmente, la investigación de Cardozo Montealegre (2022) fue la única que se localizó donde el ingrediente principal fue el garbanzo. El objetivo de dicho estudio fue “evaluar la factibilidad comercial y nivel de aceptación de los consumidores hacia un nuevo producto: Nuggets a base de proteína vegetal” (p. 13) encontrando una aceptación al considerarlo innovador y saludable, 6 de cada 10 potenciales consumidores dijo gustarles.

Los garbanzos son más económicos y requieren menos recursos naturales, esta leguminosa es más sostenible, requiere menos agua y tierra en comparación con otros cultivos, como el trigo y la producción de carne, lo que lo convierte en una mejor opción, así lo indicó el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Este organismo ha investigado “una nueva variedad de garbanzo de mayor tolerancia a la sequía y resistente a enfermedades y a los efectos del cambio climático” (Gobierno de México, 2022, p. 1). El garbanzo es una legumbre muy beneficiosa para el planeta y la tierra, ya que al fijar nitrógeno en el suelo ayuda a mejorar la calidad del mismo y a reducir la necesidad de utilizar fertilizantes químicos. También, el garbanzo, favorece la conservación de la biodiversidad, al requerir menos insumos químicos (Banzitos, 2022). Hasta aquí podemos identificar que la información respecto a la utilidad del garbanzo como fuente principal de proteínas.

Metodología

La metodología utilizada en esta investigación fue de tipo experimental, utilizando dos formulaciones con pruebas para alcanzar la consistencia y el valor nutricional deseado en el producto: los Nuggets, la primera prueba se aplicó en el laboratorio escolar de la Preparatoria Ibero-Tlaxcala.

Etapas y materiales

La investigación inició el 19 de abril y concluyó el 29 de mayo del año 2024, tuvo dos fases. La primera fase tuvo la intención de dar cumplimiento al objetivo específico 1. Elaborar los Nuggets como suplemento, con una fórmula que

tenga un valor nutricional equivalente al de otras proteínas, en términos de vitaminas y minerales, usando ingredientes de fácil acceso y bajo costo. Inicialmente se realizó una búsqueda de información documental y se revisó la literatura, logrando identificar el valor nutricional de cada ingrediente propuesto para elaborar y elegir la receta más conveniente. Se aplicó una primera fórmula que tuvo algunas limitaciones negativas en la presentación de los Nuggets: mala calidad en la consistencia, incoloro y sabor insípido. Para la aplicación de esta primera fórmula, los utensilios e ingredientes utilizados fueron (tabla 1):

Tabla 1. Utensilios e ingredientes de la primera fórmula

Número	Utensilios	
1	Procesador de alimentos	
1	Placa petri	
1	Báscula,	
1	Vaso de precipitado	
1	Vaporera exprés	
Ingredientes		
	Alimento	Cantidad
Varios	Frutos secos	10 g
Ramo	Acelga	82 mg
Ramo	Espinacas	246 mg
Piezas	Papas	0.4 mg
Piezas	Nuez	15 mg
1	Agar agar	cucharada

Fuente. Autoría propia.

El precio aproximado de los ingredientes fue en conjunto fue de 35 pesos mexicanos. Esta primera formula se realizó en el laboratorio experimental escolar. Sin embargo, este proceso se vio truncado por la variable del tiempo de cocción, y el recipiente de plástico utilizado donde se integró la mezcla, pues al colocarse dentro de la vaporera se derritió.

De igual modo, la mezcla no se logró endurecer debido a que su estado era completamente líquido. Además, tuvo como características sabor desabrido y presentación decolorada.

En la segunda fórmula se eligieron otros utensilios e ingredientes (ver tabla 2).

Tabla 2. Utensilios e ingredientes de la segunda fórmula

Número	Utensilios	
1	Procesador de alimentos	
1	Recipiente de plástico	
1	Estufa doméstica	
1	Freidora de aire.	
1	Sartén	
Ingredientes		
	Alimento	Cantidad
Polvo	Garbanzo cocido	100 g
Harina	Avena	100 g
Polvo	Sal	Una pizca
Polvo	Ajo	Una pizca
Polvo	Paprika	Una pizca

Pieza	Cebolla morada	0.1 g
Polvo	Pimienta	Una pizca
Polvo	Mostaza	Una pizca

Fuente. Autoría propia.

A partir de la experiencia de la aplicación de la primera fórmula, se decidió cambiar de espacio de realización del experimento, pues en el laboratorio escolar no se contaba con instrumental adecuado para la cocción.

En razón de ello, el cocimiento de este alimento en la segunda fórmula se llevó a cabo en la estufa de un hogar, un espacio completamente limpia, al igual que los sartenes y la freidora de aire.

Inicialmente se hizo una mezcla de los ingredientes formando una masa homogénea similar al puré (ver Imagen 1), logrando que no quedara como en el primer experimento, en un estado líquido.

Imagen 1. Masa homogénea de garbanzo



Imagen 2. Nuggets de garbanzo para degustar



Fuente. Autoría propia.

Posteriormente, en una superficie completamente limpia y plana se espolvoreó harina de avena y con un molde pequeño y las manos extremadamente limpias se comenzó a dar forma de Nuggets a la masa. Una vez terminado este proceso, se llevó la mitad de los elementos a la freidora de aire y la otra parte a la sartén, sin ninguna clase de grasas o aceites. En este método de preparación, la sartén o la freidora de aire permitieron controlar la textura final del producto, logrando una combinación óptima crujiente por fuera y suavidad por dentro, similar a la de la carne de pollo. Además, este método de cocción también ayudó a mantener la integridad nutricional de los ingredientes, preservando así los beneficios para la salud. La adición de ajo en polvo, pimienta y mostaza en grano intensificó el sabor, así como aporta complejidad y profundidad a la experiencia gastronómica, evocando el perfil de sabor característico de los Nuggets tradicionales de pollo. Se esperó aproximadamente 20 minutos para lograr que el endurecimiento de la masa fuera suficiente como para convertirse en una croqueta sólida y comestible. Finalmente, se consiguió una textura, consistencia y apariencia similar al de un Nuggets de pollo convencional (Imagen 2).

La segunda fase dio cumplimiento al objetivo específico 2. Participar en una exposición científica para valoración degustativa de los Nuggets e identificación de aceptación. El equipo participó en el Concurso de ExpoCiencias Tlaxcala 2024 para exponer y presentar el producto y la explicación del procedimiento mencionado (ver Imagen 3).

Imagen 3. Integrantes del equipo.



Fuente. Autoría propia.

Mediante la degustación que se llevó a cabo, se distinguió el interés por los Nuggets y se dio una recepción aceptable al producto.

Resultados y discusión

La combinación de garbanzos con avena como ingredientes principales resultó más conveniente que el uso exclusivo de garbanzos, las propiedades combinadas contribuyen a mejorar el sistema digestivo, regular el azúcar en la sangre y reducir el riesgo de enfermedades cardíacas.

Se reconoció que la avena tiene la capacidad de absorber líquidos y grasas durante la cocción, lo que puede ayudar a mantener la humedad, y permite asemejar el sabor jugoso de otras proteínas como el pollo y otros tipos de carne. La avena también puede ayudar a replicar esa jugosidad en la versión vegana.

Por su parte, el consumo de garbanzo no solo promueve la salud personal, sino que ofrece beneficios para el medio ambiente y la economía. Los garbanzos son una excelente fuente vegetal de proteínas, lo que significa que contienen una amplia gama de aminoácidos, que son esenciales necesarios para la síntesis de proteínas en el cuerpo, y son fundamentales para la reparación y el crecimiento de los tejidos musculares, lo que puede ser muy beneficioso para las personas que llevan un estilo de vida activo o que realizan ejercicio con regularidad, las niñas y niños se encuentran en una etapa de vital energía.

La unión de ambos alimentos proporciona una base rica en proteínas vegetales, fibras dietéticas y otros nutrientes que son clave para crear una alternativa a las proteínas de la carne, imitando tanto su textura como también su valor nutricional. En conjunto, estos elementos permitieron el desarrollo de un producto que no solo se asemeja a la carne de pollo en textura y sabor, sino que también ofrece una opción más saludable y sostenible. En pocas palabras, el resultado es una alternativa alimenticia más saludable a los Nuggets de pollo tradicionales.

Los Nuggets propuestos presentan una gran oportunidad en el mercado, demostrando que este producto ofrece una opción saludable y nutritiva para aquellos que buscan mejorar su salud. Al mismo tiempo, los precios accesibles de estos ingredientes hacen que sea una opción aún más atractiva para los potenciales consumidores: niños y niñas.

Conclusiones

El estudio tuvo como objetivo mostrar el desarrollo de un suplemento alimenticio basado en alimentos de origen vegetal, mediante la elaboración de Nuggets de garbanzos como ingrediente principal, que iguale el valor nutricional como otras proteínas provenientes de la carne, y sean destinados al consumo de niñas y niños de Tlaxcala, México.

Durante el desarrollo experimental, se llevaron a cabo dos pruebas para alcanzar la consistencia y el valor nutricional deseados. El método experimental con la segunda fórmula incluyó el uso de garbanzo cocido y avena, entre otros ingredientes, procesados para crear una masa homogénea que se transformó en Nuggets cuyo contenido nutricional es equiparable a los Nuggets tradicionales de pollo.

Finalmente se logró desarrollar un suplemento con valor nutricional similar al del pollo, cubriendo adecuadamente las necesidades de proteínas, vitaminas y minerales. Sugiriendo que el suplemento puede ser una alternativa viable y aceptada en el mercado.

No obstante, se identificaron áreas para mejora, como la optimización del proceso de cocción y la incorporación de técnicas adicionales para enriquecer aún más el perfil nutricional del suplemento. Estos aspectos serán abordados en futuras investigaciones para asegurar la máxima equivalencia nutricional y aceptación del producto.

En conclusión, el proyecto demostró que es posible desarrollar un suplemento alimenticio basado en garbanzo que iguale el valor nutricional del pollo y que pueda ser aceptado por los consumidores. Este avance contribuye a ofrecer una alternativa saludable y sostenible, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Aunque se requerirá un trabajo adicional para perfeccionar el producto y asegurar su exitosa implementación.

Referencias

- Baladia, E., Moñino, M., Martínez-Rodríguez, R., Miserachs, M., Russolillo, G., Picazo, Ó. Fernández, T., & Morte, V. (2022). Uso de suplementos nutricionales y productos a base de extractos de plantas en población española: un estudio transversal. *Revista Española De Nutrición Humana Y Dietética*, 26(3), 217–229. <https://doi.org/10.14306/renhyd.26.3.1693>
- Banzitos, (2022, 20 de diciembre) ¿Por qué el garbanzo es bueno para el planeta y la tierra? https://banzitos.com.mx/blogs/noticias/que-es-la-agricultura-regenerativa?srsId=AfmBOorj8H0KmgL5Yt_MWJ6O6wXWCMMeUGufPq7rAifZnf-plRmTic3Pz
- Cardozo Montealegre, Luz Adriana (2022). Evaluación de factibilidad comercial y nivel de aceptación de los consumidores hacia un nuevo producto: Nuggets a base de proteína vegetal. [Trabajo de grado, Universidad ICESI] https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/126405
- Estelles, A., Gómez, M., Parra, F., Romero, R., & López, L. (2019). Semillas de girasol, lino, chía y sésamo. Compuestos nutricionales y su efecto sobre la salud. *Revista Nutrición Investiga*. https://escuelanutricion.fmed.uba.ar/revistani/pdf/21a/rb/911_c.pdf
- Galeano Vargas, L. C. & Rodríguez Bernal, K. D. (2022) Diseño de un suplemento alimenticio en polvo a base de auyama de forma teórica apto para el consumo humano. [Trabajo de grado, Fundación Universidad de América] <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9049>
- Gobierno de México (2022) Presentan garbanzo mexicano resistente a sequía y enfermedades. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/presentan-garbanzo-mexicano-resistente-a-sequia-y-enfermedades?idiom=es>
- Hidalgo, M. (2019). Nuevas tendencias en el desarrollo de productos alimenticios para deportistas. FUOC: Barcelona. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149067/3/NuevastendenciasEnElDesarrolloDeProductosAlimenticiosParaDeportistas.pdf>
- Kleiner, Susan M. (1995) El papel de la carne en la dieta de un atleta: Su efecto en los macro y micronutrientes, *Sports Science Exchange*, 8(5), 1-6 https://www.gssiweb.org/docs/librariesprovider9/sse-pdfs/58_susan_kleiner.pdf?sfvrsn=2
- López Suárez, P. (2023, 24 julio). Desarrolla el ICAT suplementos nutricionales de origen vegetal. *Gaceta UNAM*. <https://www.gaceta.unam.mx/desarrolla-el-icat-suplementos-nutricionales-de-origen-vegetal/>
- Muñoz-Maldonado, G. E., Ochoa-Ahmed, F. A., Díaz-Ochoa, E. A., Ramírez-Orozco, R. E., & Gómez Renaud, V. M. (2021). Suplementos deportivos: ¿Cómo definimos a estos productos? *Lux Médica*, 16(48). <https://doi.org/10.33064/48Im20213235>
- Salazar-Rodríguez Y., Baldovinos-Leyva I. & Millán-Testa, C. E. (2020). Factibilidad para la elaboración y comercialización de suplemento alimenticio a base de quelites, semillas y frutos deshidratados no convencionales. *Foro de Estudios sobre Guerrero*, 8, 748-755 <https://revistafesgro.cocytieg.gob.mx/index.php/revista/article/view/233/149>
- Soto-Aguilar B, F., Webar, J. & Palacios, I. (2022). Alimentación basada en plantas: Sus mecanismos en la prevención y tratamiento de la obesidad. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 22(1), 162-170. Epub 31 de diciembre de 2021. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v22i1.3616>
- Tinajero-Castro, C. M. & Sosa-Morales, M. E. (2023). Concentrado de proteína vegetal en polvo saborizado con cacao natural y Stevia: Un suplemento apto para veganos. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 519–525. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.69>
- Barragán, F., Bautista, A., Nava, S., & Bibbins, M. (2022). Entomopatógenos, aliados de la agricultura sustentable en el control de plagas. *Frontera Biotecnológica*, 23(5), 30-35.

Elósegui, O., Jiménez, J., & Carr, A. (2006). Aislamiento, identificación y caracterización morfométrica de aislados nativos de hongos mitosporicos con potencialidad para el control de especies de insectos plaga. *Fitosanidad*, 10(4), 265-272.

García-Núñez, H. G., Martínez-Campos, A. R., Hermosa-Prieto, M. R., Monte-Vázquez, E., Aguilar-Ortigoza, C. J., & González-Esquivel, C. E. (2017). Caracterización morfológica y molecular de cepas nativas de *Trichoderma* y su potencial de biocontrol sobre *Phytophthora infestans*. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 35(1), 58-79.

Motta-Delgado, P. A., & Murcia-Ordoñez, B. (2011). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Ambiente & Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 6(2), 77-90.

Rosabal Ayan, L., Macías Coutiño, P., Maza González, M., López Vázquez, R., & Guevara Hernández, F. (2021). Microorganismos del suelo y sus usos potenciales en la agricultura frente al escenario del cambio climático. *Magna Scientia UCEVA*, 1, 103-116.

Osorio-Vega, N. W. (2009). Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas. En *Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo & Centro Nacional de Investigaciones de Café (Eds.), Materia orgánica, biología del suelo y productividad agrícola: Segundo seminario regional comité regional eje cafetero* (pp. 43-71).

Sousa Terada-Nascimento, J., Vieira Dantas-Filho, J., Temponi-Santos, B. L., Perez-Pedroti, V., de Lima Pinheiro, M. M., García-Núñez, R. Y., Mansur Muniz, I., Bezerra de Mira, Á., Guedes, E. A. C., & de Vargas Schons, S. (2023). Monitoring of mycotoxigenic fungi in fish farm water and fumonisins in feeds for farmed *Colossoma macropomum*. *Toxics*, 11(9), 762.

Baladia, E., Moñino, M., Martínez-Rodríguez, R., Miserachs, M., Russolillo, G., Picazo, Ó., Fernández, T., & Morte, V. (2022). Uso de suplementos nutricionales y productos a base de extractos de plantas en población española: un estudio transversal. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 26(3), 217-229. <https://doi.org/10.14306/renhyd.26.3.1693>

Banzitos. (2022, 20 de diciembre). ¿Por qué el garbanzo es bueno para el planeta y la tierra? https://banzitos.com.mx/blogs/noticias/que-es-la-agricultura-regenerativa?srsIid=AfmBOorj8H0KmgL5Yt_MWJ6O6wXWCMeUGufPq7rAifZnf-plRmTic3Pz

Cardozo Montealegre, L. A. (2022). Evaluación de factibilidad comercial y nivel de aceptación de los consumidores hacia un nuevo producto: Nuggets a base de proteína vegetal [Trabajo de grado, Universidad ICESI]. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/126405

Estelles, A., Gómez, M., Parra, F., Romero, R., & López, L. (2019). Semillas de girasol, lino, chía y sésamo. Compuestos nutricionales y su efecto sobre la salud. *Revista Nutrición Investiga*. https://escuelanutricion.fmed.uba.ar/revistani/pdf/21a/rb/911_c.pdf

Galeano Vargas, L. C., & Rodríguez Bernal, K. D. (2022). Diseño de un suplemento alimenticio en polvo a base de auyama de forma teórica apto para el consumo humano [Trabajo de grado, Fundación Universidad de América]. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9049>

Gobierno de México. (2022). Presentan garbanzo mexicano resistente a sequía y enfermedades. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/presentan-garbanzo-mexicano-resistente-a-sequia-y-enfermedades?idiom=es>

Hidalgo, M. (2019). Nuevas tendencias en el desarrollo de productos alimenticios para deportistas. *FUOC: Barcelona*. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149067/3/NuevastendenciasEnElDesarrolloDeProductosAlimenticiosParaDeportistas.pdf>

Gotitas de vida la preservación y cuidado del agua

Cruz-Segura Johanna Yailine; Pilotzi-Sanchez Roberto; Herrera-Morales Marcela Alejandra. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala Plantel 10 Yauhquemecan

Media superior

Área: Divulgación de la ciencia

Resumen

"Gotitas de Vida" un proyecto innovador y comprometido con la preservación y el cuidado del agua en los municipios de Apizaco y Yauhquemehcan en Tlaxcala, México. Desde su inicio, se ha dedicado a sensibilizar a la comunidad sobre la importancia del agua y a promover acciones concretas para su conservación. A través de actividades de educación ambiental en escuelas y comunidades municipales, se ha difundido conocimiento sobre la relevancia del cuidado del agua y se han promovido hábitos responsables desde el hogar.

Una de las estrategias clave es la implementación de señalética piloto en áreas específicas, la cual proporciona información esencial para la comunidad. Esta señalética incluye datos sobre el estrés hídrico local, reportajes informativos y recursos audiovisuales. Además, integra un Código QR que redirige a una página web con información adicional y la posibilidad de realizar reportes sobre fugas de agua detectadas en la comunidad. Este enfoque tecnológico contribuye a la sostenibilidad a largo plazo al involucrar a la comunidad de manera activa. El proyecto ha involucrado a autoridades municipales, empresas privadas e instituciones escolares, lo que ha permitido abordar los desafíos relacionados con el agua de manera integral y generar resultados tangibles en las comunidades locales.

Palabras clave

Fugas de agua, infraestructura hídrica, hábitos sustentables, uso consciente del agua, cuidado del agua.

Abstract

"Gotitas de Vida" is an innovative project committed to the preservation and care of water in the municipalities of Apizaco and Yauhquemehcan in Tlaxcala, Mexico. Since its inception, it has been dedicated to raising community awareness of the importance of water and promoting concrete actions for its conservation. Through environmental education activities in schools and municipal communities, it has disseminated knowledge about the importance of water care and promoted responsible habits at home.

One of the key strategies is the implementation of pilot signage in specific areas, which provides essential information to the community. This signage includes data on local water stress, informative reports and audiovisual resources. In addition, it integrates a QR Code that redirects to a web page with additional information and the possibility of reporting water leaks detected in the community. This technological approach contributes to long-term sustainability by actively involving the community.

The project has involved municipal authorities, private companies and school institutions, which has made it possible to address water-related challenges in a comprehensive manner and generate tangible results in local communities.

Key words

Water leaks, water infrastructure, sustainable habits, conscious use of water, water care.

Introducción

En la actualidad, la escasez, la mala gestión y la mala gestión del agua son problemáticas que enfrenta el país y el mundo, esta problemática representa un porcentaje significativo en la disponibilidad del recurso hídrico, siendo así que en los últimos años se ha disminuido la cantidad de agua dulce disponible para cada ciudadano, sin duda alguna es una problemática con gran impacto a nivel global. La solución que implementa el proyecto “Gotitas de vida” surge de dicho enfoque realizando un análisis sobre todos los factores involucrados en dicha problemática los cuales son el factor social, económico, infraestructuras hídricas, hábitos generacionales, así como la conciencia y participación ciudadana, entre otros.

El objetivo principal es instalar señalética interactiva en áreas clave para educar sobre el uso eficiente del agua y proporcionar información esencial sobre la calidad del agua y contactos de autoridades locales con la finalidad de facilitar el reporte y tratado efectivo de fugas de agua. La alternativa planteada por el proyecto se justifica por la necesidad urgente de reducir el desperdicio de agua, brindar un apoyo a las comunidades más vulnerables para así garantizar la disponibilidad de un recurso hídrico de calidad como asegurar el seguimiento eficaz y efectivo de fugas de agua en las comunidades.

El origen de “Gotitas de vida”, se encuentra en México, en el estado de Tlaxcala, dando inicios en las comunidades de Yauhquemehcan y Apizaco, su presencia está en instituciones educativas, establecimientos públicos, instituciones municipales entre otros puntos estratégicos en los cuales su presencia radica desde la instalación de la señalética hasta las campañas y talleres educativos del proyecto.

La metodología empleada en el proyecto fue construida estratégicamente con el fin de crear una solución efectiva y fácil de implementar en cualquier comunidad, así como atender de manera eficiente el problema. La alternativa abona a los siguientes objetivos de desarrollo sostenible: producción y consumo responsables, acción por el clima, alianzas para lograr los objetivos (ODS 12, 13 y 17).

Marco teórico

El agua es un recurso esencial para la vida y el desarrollo humano. Su gestión sostenible es crucial para preservar los ecosistemas, mantener la biodiversidad y asegurar el suministro de agua potable a las comunidades. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), más de 2 mil millones de personas viven en regiones con escasez de agua (Figura 1). Esta situación se prevé que empeore debido al cambio climático y al aumento de la población, que ejerce una presión adicional sobre los recursos hídricos.

Figura 1. Informe sobre la escasez física y/o económica de agua a nivel mundial.



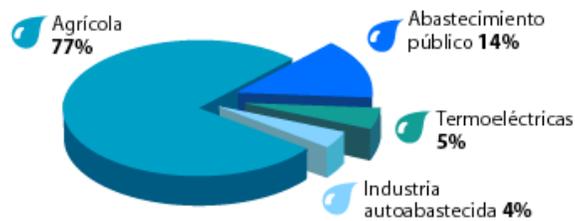
Fuente. S.f.

En México, la gestión del agua enfrenta desafíos críticos debido a la contaminación de fuentes naturales, la sobreexplotación de acuíferos y la falta de infraestructura adecuada. Estos factores han reducido significativamente la disponibilidad de agua potable, poniendo en riesgo la salud y el bienestar de las comunidades, y dificultando el acceso a agua limpia y segura. Actualmente, el 77% del agua en México se destina a la agricultura, el 14% al abastecimiento público, el 5% a las termoeléctricas y otro 4% a la industria (Figura 2 y 3).

Sin embargo, un preocupante 40% del recurso hídrico total se pierde debido a fugas, lo que agrava aún más la crisis de agua en el país. Datos recabados con autoridades municipales, CAPAMA Apizaco, sustentados en estudios realizados por la UNAM y la UNESCO afirman que este 40% de agua desperdiciada en fugas, incrementa cada año lo que provoca que los metros cúbicos de recurso hídrico disponible para cada ciudadano ha disminuido, en Tlaxcala del 30% al 35% del recurso hídrico se desperdicia en fugas; en el año de 1950, los metros cúbicos de agua disponible por habitante en Tlaxcala era de 2640 metros cúbicos en 2020 la cantidad se redujo a 598 metros cúbicos, en 70 años se redujo por dos factores detectados principalmente, el mal aprovechamiento del agua y el crecimiento poblacional.

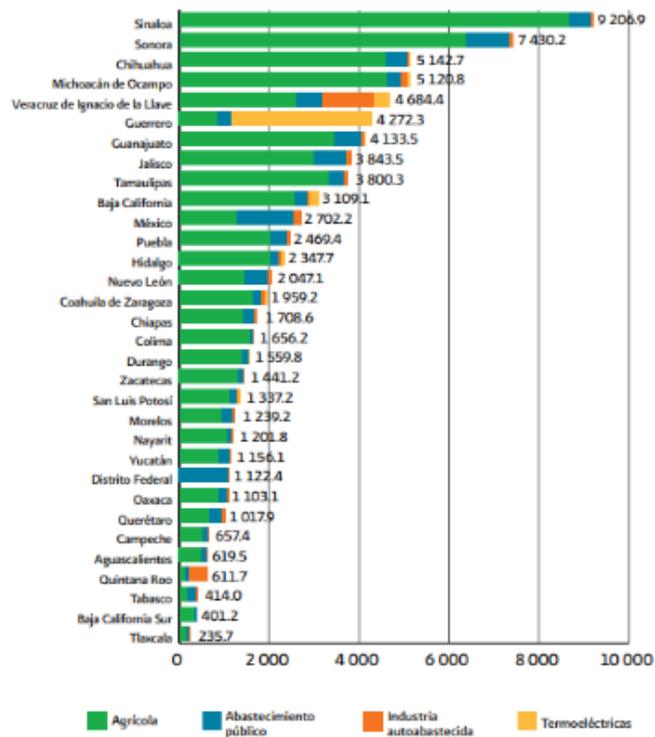
Dichos estudios hacen ver la situación actual, no solo de Tlaxcala si no también del país completo.

Figura 2. Distribución del recurso hídrico en México



Fuente. S.f.

Figura 3. Distribución del recurso hídrico en México por países.

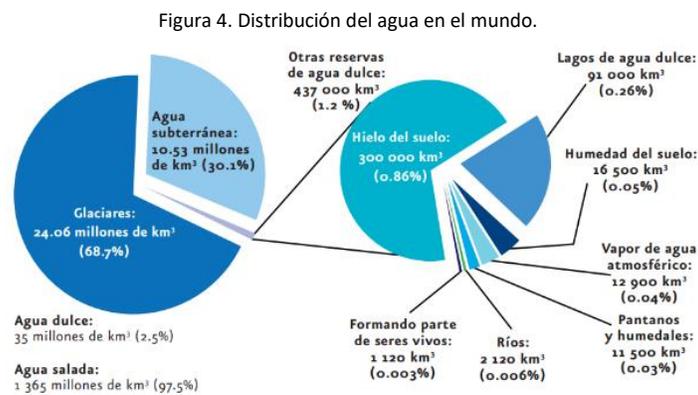


Fuente. S.f.

Dentro de la infraestructura utilizada para proporcionar el agua requerida para los diferentes usuarios mexicanos, destacan 4,000 presas de almacenamiento, 6.46 millones de hectáreas con riego, 2.74 millones de hectáreas con temporal 2 tecnificado, 541 plantas potabilizadoras en operación, 1,710 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación, 2,021 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación, 3,000 km de acueductos.

De los aproximadamente 1,400 millones de kilómetros cúbicos de agua en el planeta, solo el 2.5% es agua dulce. Este pequeño porcentaje se encuentra en ríos, lagos, glaciares, mantos de hielo y acuíferos. Sin embargo, la mayoría de esta agua dulce está en glaciares y mantos de hielo, de los cuales el 97% es inaccesible por estar en regiones como la Antártica, el Ártico y Groenlandia.

El agua subterránea representa el 96% del agua dulce no congelada y es vital para arroyos, manantiales y humedales. Aunque las aguas superficiales solo constituyen el 0.3% del agua dulce, aportan cerca del 80% del agua renovable anualmente, con los lagos almacenando el mayor volumen. Además, el agua en la atmósfera, aunque en menor cantidad, es crucial para la regulación del clima (Figura 4).



Fuente. Autoría propia.

El municipio de Yauhquemehcan presenta problemas específicos en la gestión del agua. La contaminación de fuentes hídricas y la deficiencia en el saneamiento afectan la calidad del agua y la salud pública. La creciente demanda de agua, junto con la contaminación y la sobreexplotación de recursos, está generando una crisis en la disponibilidad y calidad del agua en la región. Aunado a lo anterior, diversos testimonios en la comunidad aseguran que las fugas de agua sin tratamiento es un problema real y que hay una necesidad sobre realizar conciencia en el municipio, debido a que parte del desperdicio del agua se debe a malos hábitos que tiene la población de Yauhquemecan, acciones como mala supervisión al llenado de tinacos, el nulo mantenimiento a las instalaciones casa-habitación, así como grifos y mangueras abiertas son responsables de grandes fugas de agua.

La señalización es crucial porque sirve como una guía visual que comunica información importante de manera rápida y clara. En el contexto del cuidado del agua, una señalética bien diseñada puede alertar a las personas sobre la importancia de conservar este recurso, indicar cómo actuar en caso de fugas o desperdicios, y proporcionar contactos para reportar problemas.

Además, la señalización contribuye a la concientización pública, ayudando a fomentar hábitos responsables y sostenibles. En situaciones de emergencia, como sismos o incendios, la señalización puede ser vital para la seguridad al indicar rutas de evacuación y procedimientos a seguir. Por tanto, la señalización no solo informa, sino que también protege y educa a la comunidad.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un conjunto de 17 objetivos globales adoptados por todos los Estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015 como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Figura 5). Estos objetivos buscan abordar los desafíos más apremiantes que enfrenta la humanidad, promoviendo un desarrollo económico, social y ambiental equitativo y sostenible.

Figura 5. ODS de la agenda 2030.



Fuente. Autoría propia.

Metodología

La metodología mixta es un enfoque de investigación que combina elementos de las metodologías cualitativa y cuantitativa. Este tipo de investigación se utiliza para aprovechar las fortalezas de ambos enfoques y obtener una comprensión más completa y detallada de un fenómeno. Debido a ello esta metodología consistió en investigaciones de campo realizadas para evaluar las características de los factores influyentes en la problemática, así como el uso de encuestas rápidas a la comunidad y a la vez analizando datos y estadísticas obtenidas a través de la información brindada por parte de las alianzas estratégicas del proyecto, haciendo uso principalmente de entrevistas a especialistas, a autoridades municipales y estatales. Dicha metodología permitió la integración de investigación de campo como investigación documental que sirvió como base para un desarrollo favorable.

Hipótesis

A través de la creación y la implementación de la señalética de Gotitas de vida de la mano de sus campañas y talleres de difusión, así como de concientización se mejorará la conciencia comunitaria sobre el uso responsable del recurso hídrico, facilitará el reporte y reparación de fugas de agua, y contribuirá a una reducción significativa en el desperdicio de agua en estas localidades.

Objetivo general

Desarrollar una señalética, como una estrategia que tenga un impacto global al abordar una de las problemáticas más preocupantes a nivel mundial, el cual se refiere a la gestión sostenible del agua, mientras se actúa a nivel local al empoderar a las comunidades para que sean parte activa de la solución. Definir la problemática a solucionar dio comienzo al proyecto dando pie a las investigaciones que serían necesarias para conocer las causas, consecuencias, factores involucrados, así como las posibles soluciones (Figura 6).

Figura 6. Investigación de campo en Comisión Estatal de Agua y Saneamiento en Tlaxcala CEAS.



Fuente. Autoría propia.

Posteriormente se comenzó con el desarrollo del proyecto manteniendo constantemente la consulta de información que pudiera aportar al proyecto. Para el desarrollo del proyecto se necesitan dos técnicos con conocimientos básicos en programación para el desarrollo de páginas web dinámicas y uso de bases de datos, sabiendo emplear los lenguajes de programación HTML, CSS, JavaScript, PHP y SQL, los cuales son necesarios para el diseño y estructuración de la página web empleada en el prototipo.

Para el desarrollo de la página web se utilizó el IDE Visual Studio Code, para su almacenamiento el alojamiento de un servidor web. El financiamiento del proyecto se costó hasta el momento a través de los patrocinios con Soluciones de Movilidad Terrestre (SMT) (Figura 7), Bodegas Huitrón, así como los establecimientos el paraíso de los mariscos y el mundo de los mariscos; gracias a dichos patrocinadores se impulsó favorablemente el proyecto además de que permitió las campañas realizadas y principalmente el costo de las señaléticas aplicadas (Figura 7).

Figura 7. Reunión con patrocinador SMT Soluciones de Movilidad Terrestre.



Fuente. Autoría propia.

Figura 8. Primer diseño de señalética.



Fuente. Autoría propia.

Figura 9. Recolección de datos en Comisión de Agua Potable del Municipio de Apizaco (CAPAMA).



Fuente. Autoría propia.

Etapas de desarrollo:

Creación y diseño de la señalética

Se identificó la ausencia de señaléticas dedicadas al cuidado del agua, ya que generalmente se encuentran señaléticas enfocadas en acciones a seguir en caso de sismos o incendios, pero rara vez sobre cómo actuar ante una fuga o desperdicio de agua. A partir de esta observación, se desarrolló un boceto de señalética que incluye instrucciones prácticas y fáciles de seguir, así como espacios para información relevante, como números de contacto de las autoridades correspondientes.

El diseño también incorpora colores llamativos para captar la atención del público y hacerlo más atractivo. Este proceso de diseño fue extenso y requirió varias correcciones y mejoras, culminando en un producto final que aborda eficazmente la problemática planteada. La señalética fue realizada a través de una plataforma de diseño y comunicación visual.

Figura 10. Diseño de la página web.



Fuente. Autoría propia.

Basado en los análisis obtenidos de entrevistas, encuestas e investigaciones de campo, se consolidó la información clave para garantizar un reporte efectivo de fugas de agua. Esta información debía ser breve y precisa para evitar la contaminación visual de la señalética, facilitando su seguimiento. Se incluyeron principalmente números de contacto de las autoridades pertinentes, acciones a seguir según la ubicación, y recomendaciones para el uso responsable del agua.

Desarrollo de la página web

Además, debería integrarse un factor innovador que aprovechara el avance tecnológico en la actualidad, la propuesta consistió en el desarrollo de una página web accesible mediante un código QR integrado en la señalética (Figura 10). Este enfoque innovador se fundamentó en la recopilación y organización de información esencial para la señalética, incluyendo detalles como la ubicación específica de las autoridades encargadas de gestionar las fugas de agua en la comunidad, así como reportajes y entrevistas con personal del ayuntamiento municipal y CAPAMA (Figura 9).

La página también proporciona información actualizada sobre los problemas hídricos que afectan a la comunidad y al estado, además de ofrecer videos educativos para niños, adultos y jóvenes sobre el cuidado y uso adecuado del agua. El contenido está diseñado para sensibilizar a la población sobre la importancia de ser un consumidor responsable del recurso hídrico. Además de facilitar el reporte de fugas de agua no solo por medio de los contactos de las autoridades correspondientes, sino que también empleando un formulario que facilita la realización del reporte de la fuga detectada. Para su desarrollo fue necesario el uso del IDE Visual Studio Code, una laptop de gama media y el alojamiento de un servidor web.

Divulgación de la señalética

Con el apoyo de los patrocinadores, se inició la producción de las señaléticas utilizando un material renovable, resistente y duradero, garantizando su visibilidad y longevidad frente a las condiciones climáticas y el desgaste. Con las señaléticas

listas, se procedió a su instalación en ubicaciones estratégicas de Apizaco y Yauhquemecan, con el objetivo de promover el cuidado del agua y facilitar el reporte de fugas en la comunidad.

Para dar a conocer el proyecto y sensibilizar sobre la importancia del cuidado del agua, se implementaron diversas estrategias:

- 1.- Charlas en instituciones educativas.
- 2.- Presentación del proyecto en la ExpoCecyte.
- 3.- Promoción en redes sociales.

Figura 11. Presentación del proyecto en la comunidad de Yauhquemecan en el evento ExpoCecyte.



Fuente. Autoría propia.

Figura 12. Platica “El cuidado del agua una tarea para todas las generaciones”, en CECyTE 10 Yauhquemecan.



Fuente. Autoría propia.

Se desarrolló una campaña en Facebook, Instagram y YouTube para ampliar el alcance. En Facebook e Instagram, se publicaron imágenes, mensajes y anuncios sobre la ubicación de las señaléticas, mientras que en YouTube se compartieron videos sobre la presentación del proyecto y visitas a CEAS Tlaxcala.

Además, se realizaron visitas a la escuela primaria Niños Héroes de Chapultepec (Figura 13), y la telesecundaria Tierra y Libertad ubicadas en el municipio de Apizaco, así como pláticas brindadas por expertos en el tema, dinámicas y platicas en la comunidad estudiantil de CECyTE 10 Yauhquemecan (Figura 11), involucrando activamente a maestros, niños y jóvenes. Estas actividades resultaron en una mayor conciencia sobre el cuidado del agua, con participación de estudiantes, profesores y personal administrativo.

Figura 13. Taller educativo en escuela primaria Niños héroes de Chapultepec, Apizaco Tlaxcala.



Fuente. Autoría propia.

Figura 14. Colocación piloto de señalética en hospital general IMSS número 2 en Apizaco Tlaxcala.



Fuente. Autoría propia.

Las señaléticas se distribuyeron en establecimientos comerciales, centros de salud (Figura 14), escuelas y la presidencia municipal de Apizaco, buscando impactar a una amplia audiencia. Esta iniciativa ha incrementado el reporte y la reparación de fugas, y continúa expandiéndose para llegar a más lugares dentro del municipio y del estado.

Figura 15. Encuesta realizada a la comunidad sobre la aceptación del proyecto.

¿Recomendaría la continuación del proyecto y/o su implementación en otras comunidades?

109 respuestas



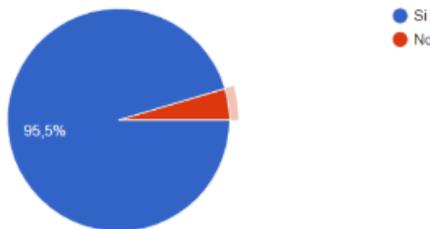
Fuente. Autoría propia.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos con la implementación del proyecto cumplen con los objetivos planteados demostrando la funcionalidad de una señalización en espacios estratégicos para el reporte efectivo de fugas de agua. Como se muestra en la imagen (Figura 15 y 16), una encuesta realizada en la comunidad donde se realizó el pilotaje de las señaléticas muestra que ha tenido una aceptación favorable y que es escalable para poder emplearse en diversos municipios de Tlaxcala.

Con el proyecto se logró realizar un pilotaje del prototipo final, la realización de talleres, actividades, campañas que permitieron la sensibilización y la conciencia comunitaria sobre el cuidado del agua, facilitar el reporte, así como garantizar el tratado de fugas de agua y la participación activa de la comunidad instituciones educativas, padres de familia, sector empresarial, instituciones municipales, niños, jóvenes y adultos entre otros.

Figura 16. Encuesta realizada a la comunidad sobre la aceptación del proyecto.
¿Cree que el proyecto ha ayudado a aumentar la conciencia sobre la importancia del cuidado del agua en la comunidad?
110 respuestas



Fuente. Autoría propia.

A discusión con la hipótesis planteada, se logra observar el efecto positivo que logro tener el proyecto, principalmente en la comunidad estudiantil de CECyTE 10 Yauhquemecan, debido a que los estudiantes ahora son más conscientes sobre el uso del recurso hídrico, comenzaron a realizar investigaciones y campañas por su propia cuenta inspirados por el proyecto. Dichos resultados pueden llegar a escalar a más comunidades de Tlaxcala.

Conclusiones

Este proyecto de gran impacto social contribuye a la mejora de diversos aspectos tales como la gestión eficiente del agua, la concientización y educación comunitaria, participación comunitaria, conservación del recurso hídrico, pero sobre todo en la facilitación de reportes en tiempo real garantizando que se le dé la atención necesaria a las fugas que se puedan presentar en la comunidad.

Con los resultados obtenidos se logra desarrollar los objetivos e hipótesis planteados ya que la implementación de la señalética ha hecho que a las fugas de agua a las que antes no se les daba tratamiento alguno o que incluso no se llegaban a reportar, tuvieron una solución y reparación efectiva, además de que a través de sus talleres y campañas de difusión se logró hacer conciencia en la comunidad, estrategia que fue efectiva mostrándoles los datos reales y la situación actual del estado, comparándola con la situación de años atrás niños, jóvenes y adultos lograron entender el mensaje y conocer la importancia del cuidado del agua.

Un proyecto como este brinda la oportunidad de aprender y aplicar diversos temas de programación, ciencias ambientales e incluso ciencias sociales. Para su desarrollo fue necesario emplear lenguajes de programación para páginas web, así como tener conocimiento de bases de datos para la información de la misma, además de comprender los factores sociales que implica el problema para proporcionar una solución fácil de implementar en cualquier comunidad.

El proyecto de "Gotitas de vida" logro demostrar que, a través de la conciencia social, el buen uso de la tecnología y la participación comunitaria es posible contribuir al desarrollo sustentable, y a la protección del medio ambiente.

Referencias

- Baladia, E., Moñino, M., Martínez-Rodríguez, R., Miserachs, M., Russolillo, G., Picazo, Ó., Fernández, T., & Morte, V. (2022). Uso de suplementos nutricionales y productos a base de extractos de plantas en población española: un estudio transversal. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 26(3), 217-229. <https://doi.org/10.14306/renhyd.26.3.1693>
- Banzitos. (2022, 20 de diciembre). ¿Por qué el garbanzo es bueno para el planeta y la tierra? https://banzitos.com.mx/blogs/noticias/que-es-la-agricultura-regenerativa?srltid=AfmBOorj8H0KmgL5Yt_MWJ6O6wXWCMMeUGufPq7rAifZnf-plRmTic3Pz
- Cardozo Montealegre, L. A. (2022). Evaluación de factibilidad comercial y nivel de aceptación de los consumidores hacia un nuevo producto: Nuggets a base de proteína vegetal [Trabajo de grado, Universidad ICESI]. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/126405
- Estelles, A., Gómez, M., Parra, F., Romero, R., & López, L. (2019). Semillas de girasol, lino, chía y sésamo. Compuestos nutricionales y su efecto sobre la salud. *Revista Nutrición Investiga*. https://escuelanutricion.fmed.uba.ar/revistani/pdf/21a/rb/911_c.pdf
- Galeano Vargas, L. C., & Rodríguez Bernal, K. D. (2022). Diseño de un suplemento alimenticio en polvo a base de auyama de forma teórica apto para el consumo humano [Trabajo de grado, Fundación Universidad de América]. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9049>
- Gobierno de México. (2022). Presentan garbanzo mexicano resistente a sequía y enfermedades. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/presentan-garbanzo-mexicano-resistente-a-sequia-y-enfermedades?idiom=es>
- Hidalgo, M. (2019). Nuevas tendencias en el desarrollo de productos alimenticios para deportistas. FUOC: Barcelona. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149067/3/NuevastendenciasEnElDesarrolloDeProductosAlimenticiosParaDeportistas.pdf>
- Kleiner, S. M. (1995). El papel de la carne en la dieta de un atleta: Su efecto en los macro y micronutrientes. *Sports Science Exchange*, 8(5), 1-6. https://www.gssiweb.org/docs/librariesprovider9/sse-pdfs/58_susan_kleiner.pdf?sfvrsn=2
- López Suárez, P. (2023, 24 julio). Desarrolla el ICAT suplementos nutricionales de origen vegetal. *Gaceta UNAM*. <https://www.gaceta.unam.mx/develops-el-icat-suplementos-nutricionales-de-origen-vegetal/>
- Muñoz-Maldonado, G. E., Ochoa-Ahmed, F. A., Díaz-Ochoa, E. A., Ramírez-Orozco, R. E., & Gómez Renaud, V. M. (2021). Suplementos deportivos: ¿Cómo definimos a estos productos? *Lux Médica*, 16(48). <https://doi.org/10.33064/48lm20213235>
- Salazar-Rodríguez, Y., Baldovinos-Leyva, I., & Millán-Testa, C. E. (2020). Factibilidad para la elaboración y comercialización de suplemento alimenticio a base de quelites, semillas y frutos deshidratados no convencionales. *Foro de Estudios sobre Guerrero*, 8, 748-755. <https://revistafesgro.cocytieg.gob.mx/index.php/revista/article/view/233/149>
- Soto-Aguilar, B. F., Webar, J., & Palacios, I. (2022). Alimentación basada en plantas: Sus mecanismos en la prevención y tratamiento de la obesidad. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 22(1), 162-170. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v22i1.3616>
- Tinajero-Castro, C. M., & Sosa-Morales, M. E. (2023). Concentrado de proteína vegetal en polvo saborizado con cacao natural y Stevia: Un suplemento apto para veganos. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 519-525. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.69>

Carbón activado a partir de cáscaras de naranja

Paúl-Ramírez, Leticia; Osorio-Solís, Eduardo Abimael; León-Tolteca, Alexa; Amador-Flores, Estefanía. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado. Plantel Apetatitlán

Media Superior

Área: Medio Ambiente

Resumen

Las cáscaras de naranja son un residuo lignocelulósico abundante de la industria agroalimentaria, son una fuente renovable y de bajo costo con aplicaciones potenciales. Se realizaron experimentos a diversas condiciones de temperatura de precarbonización y de activación de residuos de naranja por activación química, con la finalidad de obtener carbón activado y evaluar su eficiencia en la remoción de colorante azul de metileno.

Se encontró que la precarbonización a 500°C y la activación a 350°C después de la impregnación con H_3PO_4 proporcionan carbón activado con porosidad y tamaño de partícula adecuado para la remoción del colorante. Los rendimientos de carbón activado oscilan entre el 51 y 56% en base seca, lo que convierte a los residuos de naranja en una fuente potencial para la obtención de este producto. Utilizar estos residuos ayuda a reducir la cantidad de desechos y promueve la economía circular y la sostenibilidad ambiental.

Palabras clave

Cáscaras de naranja, carbón activado, activación química

Abstract

Orange peels, an abundant lignocellulosic residue of the agri-food industry, are a renewable and low-cost source with potential applications. Experiments were carried out under various conditions of precarbonization temperature and activation of orange residues by chemical activation, to obtain activated carbon and evaluate its efficiency in the removal of methylene blue dye.

Precarbonization at 500°C and activation at 350°C after H_3PO_4 impregnation was found to provide activated carbon with porosity and particle size suitable for dye removal. Activated carbon yields range between 51 and 56% on a dry basis, which makes orange waste a potential source for obtaining this product. Using this waste helps to reduce the amount of waste and promotes the circular economy and environmental sustainability.

Key Words

Orange peels, activated charcoal, chemical activation.

Introducción

El carbón activado es un material poroso que captura compuestos orgánicos presentes en gases o líquidos, su efectividad lo convierte en el purificador más utilizado por el ser humano. Las potenciales aplicaciones de los carbones activados en diferentes industrias y en el tratamiento y potabilización del agua, aunado a la gran cantidad de desechos agroindustriales contaminantes generados por el procesamiento de la naranja para la extracción de jugo, son factores que se conjugan y se presentan como una alternativa para el aprovechamiento de estos residuos lignocelulósicos en la obtención de carbón activado. Este proyecto tiene como objetivo obtener carbón activado a partir de las cáscaras de naranja resultantes del aprovechamiento de dicho fruto durante la obtención de jugo, empleando el método de activación química con ácido fosfórico, bajo diferentes condiciones, a fin de comprobar su efectividad en la remoción de colorantes.

Se presentan los antecedentes sobre la obtención de carbón activado de diversas fuentes, la metodología seguida en este trabajo, los resultados obtenidos y su discusión, por último, las futuras líneas de investigación y las conclusiones.

Marco teórico

Los residuos como cáscaras, hollejos y semillas, obtenidos durante la extracción del jugo de naranja se llama citropulpa, este subproducto es ampliamente usado en otros países para la alimentación de ganado, ya sea fresco, ensilado, deshidratado o mezclado en raciones concentradas. En el proceso de extracción, entre el 45% y el 60% del peso del fruto se convierte en residuos: cáscaras (50- 55%), hollejos (30-35%) y semillas (10%) (SENASICA, 2021)

Nuestro país es el quinto productor a nivel mundial de naranja, de acuerdo con el Censo Agropecuario 2022, se produjeron 3784111 toneladas de naranja en ese año y se ha mantenido prácticamente estable desde hace varios años. La biomasa vegetal residual del proceso de extracción de jugo representa una alternativa viable para la obtención de carbón activado, debido a la naturaleza lignocelulósica de dichos restos. Numerosos trabajos mencionan el empleo de residuos agroindustriales de bajo costo y disponibles en grandes cantidades, como son residuos de café (Farrera y col, 2017), coco (Carriazo y col, 2010; Cachola, 2022), cáscara de cacahuete (Sánchez y col, 2016), palma africana (Bastidas, 2016) y residuos olivícolas (Filippín y col, 2017), entre otros, para obtener carbón activado (Solís-Fuentes y col, 2012).

El carbón activo es un material poroso y amorfo, preparado químicamente para tener alta porosidad y gran superficie interna específica. Estas características, junto con la química de sus átomos de carbono, le permiten atraer y atrapar moléculas del fluido circundante, fenómeno conocido como adsorción. El sólido que adsorbe es el adsorbente y la molécula atrapada es el adsorbato, la efectividad del carbón activo en la adsorción depende de la naturaleza de la materia prima y del proceso de activación usado en su producción (Cachola, 2022).

Las aplicaciones del carbón activado se basan en su elevada capacidad de eliminación de sustancias y su baja selectividad de retención. Esta capacidad se debe a su alta superficie interna y a la porosidad, con microporos que proporcionan una gran superficie y capacidad de retención, y mesoporos y macroporos que permiten retener moléculas grandes como colorantes o coloides (Bastidas, 2016). Su efectividad lo convierte en el purificador más utilizado por el ser humano, sus principales usos incluyen la potabilización del agua, desodorización y purificación del aire, su uso como decolorante y desodorizante en la industria alimenticia, química y farmacéutica y en la industria metalúrgica.

Los métodos de obtención de carbón activado son físicos o químicos, en el primer caso es un proceso térmico empleando una corriente gaseosa de dióxido de carbono, aire o vapor de agua como activante y en el segundo caso es también un proceso térmico donde se emplean como activantes reactivos químicos como ácido fosfórico, sulfúrico, nítrico, entre otros (Filippín y col, 2017). El proceso de activación química del carbón se realiza en una sola etapa, calentando en atmósfera inerte una mezcla del agente activante y el material de partida. El agente activante empleado es el ácido fosfórico (H_3PO_4). Los grupos funcionales en los biopolímeros determinan la formación de grupos funcionales durante esta activación debido a que algunas estructuras se transforman y otras se oxidan como la celulosa, hemicelulosa y lignina (Cachola, 2022).

La adsorción es una de las mejores técnicas para remover contaminantes, y el carbón activado es el adsorbente más usado por su gran capacidad para adsorber diversos compuestos debido a sus propiedades físicas y químicas. La adsorción implica la fijación de moléculas en la superficie de un sólido debido a fuerzas de atracción en sitios específicos llamados centros activos. La adsorción capta sustancias solubles en la interfaz de una solución, que puede ser entre un líquido y un gas, un sólido, o entre dos líquidos diferentes. El sólido que adsorbe se llama adsorbente, la sustancia a adsorber es el adsorbato y la sustancia adsorbida es el adsorbato (Gómez y col, 2010).

Metodología

Para la elaboración del producto, se emplearon cascaras de naranja (sin el endocarpio), recolectadas de la comercialización del jugo en puestos ambulantes, las cáscaras fueron trozadas y secadas a temperatura ambiente o en horno de secado, después se sometieron a precarbonización a diferentes condiciones en mufla u horno de microondas

como se indica en la figura 1. Se realizó activación química por contacto con H_3PO_4 al 26% durante 24 horas, posteriormente se realizó un lavado con agua destilada hasta neutralidad, se procedió al secado a $110^\circ C$, para terminar con una carbonización, pulverización y tamizado a través de malla No. 60. El producto obtenido se etiquetó y guardó en recipientes con cierre hermético y protegidos de la luz.

Para evaluar su efectividad en la remoción de colorante, se pesaron 200 mg de cada carbón obtenido y de carbón activado comercial, en un tubo de ensayo, se añadieron 10 mL de solución de azul de metileno de concentración 200 ppm, se agitaron las mezclas durante 2 minutos, se filtraron, los filtrados se recolectaron en tubos de ensayo y se comparó visualmente la transparencia de los filtrados. Los experimentos se realizaron por triplicado y la nomenclatura se designó de la siguiente forma:

- HME: muestra secada en horno, carbonizada a $500^\circ C$, activada en estufa a $160^\circ C$
- FMiM: muestra secada a temperatura ambiente, carbonizada en microondas, activada en mufla a $350^\circ C$.
- FMuM: muestra secada a temperatura ambiente, carbonizada en mufla a $350^\circ C$ y activada en mufla a $350^\circ C$.
- HMiE: muestra secada en horno, carbonizada en microondas y activada en estufa a $160^\circ C$.
- HMuE: muestra secada en horno, carbonizada en mufla a $350^\circ C$ y activada en estufa a $160^\circ C$.

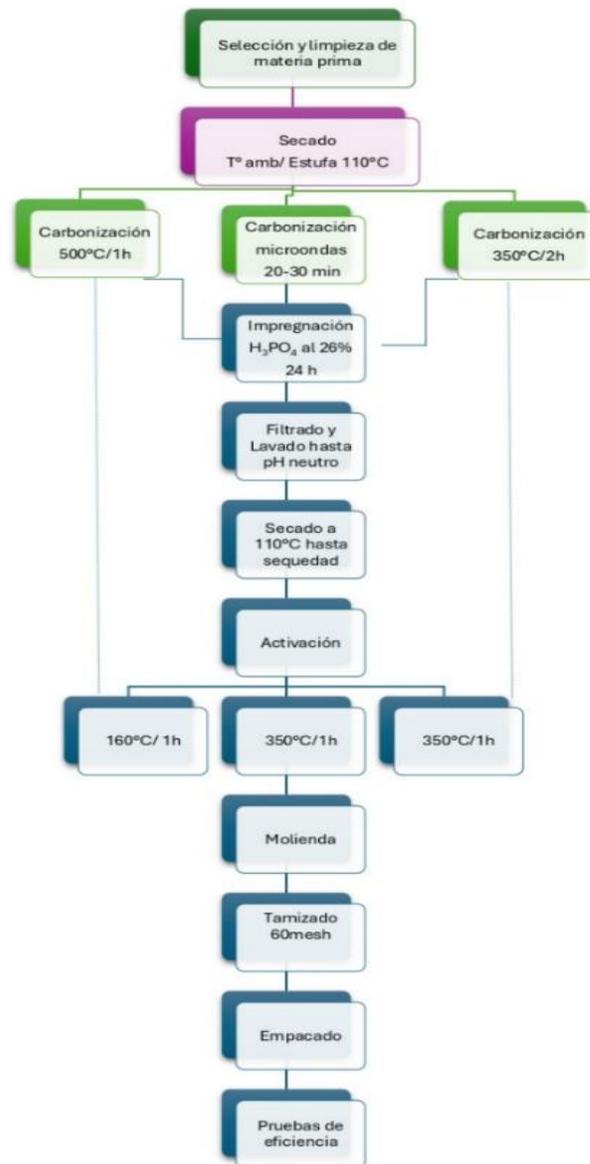


Figura 1. Diagrama de obtención de carbón activado.

Fuente. Elaboración propia.

Resultados y discusión

En este proyecto se realizaron 5 experimentos para la obtención de carbón activado a diversas condiciones de temperatura de precarbonización y de activación a partir de residuos de naranja, tomando como referencia experimentos realizados con otros materiales lignocelulósicos, con la finalidad de evaluar la posibilidad de emplear a las cáscaras de naranja como una fuente potencial para obtener carbón activado y comprobar su eficiencia en la remoción de colorante azul de metileno.

En la tabla 1 se muestran los rendimientos obtenidos para los cada uno de los experimentos realizados.

Tabla 1. Rendimiento de carbón activado a diferentes condiciones (Carbonización incompleta)

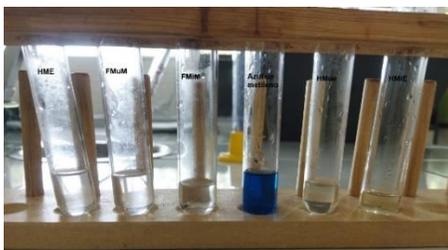
Muestra	Peso de muestra seca (g)	Peso de carbón activado (g)	Rendimiento (%)
HME	21.0	11.9	56.7
FMiM	27.9	14.3	51.2
FMuM	32.5	17.8	54.7
HMiE	24.2	11.1	45.8*
HMuE	33.7	16.4	44.6*

Fuente. Autoría propia.

Se encontró que los rendimientos oscilan entre el 51 y el 56%, descartándose los últimos dos experimentos debido a que no se realizó una precarbonización completa. Las mejores características después de la molienda y tamizado las presentó la muestra HME debido a su tamaño de partícula y por ello mayor superficie de contacto, seguida por las muestras designadas como FMiM y FMuM las cuales requirieron repetir el proceso de molienda y tamizado más de una vez.

Una vez obtenido el tamaño de partícula capaz de atravesar el tamiz número 60, se realizaron las pruebas de efectividad en la remoción de azul de metileno según el procedimiento descrito en la metodología, se aprecia que las muestras etiquetadas como HME, FMiM y FMuM muestra resultados semejantes respecto a la transparencia de los filtrados y el color es prácticamente imperceptible y comparable con el obtenido con un carbón activo comercial, mientras que las muestras HMiE y HMuE, presentan una coloración ligeramente amarilla-café, debido a la presencia de pigmentos, resultado de una combustión incompleta. Los resultados se pueden apreciar en la imagen 1. En la imagen 2 los tubos están acomodados en orden creciente de remoción de color, en ella se aprecia que la muestra carbonizada a 500°C y activada a 350°C, adsorbe eficientemente el colorante azul de metileno.

Imagen 1. Prueba de decoloración de azul de metileno



Fuente. Autoría propia.

Imagen 2. Prueba visual de decoloración de azul de metileno.



Estos resultados permiten establecer que la temperatura de secado no tiene influencia en el proceso, siempre y cuando el material esté perfectamente seco, mientras que la temperatura de precarbonización y activación, son importantes ya que, a mayor temperatura de activación, la eliminación del colorante azul de metileno es mayor. Los resultados obtenidos demuestran porqué el carbón activado se utiliza ampliamente en los procesos de purificación de agua.

La activación química con ácido fosfórico deshidrata la materia prima, degrada la materia orgánica y transforma el carbón dotándole de un gran poder de adsorción. Además, el uso de este agente activante es amigable con el ambiente, debido a que puede reciclarse y disminuir de esta forma el impacto ecológico.

Los resultados anteriores nos conducen a continuar esta investigación y realizar pruebas que permitan evidenciar el porcentaje de remoción de diferentes colorantes, empleando un espectrofotómetro, aunado a lo anterior determinar el tiempo de contacto para remover la mayor cantidad de colorante, así como la modificación de variables como la temperatura y el tiempo de carbonización para lograr mejores características fisicoquímicas

Conclusiones

Se obtuvo carbón activado a partir de los residuos de cáscara de naranja, empleando el método de activación química con ácido fosfórico. Se determinó que la precarbonización a 500°C, la activación a 350°C después de la impregnación con H_3PO_4 proporcionan carbón activado con tamaño de partícula y remoción de colorante azul de metileno comparables con un carbón activado comercial, generando economía circular en torno al aprovechamiento del consumo de la naranja.

Referencias

Arellano Lara, M. D., Nicasio Tovar, D. A., & Ruíz Torres, M. A. (2017). Síntesis fisicoquímica de carbón activado a partir de residuos ácidos. *Verano de la Investigación Científica*, 3(2).

Bastidas, J. L. (2016). Producción de carbón activado físicamente a escala de laboratorio a partir de cuesco de palma africana y su aplicación en la adsorción de azul de metileno [Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Cali, Colombia].

Cachola, M. V. (2022). Preparación y caracterización de carbón activado de cáscara de coco. Aplicación en la adsorción de solutos en disolución acuosa [Tesis doctoral, Universidad de Extremadura].

Carriazo, J., Saavedra, M., & Molina, M. (2010). Propiedades adsorptivas de un carbón activado y determinación de la ecuación de Langmuir empleando materiales de bajo costo. *Educación Química*, 21(3), 224-229.

Farrera, R., Marroquín, C. A., Cid, M., Dávila, E., García, H., & Méndez, M. A. (2017). Producción de carbón activado a escala de laboratorio a partir de residuos de café. *Pakbal*(40).

Filipin, A. J., Luna, N., Pozzi, M., & Pérez, J. D. (2017). Obtención y caracterización de carbón activado a partir de residuos olivícolas y oleicas por activación física. *Avances en Ciencia e Ingeniería*, 8(3), 59-71.

Gómez, A., Sonia, R., & Kloose, W. (2010). Carbón activado de cuesco de palma. Universidad Nacional de Colombia.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). Censo Agropecuario 2022. Comunicado de prensa número 667/231-13.

Labrada Vázquez, B., Sánchez del Campo, A., & Salas Tort, D. (2005). Obtención de carbón activado por método de activación con etapa de lixiviación. *Tecnología Química*, 25(3).

Sánchez, M., Bravo, A., & Soriano, M. (2017). Obtención de carbón activado a partir de cascarilla de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.). Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros.

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2021). Análisis de impacto económico ante un posible establecimiento y dispersión del cancro de los cítricos en México en áreas comerciales.

Solís, J. A., Morales, M., Ayala, R. C., & Durán, M. D. (2012). Obtención de carbón activado a partir de residuos agroindustriales y su evaluación en la remoción de color del jugo de caña. *Tecnología, Ciencia, Educación. IMIQ*, 36-48.

Análisis de la actividad antioxidante de infusiones naturales endulzadas con Stevia

Águila-Santamaría, Ariadna, Romero-Sánchez, Emily; Aguilar-Paredes, Oscar Antonio. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos de Tlaxcala Plantel 20

Medio superior

Área: Divulgación de la ciencia

Resumen

Este estudio se realizó para investigar si algunas infusiones naturales consumidas en México y que sean endulzadas con stevia (*Stevia rebaudiana*), tienen la capacidad de inhibir la lipoperoxidación y procesos oxidativos relacionados con enfermedades crónico-degenerativas como diabetes, hipertensión o cáncer, además se busca que sean una alternativa a las bebidas industrializadas con bajo aporte nutrimental.

Para llevar a cabo el estudio, se prepararon infusiones de diversas plantas comunes en México, incluyendo canela, menta, hierbabuena y cáscara de mandarina. Cada infusión se preparó añadiendo 5 g de la planta a 300 ml de agua caliente, dejándola enfriar por 20 minutos. Se midieron la inhibición de la lipoperoxidación, así como la actividad antioxidante de las infusiones endulzadas con stevia y sin ella.

Los resultados mostraron diferencias significativas en la actividad antioxidante entre las infusiones con y sin stevia. La infusión de canela con stevia presentó la mayor actividad antioxidante en la inhibición de TBARS (lipoperoxidación) y las pruebas DPPH Y ABTS (pruebas colorimétricas).

Estos hallazgos sugieren que las infusiones endulzadas con stevia pueden ser beneficiosas para la salud al inhibir procesos de oxidación relacionados con enfermedades crónico-degenerativas.

Palabras clave

Stevia, infusión, antioxidante, radical libre

Abstract

This study was conducted to investigate whether natural infusions, sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana*), have the capacity to inhibit lipid peroxidation and oxidative processes related to chronic-degenerative diseases such as diabetes, hypertension, and cancer.

To conduct the study, infusions were prepared from various plants commonly found in Mexico, including cinnamon, mint, spearmint, and tangerine peel. Each infusion was prepared by adding 5 g of the plant to 300 mL of hot water and allowing it to cool for 20 minutes. The inhibition of lipid peroxidation and the antioxidant activity of the infusions, both with and without stevia, were measured.

The results showed significant differences in antioxidant activity between the infusions with and without stevia. The cinnamon infusion with stevia exhibited the highest antioxidant activity in inhibiting TBARS (lipid peroxidation) and in the DPPH and ABTS assays (colorimetric tests).

These findings suggest that stevia-sweetened infusions may be beneficial to health by inhibiting oxidation processes associated with chronic-degenerative diseases.

Keywords

Stevia, infusion, antioxidant, free radical

Introducción

Recientemente la población busca consumir platillos de preparación rápida ya que el estilo de vida actual promueve hábitos alimentarios inadecuados, ahora las personas incluyen en su dieta alimentos con alto contenido de grasa, alimentos procesados, enlatados que contienen conservadores, reduciendo así el consumo de alimentos naturales además de que no están conscientes de la baja calidad nutricional de los alimentos. En los reportes más recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima que en México se ha incrementado alarmantemente los índices de enfermedades crónico-degenerativas, y esto está fuertemente asociado a la falta de una cultura de la alimentación sana (Argüelles et al; 2011).

También se reporta que el consumo de bebidas azucaradas en México ha gestado un gran interés en la comunidad científica y académica del país, principalmente porque el consumo de estas bebidas se asocia a trastornos metabólicos como la obesidad y otras enfermedades crónicas no transmisibles (Rodríguez; et al 2014). Por otro lado, el sustituir el azúcar por edulcorantes bajos en calorías y de origen natural, puede ser una estrategia eficaz en el control de peso (Anton et al; 2010). Además del elevado consumo de azúcar en alimentos y bebidas, que causan diversas enfermedades crónico-degenerativas, también se asocia que no existe una cantidad adecuada en el consumo de antioxidantes por el deficiente consumo de alimentos naturales, generándose un estado de estrés oxidativo en el cuerpo humano.

Los edulcorantes son utilizados como sustitutos del azúcar en los tratamientos contra el sobrepeso y la diabetes, enfermedades que pueden conducir al desarrollo de múltiples padecimientos, especialmente del tipo crónico degenerativo (Velasco & Echavarría, 2011). Stevia en particular, es un aditivo alimentario bajo en calorías adecuado para los diabéticos (Yong-Heng et al., 2014). Ésta planta según diversos estudios puede endulzar 300 veces más que el azúcar de caña además de que no aporta calorías por lo que se ha venido utilizando como edulcorante natural en diversos alimentos y bebidas (Goyal, Samsher, & Goyal, 2010).

En el estrés oxidativo existe un desequilibrio al aumentar los oxidantes en el organismo, generando especies reactivas de Oxígeno (EROS) que oxidan cualquier macromolécula a su alcance (DNA, lípidos y proteínas), este desequilibrio también se asocia a múltiples enfermedades crónico-degenerativas (Méndez et al;2014). Las proteínas sufren varios tipos de oxidación (carbonilación nitración, formación de enlaces proteína-proteína, ruptura de enlaces peptídicos); donde recientemente se ha correlacionado positivamente el aumento de proteínas carboniladas con ciertas patologías, estableciendo que la exposición de proteínas a especies reactivas del oxígeno (EROS) puede alterar la estructura química y física de la molécula, causando oxidación de los grupos laterales, escisión de proteínas, fragmentación del esqueleto proteico, entrecruzamiento, pérdida del plegamiento, y formación de nuevos grupos reactivos tales como los grupo carbonilo (Dalle-Donne et al.; 2006).

Las EROS no solo atacan a las proteínas, también atacan a los ácidos grasos poliinsaturados de las membranas celulares, transformándolos en ácidos grasos peroxidados, los cuáles sufren un acortamiento de su cadena lateral liberando Malondialdehído (MDA) como principal producto final, alterando las funciones celulares de los organismos (Fina, 2006).

Al existir un aumento en el índice de enfermedades crónicas y algunos tipos de cáncer, así como enfermedades neurodegenerativas, se ha generado el interés de crear alimentos y bebidas nutraceuticas funcionales. Las bebidas funcionales pueden desempeñar un importante papel en la protección de la salud y prevención de enfermedades, siendo un medio para el suplemento de componentes nutraceuticos enriquecedores, tales como fibras solubles o extractos herbales, como es el caso de los tés e infusiones herbales (Kausar et al., 2012).

Una gran cantidad de estudios han establecido que los compuestos fenólicos de las plantas incluyendo los flavonoides, son antioxidantes potentes con efectos antimutagénicos y anticarcinogénicos. El té verde (*Camellia sinensis*, Theaceae) es la bebida más consumida, después del agua (Yang et al; 2009). Aproximadamente el 20% de la población consume té verde, mientras que en Estados Unidos el 80% consume té negro (Balentine,1992). Se ha comprobado que el extracto seco de té contiene de 25% a 40% de polifenoles, en el té verde se encuentran flavonoles (catequinas), en el té negro la mayoría de las catequinas se oxida a tearubiginas y teaflavinas que dan el color rojo-

marrón característico, ambos tés contienen quercetina y kaempferol que le dan la capacidad de poder actuar como antioxidante en el cuerpo humano (Hertog et al., 1992).

Una taza de té aporta alrededor de 150 mg de flavonoides, la mayoría se libera durante el primer minuto de infusión. El consumo de tres tazas al día, durante dos semanas, eleva los niveles de flavonoides en sangre hasta un 25% (Van Het Hof et al., 1998).

Con todo lo mencionado anteriormente, se ha considerado realizar un estudio de la capacidad antioxidante en infusiones con plantas utilizadas en México. Comparando los resultados de las infusiones de las plantas naturales, con y sin stevia (*Stevia rebaudiana*). Además de poder generar un producto alternativo y natural que aporte beneficios como lo son los antioxidantes.

Justificación

La presente investigación tiene como objetivo principal conocer si las infusiones naturales comúnmente consumidas en México y endulzadas con stevia (*Stevia rebaudiana*), pueden tener la capacidad de inhibir de manera notable la lipoperoxidación además de tener una buena actividad antioxidante mediante las pruebas DPPH y ABTS. La oxidación de los lípidos tiene grandes repercusiones que afectan a la salud del ser humano, originando enfermedades crónico-degenerativas (diabetes mellitus II, hipertensión, cáncer). Por lo que se plantea estudiar los beneficios de consumir estas infusiones y así poder darle mayor importancia a este tipo de bebidas naturales. Esto con la finalidad de promover el consumo de estas bebidas, que podrían ser benéficas al inhibir la lipoperoxidación, pudiendo mejorar el estado de salud de la población.

Planteamiento del Problema

Actualmente la población busca consumir platillos y bebidas de preparación rápida, sin estar consciente de la calidad nutricional de los alimentos, ya que en los reportes más recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima que en México se ha incrementado alarmantemente los índices de enfermedades crónico-degenerativas, y esto está fuertemente asociado a la falta de una cultura de la alimentación sana. Por tal motivo se busca bebidas naturales que tengan un aporte nutracéutico para la población que consuma este tipo de bebidas.

Hipótesis

Las infusiones naturales tienen la capacidad de inhibir la lipoperoxidación en niveles significativos y la Stevia potenciará el sabor y la actividad antioxidante de cada infusión.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la inhibición de los radicales libres ABTS, DPPH y la lipoperoxidación en plasma humano utilizando infusiones naturales.

Objetivos Específicos

Estudiar la inhibición de la lipoperoxidación a través del método TBARS con infusiones naturales con y sin stevia (*Stevia rebaudiana*).

Evaluar la actividad antioxidante por medio de la prueba ABTS con infusiones naturales con y sin stevia (*Stevia rebaudiana*).

Evaluar la actividad antioxidante por medio de la prueba DPPH con infusiones naturales con y sin stevia (*Stevia rebaudiana*).

Estado de la Técnica

1.- Concepto: Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos de canela (*Cinnamomum verum*) en diferentes solventes. Autor: Amrutha, V., & Kannan, S.

Lugar de publicación: *Journal of Food Science and Technology*. Año: 2015

2.- Concepto: Caracterización de los compuestos antioxidantes en bugambilia (*Bougainvillea glabra*) y su actividad biológica. Autor: Ramesh, T., et al. Lugar de publicación: *International Journal of Food Properties*. Año: 2016

3.- Concepto: Actividad antioxidante y análisis fitoquímico de hojas de menta (*Mentha piperita*). Autor: Chanwitheesuk, A., Teerawutgulrag, A., & Rakariyatham, N. Lugar de publicación: *Journal of Food Biochemistry*. Año: 2018

4.- Concepto: Evaluación de la capacidad antioxidante de la hierbabuena (*Mentha spicata*) y su aplicación en alimentos funcionales. Autor: Yadegarinia, D., et al. Lugar de publicación: *Food and Chemical Toxicology*. Año: 2017

5.- Concepto: Actividad antioxidante y antimicrobiana de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) y su potencial en la medicina tradicional. Autor: Kazemi, M. Lugar de publicación: *Industrial Crops and Products*. Año: 2015

6.- Concepto: Evaluación de la actividad antioxidante de la cáscara de limón (*Citrus limon*) y su uso en la preservación de alimentos. Autor: Gorinstein, S., et al. Lugar de publicación: *Food Chemistry*. Año: 2019

7.- Concepto: Estudio comparativo de la capacidad antioxidante de extractos de cáscara de mandarina (*Citrus reticulata*) en diferentes condiciones.

Autor: Zhang, H., et al. Lugar de publicación: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Año: 2014

8.- Concepto: Evaluación antioxidante de extractos de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y su actividad biológica. Autor: Jiao, Y., et al. Lugar de publicación: *Antioxidants*. Año: 2020

9.- Concepto: Propiedades antioxidantes y antiinflamatorias de los extractos de menta (*Mentha longifolia*). Autor: Arumugam, G., et al. Lugar de publicación: *Journal of Ethnopharmacology*. Año: 2018

10.- Concepto: Análisis de los compuestos antioxidantes en cáscara de limón y su aplicación en cosméticos naturales. Autor: Farhat, G., et al. Lugar de publicación: *Journal of Cosmetic Science* Año: 2016

Marco Teórico

Estrés Oxidativo

El oxígeno es un elemento necesario para la vida, pero solo el 95% del que consumimos sigue la ruta fisiológica en condiciones normales y el resto sufre sucesivas reducciones donde se generan moléculas altamente tóxicas denominadas especies reactivas del oxígeno (EROs). Cuando este elemento se encuentra en su forma más estable (O_2), es poco reactivo. Sin embargo, por reacciones químicas, por acciones enzimáticas o por efecto de las radiaciones ionizantes, se pueden producir una serie de especies químicas reactivas, prooxidantes o radicales libres y que se caracterizan por ser demasiado reactivos, ya que son capaces de dar lugar a múltiples reacciones con otros compuestos presentes en el cuerpo humano y producir daño celular (Quintanar & Calderón 2009).

El balance oxidativo del organismo humano es esencial para la regulación metabólica, la producción de energía, la activación o inactivación de biomoléculas, la transducción de señales, el recambio celular, el control del tono vascular entre otros. Si este balance entre los sistemas oxidantes y los antioxidantes se desequilibra a favor de los primeros, por la producción excesiva de (EROs) y del nitrógeno (ERNS) junto con el debilitamiento de los sistemas antioxidantes induce una situación conocida como estrés oxidativo (Giménez, 2004; Halliwell, 2000).

El estrés oxidativo se define como el desequilibrio entre la presencia de especies reactivas oxígeno/nitrógeno (ROS/RNS, por sus siglas en inglés) y la capacidad del cuerpo para poder contrarrestar sus acciones mediante el sistema de protección antioxidante endógeno (Pearson et al., 2014). El estrés oxidativo surge por el aumento de ROS/RNS y una disminución de la habilidad de protección antioxidante, caracterizado por la reducción en la capacidad de los sistemas endógenos para combatir los ataques oxidativos dirigidos a blancos biomoleculares. Su gravedad se asocia con varias patologías, como enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, artritis reumatoide y envejecimiento (López & De Nicola, 2013; Sies, 1991). Ha sido comprobado que el estrés oxidativo se relaciona con más de 100 enfermedades, ya sea como causa primaria o factor asociado (Halliwell et al., 1992; Gutteridge, 1993).

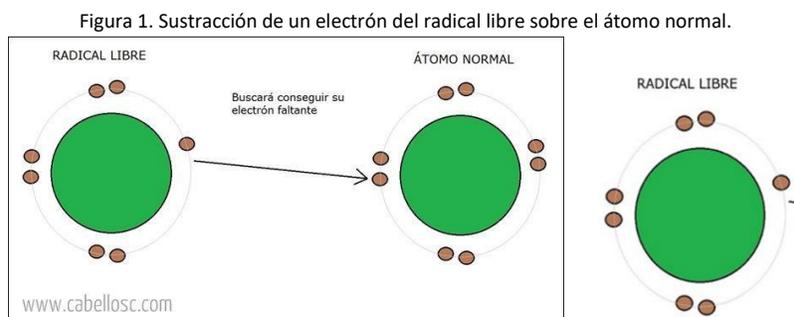
Estrés Oxidativo y Enfermedades Metabólicas

Los trastornos metabólicos y las enfermedades crónico-degenerativas se han asociado con problemas de estrés oxidativo (Palmieri et al., 2006). Los tejidos más estudiados son: el sistema nervioso, el sistema vascular, el riñón, páncreas, hígado, la retina y la piel (Buddi et al., 2002). En estudios clínicos, el estrés oxidativo aumenta con la edad (Salvolini et al., 2006), en procesos inflamatorios como la artritis (Nagler et al., 2003), en terapias con radiación ionizante (De la Cal et al., 2006), y son responsables de patologías crónicas, incluyendo el cáncer y alteraciones neurodegenerativas (Buddi et al., 2002), y la hipertensión arterial esencial (HTA).

Radicales Libres

Un radical libre (RL) es una molécula que contiene uno o más electrones desapareados en su un orbital externo (figura 1), dándole una configuración espacial que genera una alta inestabilidad y reactividad con moléculas adyacentes a este tipo de moléculas (Pryor, 1986). Los RL tienen una alta capacidad para combinarse inespecíficamente en la mayoría de los casos, así como con la diversidad de moléculas integrantes de estructura celular: carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y derivados de cada uno de ellos (Halliwell, 1989). La existencia del electrón desapareado es lo que le confiere su elevada reactividad, ya que tiende rápidamente a ganar o ceder un electrón para conseguir así una conformación estable y esto hace que su vida media sea muy corta. Como consecuencia de la formación continuada de RL, debe existir en el organismo un adecuado sistema no sólo de defensa antioxidante sino también de reparación del daño oxidativo producido (Fridovich, 1989)

En un organismo normal la combustión química del metabolismo aerobio produce sustancias oxidantes altamente reactivas, tales como: el anión superóxido, peróxido de hidrógeno, entre otras, que también se pueden generar por otros factores como la contaminación ambiental, el consumo de tabaco, alimentos procesados, medicamentos o por la exposición a pesticidas (Freeman, 1982; Niki, 2010). Uno de los principales factores que dan origen a los RL es el metabolismo celular (Criado & Moya 2009) en conjunto con otras fuentes endógenas por ejemplo la autooxidación de sustratos, las oxidaciones microsomales, los fagosomas, y los neutrófilos (Roche & Romero 1994).



Fuente. Autoría propia.

Especies Reactivas de Oxígeno

El oxígeno es esencial para la función celular y por lo tanto para la vida de los organismos aerobios, cuando el oxígeno es utilizado a través de la cadena respiratoria se generan radicales centrados en el oxígeno y que son llamados especies reactivas de oxígeno (Delgado et al., 2010, Schieber & Chandel 2014). Cuando el O_2 se reduce a través de los electrones que salen de la cadena respiratoria dan origen a diversas ERO como; súper óxido (O_2^-), hidroxilo (OH), Peroxilo (RO_2), Alcoxilo (RO), hidroperoxilo (HO_2) entre otros como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Especies reactivas de oxígeno

No- Radicales	Radicales
Oxígeno singulete ($^1\text{O}_2$)	Hidroperoxilo ($\text{HOO}\cdot$)
Ozono (O_3)	Alcoxilo ($\text{RO}\cdot$)
Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)	Peroxilo ($\text{ROO}\cdot$)
Ácido hipocloroso (HOCl)	Hidroxilo ($\text{HO}\cdot$)
Ácido hipobromoso (HOBr)	Superóxido ($\text{O}_2 \cdot^-$)
Anión peroxinitrito (HO_2^-)	

Fuente. Autoría propia.

Lipoperoxidación

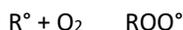
Es un proceso de oxidación de los lípidos, en ellos se produce el mayor daño oxidativo afectando a las estructuras ricas en ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs– polyunsaturated fatty acids) como las membranas celulares, lo que indica una mayor susceptibilidad conforme aumenta el número de dobles enlaces (Halliwell, 1993; Sevanian 1985).

La oxidación lipídica se lleva a cabo a través de tres fases: iniciación, propagación y terminación (Fernández et al., 1997). En la fase de iniciación se quita un átomo de hidrógeno del grupo metileno, que se encuentra entre los dobles enlaces de los ácidos grasos (RH) generando un radical con carbono central (Halliwell, 2000).



La fase de iniciación se ve favorecida cuando existe un aumento en el número de dobles enlaces de los ácidos grasos, por esta razón los ácidos grasos poliinsaturados son más vulnerables a oxidarse (Morrisey et al., 1998). En la fase de propagación los radicales reaccionan formando un radical peroxilo (ROO°), el cual es altamente reactivo para empezar una reacción en cadena (estrés oxidativo) extrayendo un átomo de hidrógeno de un ácido graso poliinsaturado adyacente (Fernández et al., 1997).

En esta reacción se forman hidroperóxidos lipídicos (ROOH) y un nuevo radical (Fernández et al., 1997, Terevinto, 2010).

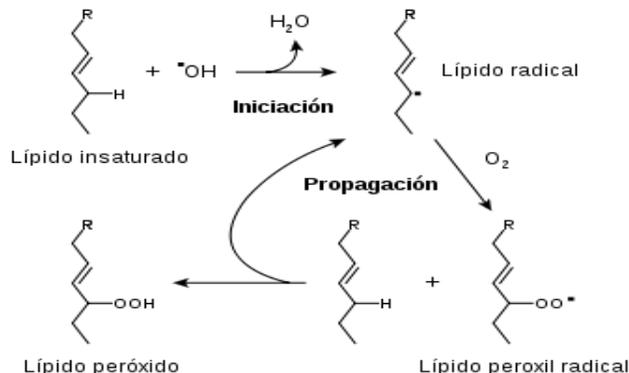


En la fase de terminación los radicales libres reaccionan entre ellos en ausencia de oxígeno y producen productos más estables.



La oxidación de los lípidos da como resultado diversos compuestos como, lípidos peroxidados que al degradarse originan nuevos radicales libres y una amplia variedad de compuestos citotóxicos, como los aldehídos, entre ellos 4-hidroxi-2-nonenal (4-HNE) y malondialdehído (MDA), aunque se ha comprobado que este último posee una baja toxicidad. Las consecuencias del daño en la estructura molecular del AGP son más evidentes cuando estos lípidos forman parte de las membranas celulares o subcelulares (Figura 2) (Porter, 1995).

Figura 2. Proceso de lipoperoxidación por un radical libre hidroxilo sobre un lípido.



Fuente. Autoría Propia

Productos finales derivados de la Lipoperoxidación

Existen diferentes productos de degradación metabólica de los lipoperóxidos, como los isoprostanos y los isómeros de las prostaglandinas producidos a partir del ácido araquidónico a través de una vía metabólica catalizada por radicales libres y que se eliminan principalmente por orina. Debido a la inestabilidad de los productos de la peroxidación lipídica, se determinan los productos de su degradación metabólica, constituidos por aldehídos de alta capacidad reactiva, siendo el más importante el malondialdehído (MDA) como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Productos finales de la lipoperoxidación

Substancia	Agente	Derivados	Producto de degradación metabólica	Producto final cuantificable
Peróxido lipídico ó Lipoperóxido	Lipoproteínas	Isoprostanos	Aldehídos (LOOH)	Malondialdehído (MDA) 4-hidroxinonenal
Productos de Tirosinas	Mieloperoxidasa	Halogenación		Incremento en neutrófilos
Productos de Tirosinas	Mieloperoxidasa	Nitración	Sintasa óxido nítrico(iNOS) 3 nitrotirosina	Activación de macrófagos 3-nitrotirosina

Fuente. Autoría propia

El Malondialdehído

Existen diferentes productos de degradación metabólica de los lipoperóxidos, como los isoprostanos y los isómeros de las prostaglandinas producidos a partir del ácido araquidónico a través de una vía metabólica catalizada por radicales libres y que se eliminan principalmente por orina. Debido a la inestabilidad de los productos de la peroxidación lipídica, se determinan los productos de su degradación metabólica, constituidos por aldehídos de alta capacidad reactiva, siendo el más importante el malondialdehído (MDA).

El MDA es un aldehído que puede producir aductos pigmentados con varias sustancias, entre las que se encuentra el ácido tiobarbitúrico (TBA), la reacción entre el MDA y el TBA produce un pigmento rosa con una absorción molar de 5 a 10 veces mayor que el MDA solo.

El malondialdehído es un isoprostano derivado de la peroxidación de los lípidos cuyo producto final es un aldehído, se forma cuando los ácidos grasos polinsaturados (LH) o lípidos (como los presentes en la membrana celular), al ser afectados por las ERO sobre los radicales lipídicos (L^\cdot) se transforman por efecto de la oxidación a radicales peróxido

(LOO'), formando dienos conjugados hidroperóxido tiene una vida media muy corta, pues reacciona rápidamente con grupos amino libres procedentes de los fosfolípidos, aminoácidos y proteínas presentes en el suero (Cheng 2007).

También con fuentes no lipídicas como los carbohidratos y las glicoproteínas, pirimidinas, hemoglobina y bilirrubina. La habilidad del MDA de alterar o unirse a una amplia variedad de macromoléculas podría contribuir a su toxicidad y a sus propiedades mutagénicas/carcinogénicas podrían formar aductos los ácidos nucleicos (Basu, et al., 1988). Las modificaciones covalentes de las lipoproteínas con el MDA, podría jugar un papel patogénico en la arterioesclerosis (Steinberg, et al., 1989).

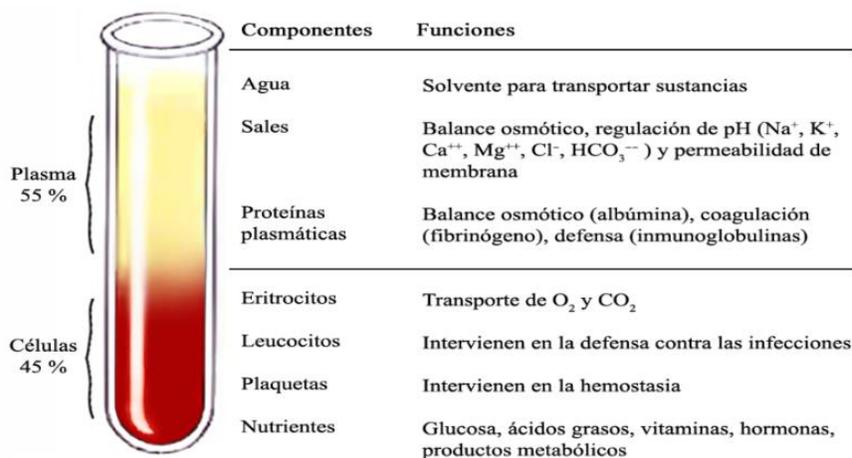
Sangre

La sangre es un vehículo líquido de comunicación vital, entre los distintos tejidos del organismo.

Funciones de la sangre:

- Distribución de nutrientes desde el intestino a los tejidos.
- Intercambio de gases: transporte de oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos y de dióxido de carbono desde los tejidos hasta los pulmones.
- Transporte de productos de desecho, resultantes del metabolismo celular, desde los lugares de producción hasta los de eliminación.
- Transporte de hormonas desde las glándulas endocrinas hasta los tejidos diana.
- Protección frente a microorganismos invasores y hemorragias. (Agur, 2007).

Figura 3. Composición de la sangre



Fuente. Autoría propia

La sangre consta de una parte líquida, el plasma sanguíneo, en el que se encuentran elementos formes (las células sanguíneas) en suspensión. La sangre es de color rojo debido a la presencia de hemoglobina en los hematíes. Su viscosidad y su densidad están relacionadas con la cantidad de hematíes y su presión osmótica, sobre todo, con su contenido en proteínas. Su pH se encuentra entre 7.35-7.45.

El volumen de sangre circulante o volemia es la cantidad total de sangre que tiene un individuo y representa aproximadamente el 8% del peso corporal (5.5 L en un hombre de 70 Kg y 250 mL en un recién nacido que pese 3.2 Kg). Del volumen sanguíneo total, alrededor de 1 litro se encuentra en los pulmones, 3 litros en la circulación venosa sistémica y el litro restante se reparte entre el corazón, las arterias sistémicas, las arteriolas y los capilares.

El plasma sanguíneo es un líquido amarillento claro constituido por un 95% de agua y el 5% restante por diversas sustancias en solución y suspensión. Estas sustancias incluyen: iones minerales (sodio, potasio, calcio, cloro, etc.), pequeñas moléculas orgánicas (aminoácidos, ácidos grasos y glucosa) y proteínas plasmáticas (albúminas, fibrinógeno).

En condiciones normales, las proteínas del plasma constituyen el 7-9% del plasma (6-8 g/100 mL), destacando tres grandes grupos de proteínas: albúminas, globulinas y factores de la coagulación como el fibrinógeno y la protrombina.

Las albúminas son las más pequeñas y abundantes y representan el 60% de las proteínas del plasma. Las sintetiza el hígado y actúan como transportadoras de lípidos y hormonas esteroideas en la sangre, siendo responsables de la mayor parte de la presión osmótica (presión oncótica) que regula el paso de agua y solutos a través de los capilares.

Las globulinas representan el 40% de las proteínas del plasma. Se dividen en α -globulinas, β -globulinas y γ -globulinas. Las α y β -globulinas se sintetizan en el hígado y transportan lípidos y vitaminas liposolubles en la sangre. Las γ -globulinas (gamma globulinas) son anticuerpos producidos por las células plasmáticas y resultan fundamentales en la defensa del organismo frente a las infecciones.

El fibrinógeno es un importante factor de la coagulación. Es sintetizado por el hígado y representa el 2-4% de las proteínas del plasma. Normalmente, la composición del plasma se mantiene siempre dentro de unos límites seguros desde un punto de vista biológico, gracias a diversos mecanismos homeostáticos (homeostasia = equilibrio).

Distinguimos entre plasma y suero:

El plasma es la parte líquida de la sangre sin coagular.

El suero es el líquido sobrenadante que queda cuando la sangre total se coagula, por lo que tiene una composición similar a la del plasma, aunque sin fibrinógeno ni otros factores de la coagulación (Boron W, 2005).

Existen 3 tipos de células en la sangre:

Glóbulos rojos o eritrocitos o hematíes

Glóbulos blancos o leucocitos: Granulocitos o leucocitos granulares (neutrófilos, eosinófilos y basófilos). Agranulocitos o leucocitos agranulares (linfocitos y monocitos) Plaquetas o trombocitos.

Impacto o relación de sangre y radicales

En la actualidad diversos estudios experimentales han tratado de dilucidar el mecanismo de acción implicado en la transformación maligna de la célula inducida por los radicales libres. Algunos estados deficientes en sistemas antioxidantes cursan con alteraciones neoplásicas importantes. En el síndrome de Bloom, la anemia de Fanconi o en la Ataxia- Telangiectasia, consideradas como enfermedades con una alta incidencia tumoral, se observan alteraciones de los mecanismos de defensa antioxidante en sangre y tejidos de las personas afectadas. Distintos estudios epidemiológicos señalan una menor incidencia tumoral en las poblaciones que consumen alimentos ricos en antioxidantes (Maldonado O, 2010).

La presencia de oxígeno es un requisito vital para la destrucción y digestión de los agentes patógenos por los fagocitos. La fracción más abundante de las células de la sangre que pueden fagocitar son los leucocitos polimorfonucleares y macrófagos. Un aumento en la producción de radicales de oxígeno e hidroperóxidos en sangre es la causa de la modificación oxidativa de lipoproteínas LDL, que son fagocitadas por el sistema retículo endotelial con mayor avidez que las LDL intactas (Steimberg D, 2002).

En sujetos portadores de VIH el estrés oxidativo se manifiesta a medida que éstos desarrollan la enfermedad. Se han estudiado numerosos parámetros y efectuado distintas aproximaciones experimentales y terapéuticas. Sin duda, uno de los metabolitos más claramente afectados es el GSH, se detectó la reducción de los niveles de GSH y un aumento en los niveles de MDA en el plasma de los pacientes con VIH. Estos pacientes también mostraron un aumento de la fragmentación del ADN en los linfocitos, así como una reducción significativa de la GPx y un aumento en la actividad de SOD en los eritrocitos.

Los estudios realizados en este sentido han demostrado alteraciones en los sistemas antioxidantes en la sangre de los sujetos infectados. Estas observaciones han llevado a sugerir que los marcadores de estrés oxidativo eritrocitarios o plasmáticos pueden ser utilizados como marcadores clínicos de la enfermedad (Gil L, 2003).

Antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos capaces de inhibir o retardar la oxidación mediante la captación de radicales libres (Luna & Delgado: 2014), han sido clasificados de acuerdo con la estructura química y función biológica, dividiéndolos en enzimáticos y no enzimáticos. Los antioxidantes enzimáticos son un grupo de enzimas especializadas en neutralizar por diferentes mecanismos a las ERO, como es el caso del superóxido dismutasa (SOD), la catalasa (CAT) y la glutatión peroxidasa (GPX), entre otras (Carranco et al., 2011).

Los antioxidantes no enzimáticos son los que se obtienen mediante la dieta, ejemplo de algunos de ellos son selenio, zinc, la riboflavina, retinol (vitamina A), ácido ascórbico (vitamina C), α -tocoferol (vitamina E), carotenoides y flavonoides principalmente (Martínez; et al 2002). Debido a la gran relevancia de la función biológica de los antioxidantes, en los últimos años se han desarrollado métodos para evaluar la capacidad antioxidante de alimentos, los métodos más usados son, ABTS (ácido 2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico, sal diamónica), DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) basados en la generación de radicales libres a partir de ciertas moléculas orgánicas y TBARS (sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico) oxidación de LDLs (cuantificación de productos generados durante la oxidación lipídica) (Pérez & Saura 2007).

Pueden actuar en las formas siguientes:

Disminuyendo la concentración de oxidantes.

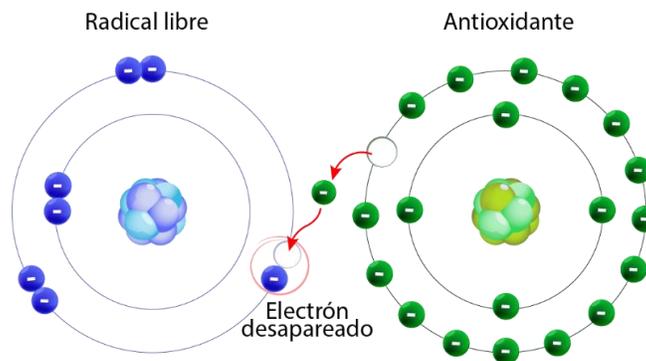
Evitando la iniciación de la reacción en cadena al "barrer" (cubrir o detener una reactividad química muy alta), los primeros radicales libres que se forman.

Uniéndose a iones metálicos para evitar la formación de especies reactivas.

Transformando los peróxidos en productos menos reactivos.

Deteniendo la propagación y el aumento de radicales libres. (Dorado, 2003)

Figura 4. Antioxidante



Fuente. Autoría propia

Clasificación de antioxidantes

Los sistemas de defensa antioxidante están constituidos por antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos que operan juntos a nivel molecular para proteger las membranas celulares, lipoproteínas, ADN, entre otros del daño oxidativo que ocasionan los radicales libres. Los antioxidantes enzimáticos son compuestos de naturaleza proteica y no proteica sintetizados por la célula. Mientras que los antioxidantes no enzimáticos incluyen oligoelementos y vitaminas incorporados a través de la dieta Tabla 4.

Tabla 3 Antioxidantes Enzimáticos

Enzima	Reacción	Observaciones
Superóxido dismutasa (SOD)	Dismutación de $O_2^{\cdot-}$ a H_2O_2	Existen varios tipos: 1. CuZn SOD: Espacio intermembranal mitocondrial, citosol y núcleo. 2. Mn SOD: Matriz mitocondrial. Es la isoforma funcionalmente más importante. 3. Extracelular: Producida por fibroblastos y células endoteliales. La deficiencia de CuZn-SOD y/o SOD extracelular sólo tiene efectos moderados.
Catalasa (CAT)	Conversión de H_2O_2 en H_2O y O_2	Presente en todos los tejidos, pero más abundante en hepatocitos y eritrocitos.
Glutación peroxidasa (GPX)	Reducción de hidroperóxidos a expensas de GSH	Se puede medir en plasma, y a nivel subcelular se encuentra en citosol y mitocondrias de todas las células, en especial hepatocitos.
Glutación reductasa	Reducción de GSSG a GSH. Este último necesario para la reacción catalizada por el glutación peroxidasa	Requiere NADPH, el cual es proporcionado por la vía de las pentosas fosfato.

Fuente. Autoría propia

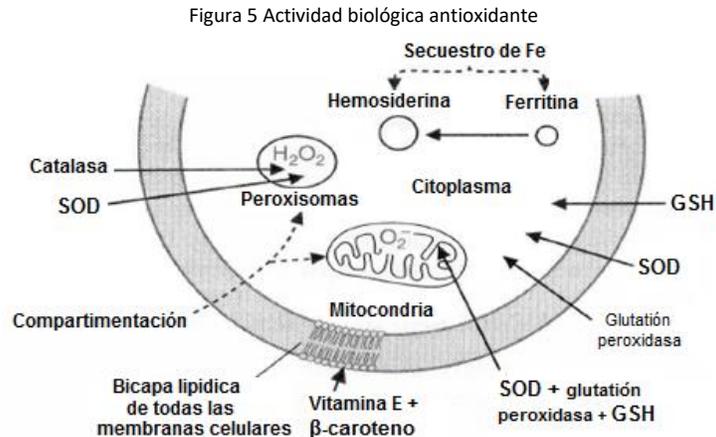
Tabla 4 Antioxidantes no enzimáticos

		Acción	Observaciones
Antioxidantes de fase lipídica	Vitamina E (tocoferoles)	Estabiliza membranas Previene peroxidación lipídica Barre radicales peroxil	Puede ser regenerada por ascorbato, urato o glutación reducido
	Vitamina A (carotenoides)	Previene peroxidación lipídica y al ADN. Barre radicales peroxilo y oxígeno singulete	
	Ubiquinol-10 (coenzima Q reducida)	Barre radicales peroxilo Puede regenerar α -tocoferol.	
Antioxidantes de fase acuosa	Vitamina C (ácido ascórbico)	Barre $O_2^{\cdot-}$, H_2O_2 , OH^{\cdot} , radicales peroxilo, oxígeno singlete y ácido hipocloroso (producto actividad fagocítica celular) Cofactor de enzimas con actividad hidroxilasa.	Cualitativamente es el antioxidante de cadena más importante Es regenerado por el glutación reducido y por la tiorredoxina reductasa
	Ácido úrico	Formación de complejos estables con el hierro Protección contra el ozono.	Al reaccionar con radicales libres se convierte en alantoína
	Proteínas plasmáticas	Los grupos sulfhidrilo (tiol) de las proteínas donan un electrón para neutralizar RL La albúmina une iones cobre y neutraliza ácido hipocloroso La haptoglobina une la hemoglobina plasmática libre previniendo su autoxidación.	

Fuente. Autoría propia

Mecanismos de actividad antioxidante

Para contrarrestar los efectos de los radicales libres y por consiguiente de las ERO, las células producen su propio sistema de antioxidantes por medio de diferentes mecanismos que impiden la formación o en su caso neutralizan las ERO una vez que se han formado. Una parte de estas defensas se encuentran en la mitocondria.

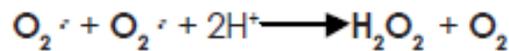


Fuente. Autoría propia.

Sistemas Enzimáticos

Superóxido dismutasa (SOD) β

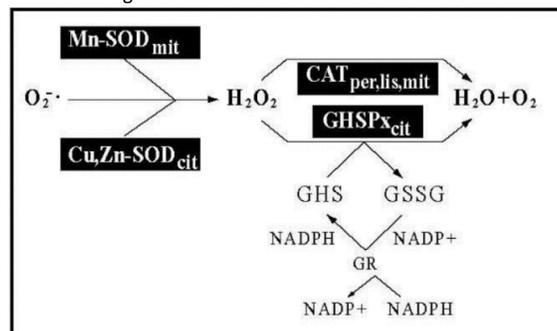
El superóxido dismutasa representa la primera línea de defensa de las células frente al estrés oxidativo. Cataliza la conversión de los radicales aniones superóxido en peróxido de hidrógeno y oxígeno. (Díaz, 2017)



La actividad de la SOD ha sido detectada en una amplia variedad de seres vivos, desde bacterias a humanos, implicada como defensa esencial frente a la toxicidad potencial del oxígeno. Cualquier célula que utilice el oxígeno tiene el potencial de producir anión superóxido y, por tanto, debe contener alguna forma de superóxido dismutasa. (Martínez, 2011)

La SOD está presente en el organismo en cuatro isoformas según el metal que actúe como cofactor: Cu/Zn-SOD (SOD₁) de localización citosólica, Cu/Zn-SOD extracelular (SOD₃), Mn-SOD (SOD₂) presente en mitocondria (Faraci, 2004), organela donde esta enzima es generada en altas concentraciones y NiSOD, esta última descrita recientemente. Una vez producido, el H₂O₂ es removido por un sistema antioxidante conformado por CAT, GPx y Prx's.

Figura 6. Sistema de defensa antioxidante.

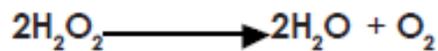


Fuente. Autoría propia.

El superóxido dismutasa (SOD), se encuentra ampliamente distribuida en cerebro, convierte el superóxido (O⁻) en peróxido de hidrógeno (H₂O₂). Existen dos tipos de SODs: las cobre, zinc-superóxido dismutasas (Cu, Zn-SOD), localizadas predominantemente en el citosol y el manganeso superóxido dismutasas (Mn-SOD), en mitocondria. El H₂O₂ es eliminado por la catalasa (CAT) (localizada principalmente en peroxisomas, lisosomas y mitocondrias), lo cual lo convierte en agua y oxígeno molecular. El citosol, el glutatión peroxidasa (GSHPx) provee un mecanismo de protección efectivo, utilizando glutatión reducido (GHS) y convirtiéndolo en glutatión oxidado (GSSG). Este último es reducido nuevamente por el glutatión reductasa (GR).

Catalasa (CAT)

Es una enzima tetramérica, con cuatro subunidades idénticas dispuestas tetraédricamente, conteniendo cuatro grupos de ferro-protoporfirina por molécula. Es una de las enzimas más eficaces, tanto que no puede ser saturada por H₂O₂ a ninguna concentración (Mansego 2009), unida a β-Nicotinamida adenina dinucleótido 2-fosfato reducido (NADPH), que la protege de la inactivación y aumenta su eficiencia, cataliza la dismutación del H₂O₂ a agua (H₂O) y O₂. (Delgado 2010)



Cumple también la función de detoxificar otros sustratos como fenoles y alcoholes mediante una vía de reducción acoplada a H₂O₂ y se le ha atribuido un rol antioxidante de gran importancia, pues al disminuir el nivel de H₂O₂ disminuye también el riesgo de formación de •OH mediante la reacción de Fenton. (Martínez 2011) El hígado, riñón, y los glóbulos rojos poseen niveles altos de la catalasa que ayuda a desintoxicar los productos químicos en el cuerpo, por lo que tiene un papel importante en la adquisición de tolerancia a estrés oxidativo en la respuesta de adaptación de las células. (Scheibmeir 2005)

Efectos de los antioxidantes en el organismo

Estudios epidemiológicos demuestran que una dieta rica en frutas y verduras genera menor riesgo de desarrollar cáncer, enfermedades cardiovasculares y crónicas como cataratas, asma y bronquitis. Esto es por la presencia de antioxidantes como las vitaminas C y E, carotenoides, flavonoides, selenio, etc., que interfieren con el daño oxidativo al ADN, proteínas y lípidos.

Por mencionar algunos ejemplos el licopeno es un caroteno encontrado en el jitomate que disminuye los niveles de malondialdehído y por lo tanto la lipoperoxidación (Torres, 2011). El té verde contiene alto contenido de flavonoides (catequinas) y actúa como antioxidante en la membrana del eritrocito evitando la oxidación de la hemoglobina (Estepa, 2001).

La actividad de los antioxidantes se puede clasificar de acuerdo con prueba que se esté utilizando ya sea DPPH, ABTS TBARS para darnos una idea de que tan buena o mala es la actividad antioxidante de las muestras con las que estemos ocupando ver Tabla 5 (Méndez, 2011).

Tabla 5. Clasificación de la actividad antioxidante.

Capacidad Antioxidante	DPPH (% de protección)	ABTS (% de protección)	TBARS (% de protección)	POLIFENOLES (mg de ácido gálico/mg de muestra)
ALTA	80-100	80-100	80-100	0.27- 2.7
MEDIA	50-79	50-79	50-79	0.09-0.25
BAJA	10-49	10-49	10-49	0.079-0.88
NULA	<10	<10	<10	0.01- 0.072

Fuente. Autoría propia.

Sistemas captadores de especies reactivas

Glutación (GSH)

Es el tiol no proteico más abundante en las células de mamíferos. Está constituido por 3 aminoácidos: ácido glutámico, cisteína y glicina. Protege a la célula contra los radicales libres, los peróxidos y otros compuestos tóxicos, así como proteger frente al efecto nocivo de las radiaciones. El GSH puede reaccionar directamente con los radicales libres, sin intervención enzimática alguna y detoxificarlos, o bien puede reducir los peróxidos formados por medio del glutatión peroxidasa. (Mansego, 2009)

Glutación peroxidasa (GPx)

Es una enzima seleno-dependiente de la cual han sido caracterizadas cinco isoformas en humanos: GPx1 y GPx4, ambas citosólicas abundan en la mayoría de los tejidos; GPx2 se expresa mayormente en el tracto gastrointestinal; GPx3 es plasmática y GPx6 está localizada preferentemente en la mucosa olfatoria y tejido embrionario. Todas pueden catalizar la reducción de H₂O₂ a H₂O utilizando glutatión (GSH) como sustrato, como así también, generar la reducción de otros peróxidos y alcoholes (Brigelius R, 2006). Asimismo, estudios realizados en diversos tipos celulares, especialmente en eritrocitos, han demostrado que la GPx es la principal enzima antioxidante para H₂O₂, dada su mayor afinidad hacia esta molécula con respecto a CAT (Martínez, 2011).

Glutación reductasa (GSR)

Es una enzima que reduce el glutatión oxidado mediante la nicotina adenina di nucleótido fosfato (NADPH). Guarda relación con la riboflavina, de modo que su actividad puede ser un marcador del estado nutricional de esta vitamina. Reduce el peróxido y, en general, todos los hidroperóxidos orgánicos tipo ROOH-. Esta última requiere un donante de hidrogeno para actuar, que es el glutatión reducido (GSH). Un aumento en la disponibilidad y velocidad de recambio del GSH en las células es un factor importante para la efectividad de los mecanismos que las protegen contra radicales libres y peróxidos. (Martínez, 2011)

Metodología

Preparación de la muestra

- Se pesaron 5 g de cada una de las partes de las plantas que se utilizaron para preparar cada infusión: Canela- corteza, manzanilla-flores, té limón hojas, menta-hojas, hierbabuena-hojas, naranja- cáscara, Stevia-hojas limón-cáscara, Bugambilia-flores y mandarina-cáscara.

Para las infusiones endulzadas con stevia se agregaron 2.5 g de hojas.

- Se colocaron 300 mL de agua potable en un matraz y se agregaron 3 piedras de ebullición.
- Se calentó en una placa de calentamiento, hasta que el agua llegó a una temperatura de 92° C.
- Una vez que el agua llegó a una temperatura de 92°C se agregaron las hojas para preparar la infusión, se apagó la placa de calentamiento y se dejó enfriar por 20 minutos.

Actividad Antioxidante equivalente a Trolox (TEAC) utilizando el radical ABTS

La generación del catión ABTS [2,29-azinobis-(3-etilbenzothiazolina-6-ácido sulfónico)], es la base de un método espectrofotométrico. El ensayo original de ABTS, fue basado sobre la activación de la mioglobina con peróxido de hidrógeno en presencia de ABTS, para producir el radical catiónico en la presencia y ausencia de antioxidantes. El mejoramiento de la técnica para la generación del ABTS•+, involucra la generación directa de la coloración azul/verdosa, característica del cromóforo ABTS•+, por una reacción química entre el ABTS y el persulfato de potasio. Este cromóforo tiene las siguientes longitudes de onda de absorción máxima: 415, 645, 734 y 815 nm, sin embargo; la más usada es la de 415 nm.

La adición de antioxidantes al radical catiónico preformado, provoca la reducción del cromóforo, esto es dependiente del tiempo, actividad y concentración del antioxidante. De esta manera, la decoloración como porcentaje de inhibición del radical catiónico ABTS•+, es determinada como una función de la concentración y tiempo, calculada

respecto a la reactividad del Trolox (análogo de la vitamina E, soluble en agua) como estándar, bajo las mismas condiciones.

El método es aplicable para el estudio de antioxidantes solubles en agua y solubles en lípidos, compuestos puros y extractos alimentarios Para determinar la capacidad secuestrante de los extractos se siguió el procedimiento descrito por (Kuskoski, 2005)

Producir el radical ABTS•+ mediante la solución de ABTS (ácido 2,2.-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico, sal diamónica) 7 mM con persulfato de potasio 2.45 mM (concentración final).

- Se mezcló y se incubó en oscuridad 12-16 h a temperatura ambiente.
- Una vez formado el radical se diluyó con etanol hasta obtener un valor de absorbancia de 0.700 a .702 a 436 nm en un espectrofotómetro.
- Posteriormente, se tomaron 10 µL de cada infusión y se le adicionó 1 mL de la solución diluida del ABTS•+.
- Se monitoreó el efecto secuestrante cada minuto durante 6 min.

Evaluación de actividad antioxidante por el método DPPH

Una de las técnicas más utilizadas para conocer la actividad y eficiencia de los antioxidantes se puede estimar utilizando el radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracil (DPPH). Este método, se basa en la reducción por antioxidantes de la absorbancia medida a 515 nm del radical DPPH•. Se usa DPPH a 133.33 µM como inductor de radicales libres (Yan, 2002).

Este procedimiento se realiza por triplicado:

- Se colocó 50 µL de la muestra (infusiones).
- Se adicionó 50 µL del radical DPPH• 133.33 µM.
- Se incubó a 37 °C durante 30 minutos sometidos en agitación orbital.
- Se leyó en el lector de Elisa en placas de 96 pozos a una longitud de onda de 515 nm.
- Se calculó el porcentaje de reducción del DPPH•, con la siguiente fórmula: Fórmula de % de reducción de DPPH= $[(C-E) / C] \times 100$

Método de TBARS en eritrocitos humanos

Esta técnica fue realizada teniendo como antecedente la utilizada con cerebro de ratas y conejo en investigaciones anteriores (Banderas 2015).

1. Colección De Sangre

1.1 Las muestras se colectaron en tubos con EDTA de 4 mL.

1.2 Se esterilizó el área de punción con alcohol y se obtienen muestras de 20 mL.

Aproximadamente.

1.3 El paciente se presentó en ayuno.

1.4 La toma de sangre se realizó de 8-9 am.

2. Para células fantasma de eritrocitos

2a.1 Se colocó la sangre directamente en los tubos con EDTA y se agitó gentilmente durante 10 segundos.

2a.2 Se centrifugaron los tubos a 3000 rpm durante 3 minutos.

2a.3 Se separó la fracción de plasma de los eritrocitos y se le retiran las células blancas.

2a.4 Se lavaron agregándole a los eritrocitos PBS (pH 7.4 relación 1:1) se agitó gentilmente y se centrifugó a 3000 rpm durante 3 minutos (2 veces), en cada lavado se retiró la parte superior (sobrenadante) para dar paso al siguiente lavado. En la 3er lavado se lavó ahora con PBS (pH 8.0 - 4 veces) para asegurar que se ha extraído la mayor cantidad de hemoglobina de los eritrocitos y se dejó con este PBS 2 horas para asegurar la salida de toda la hemoglobina de los eritrocitos. Posteriormente se volvió a lavar con PBS (pH 7.4 - 2 veces)

2a.5 Se formó un saco de eritrocitos al que se le quitó todo el líquido para que posteriormente se lleve al volumen original de eritrocitos que se obtuvo al inicio para diluir este saco se recircula el líquido gentilmente.

Cuenta de proteínas por el método de Lowry y ajuste a la concentración deseada.

Se realizó el conteo para ajustar el contenido de proteínas de las muestras obtenidas de los eritrocitos (con hemoglobina o células fantasmas) a una concentración de 2.666 mg/mL, ya que se sabe que la cantidad de proteína presente es proporcional a la cantidad de lípidos en sangre (Méndez D, 2011), esto nos permite asegurar la cantidad de lípidos a los que se expondrá a la lipoperoxidación.

Se tomaron 5µL del sobrenadante y se colocaron en una placa de Elisa

Se agregaron 20µL de agua destilada y 150µL de la mezcla de Lowry

Se incubó 10 minutos

Después se agregó reactivo de Follin y se incubó 30 min

En otro pozo de la placa de Elisa se agregará PBS que será el blanco

Se leyó a 540nm para obtener los mg de proteína

Medir la absorbancia a 540 nm. Y sustituir los valores en la fórmula para obtener el contenido de proteína en el homogenizado.

$$\text{proteína } (\mu\text{g}/\text{mL}) = \left[\frac{A_{540 \text{ nm}} - 0.05012}{0.0028} \right] 40$$

Ajustar el contenido de proteína a 2.666 mg/ml con PBS (9.5 mM, pH=7.4).

$$V_2 = \frac{C_1 V_1}{C_2}$$

Se diluyen los eritrocitos con la estandarización que se hizo para el conteo de proteínas, donde 1.7 mL de células fantasmas se diluyen en 29.633ml de PBS pH 7.4 para llevarlo a la concentración de 2.666 mg/mL.

Inducción de estrés oxidante con AAPH a 600 mM

Se indujo al estrés ya que se quiere cuantificar el producto principal de la oxidación de los lípidos, el malondialdehído (MDA). El cual puede ser detectado y cuantificado al reaccionar con el ácido tiobarbitúrico (TBA). La medida de estas "Sustancias Reactivas con el Ácido Tiobarbiturico" (TBARS) son un buen método para determinar la capacidad de distintos antioxidantes para inhibir la peroxidación lipídica.

Se trabajó todo en baño de hielo.

Se colocó por triplicado 375 µL de eritrocitos (2.666 mg prot./mL) en tubos Eppendorf de 1.5 mL.

Se agregó 50 µL de EDTA 10 µM disuelto en PBS (concentración final 1 µM)

Se adicionó 25 µL de la muestra (20 veces más concentrada). Se incubó 30 minutos a 37 °C con agitación orbital.

Se agregó 50 µL AAPH a una concentración de 600 mM (preparar al momento). Posteriormente se incubó 1 hora a 37 °C con agitación orbital.

Después se agregó 500 µL de reactivo TBA (ácido tiobarbitúrico-ácido tricloroacético 1:1). E incubó 10 minutos a temperatura ambiente.

Durante 50 minutos se incubó en baño de agua a 90 °C. Tapar y asegurar bien los tubos ya que en este paso se genera presión.

Se dejaron enfriar los tubos a temperatura ambiente y se destaparon para liberar la presión.

Se centrifugaron 5 minutos a 12,000 rpm a temperatura ambiente. (en esta técnica el botón es tan compacto que es difícil la suspensión).

Se tomaron de cada tubo 200 µL de sobrenadante y fueron colocados en un pozo de la placa de 96 pozos.

Finalmente se midió la absorbancia a 540 nm

Para obtener el porcentaje de inhibición se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{TBARS } (\mu\text{M}) = \frac{A_{540\text{nm}} + 0.07386}{0.09042}$$

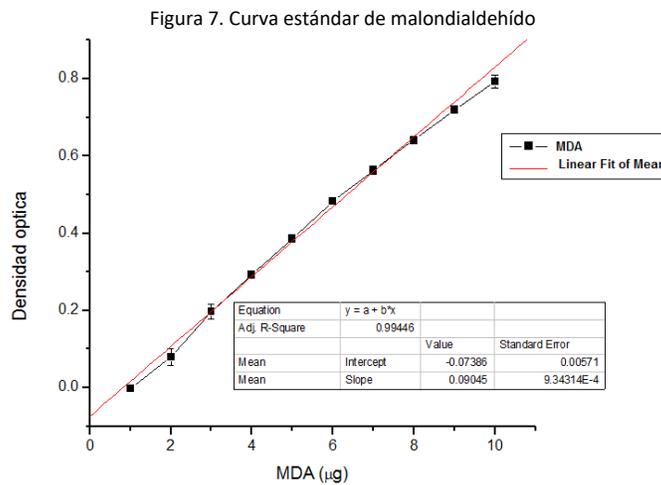
Calcular el % de inhibición (Se calcula con la concentración μM)

Ecuación $(C - E / C) \times 100$

Donde C (Control) es el promedio de la densidad óptica del AAPH + vehículo.

Cálculo de % de inhibición de TBARS

Interpolamos los valores obtenidos, en la curva estándar de Malondialdehído (Figura 7) generado a partir de Tetrametoxipropano, para obtener el contenido de TBARS en solución. Lo que nos permite obtener el % de inhibición que nos indica si los extractos protegen de la lipoperoxidación a los eritrocitos y por lo tanto saber si esta actividad antioxidante es relevante en el experimento.



Fuente. Autoría propia.

Volumen de las soluciones para llenar los tubos que se preparan por triplicado para cada experimento.

Tabla 6. Volumen de las soluciones.

Tubos para cada experimento					
Volumen	Blanco	Basal	AAPH	AAPH + vehículo	Muestra
375 μL	PBS	Sobrenadante	Sobrenadante	Sobrenadante	Sobrenadante
50 μL	EDTA	EDTA	EDTA	EDTA	EDTA
25 μL	Vehículo	PBS	PBS	Vehículo	Muestra
Incubar 30 minutos a 37°C con agitación					
50 μL	AAPH	Agua	AAPH	AAPH	AAPH
Se prepara al momento el AAPH y se incuba 1 hora a 37°C con agitación					
500 μL	TBA	TBA	TBA	TBA	TBA
Incubar 10 minutos a temperatura ambiente					

Fuente. Autoría propia.

Las primeras filas del llenado del experimento sirven como controles, en el caso del blanco nos indica la absorbancia que tienen todas las soluciones que utilizamos a excepción del sobrenadante (eritrocitos) para que al momento de hacer los cálculos podamos restarle el promedio de este resultado y así obtener las absorbancias de las sustancias reactivas restándoles la de las soluciones. Y que los resultados sean más certeros.

Las filas de basal y AAPH nos sirven para comparar la fila de AAPH + vehículo y saber si no hubo alguna interferencia en todo el experimento debida a alguna solución, se compara PBS con etanol que es el Vehículo. En el caso de la fila de AAPH + vehículo el resultado nos ayuda a realizar los cálculos de μM y posteriormente el % de inhibición, nos indica la cantidad de lípidos oxidados que produjeron el MDA sin ninguna protección antioxidante.

Soluciones Requeridas

PBS (Buffer de fosfatos 9.5 m M, pH 7.4) con Agua nano pura o destilada.

Tabla 7. Componentes.

Clave	Componentes	mg/ 250 mL	mg/500 mL	mg/1 litro
78	KCl, Cloruro de potasio	50 mg	100 mg	200 mg
107	KH_2PO_4 , Fosfato de potasio	50 mg	100 mg	200 mg
79	NaCl, Cloruro de sodio	200 mg	4000 mg	8000 mg
112	Na_2HPO_4 , Fosfato de sodiodibásico. 7 H_2O 12 H_2O	540 mg 721.35 mg	1080 mg 1442.71 mg	2160 mg 1. g

Fuente. Autoría propia.

1.- PBS pH 8.0

Se prepara el PBS anterior y se le agregan gotitas de Hidróxido de Sodio 0.2M hasta obtener el pH requerido con la ayuda de un potenciómetro.

NaOH Hidróxido de Sodio 0.2 M

*Pesar 1.6 g y aforarlos en 200 mL de agua destilada.

2.- EDTA 10 μM

1.- Pesar 3.76 mg de EDTA y aforar con 100 mL de PBS = Concentración 100 μM .

2.- Tomar 10 mL de esa solución y aforara con 100 mL PBS = Concentración 10 μM .

3.- MEZCLA DE LOWRY

1.- NaOH 2%, Hidróxido de sodio 0.1 N

*Pesar 800 mg y aforar en 200 mL de agua destilada.

2.- Na_2CO_3 2%, Carbonato de sodio

*Pesar 2 g y diluirlo en 100 mL de NaOH 2%.

3.- Tartrato de sodio/potasio 2%

*Pesar 2 g y aforar en 100 mL de agua destilada.

4.- CuSO_4 , Sulfato de cobre.

*Pesar 1 g y aforar en 100 mL de agua destilada.

5.- Reactivo de Folin 1:1, relación con agua 25 μL por pozo de esa relación.

4. -TBA

1. - NaOH 0.05 N, Hidróxido de Sodio.

*Pesar 400 mg (0.4 g) y aforar en 200 mL de agua destilada.

2.- Acido Tiobarbiturico 0.5%

*Pesar 500 mg y aforar en 100 mL de NaOH 0.05 N

3.- Acido Tricloracético 30%

*Pesar 30 g (o 15 g - 50 mL) y aforar en 100 mL de agua destilada.

Mezclar 1:1 de acidotiobarbiturico (0.5% disuelto en NaOH 0.05 N) y acidotricloracetico al 30 %.

6.- AAPH 600 μ M

1.- Se prepara solo el volumen necesario para el experimento con base en la siguiente relación 162.62 mg se disuelven en 1 mL de agua destilada o nano pura. (162.72 mg / dL)

Variables

Definición Conceptual:

Variable Independiente: Tipo de infusión (con y sin Stevia).

Variable Dependiente: Capacidad antioxidante medida a través de varias pruebas (DPPH, ABTS, TBARS, inhibición de grupos carbonilo).

Variables Controladas: Cantidad de muestra, tiempo de preparación, temperatura de infusión, etc.

Definición Operacional:

Tipo de Infusión: Clasificación de las infusiones utilizadas en el estudio, como canela, manzanilla, té limón, menta, hierbabuena, naranja, limón, Bugambilia y mandarina, todas con y sin Stevia.

Capacidad Antioxidante: Medida mediante el porcentaje de inhibición en pruebas específicas (DPPH, ABTS) y análisis de inhibición de lipoperoxidación.

Control de las Variables:

Preparación de las Muestras: Se pesaron 5 g de cada planta para las infusiones y 2.5 g de hojas de Stevia para las infusiones endulzadas.

Condiciones de Preparación: 300 mL de agua potable calentada a 92°C, seguida de la adición de las hojas y un enfriamiento de 20 minutos.

Procedimientos

Tipo de Análisis Utilizado:

ANOVA (Análisis de Varianza): Para determinar si existen diferencias significativas entre las diferentes infusiones y el efecto de añadir Stevia.

Por qué se Utilizó:

ANOVA es una técnica robusta para comparar las medias de múltiples grupos y determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas.

Descripción de los Métodos de Análisis:

ANOVA: Evaluación de las diferencias entre las infusiones en términos de su capacidad antioxidante.

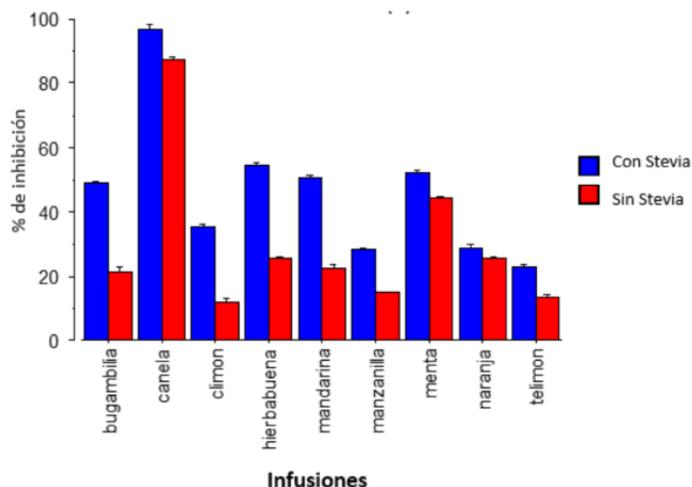
Prueba de Tukey: Para identificar cuáles infusiones son significativamente diferentes entre sí.

Evaluación de Interacción: Análisis de la interacción entre el tipo de infusión y el tratamiento con Stevia.

Resultados

En la gráfica 1, se puede observar que la infusión que tuvo mayor porcentaje de inhibición fue la canela con Stevia alcanzando un 95.2% que se considera como una actividad alta, una infusión que llama la atención es la de hierbabuena ya que al ser agregada la Stevia aumenta hasta un 47.4% pasando de una actividad baja a moderada, otras infusiones que se encuentran con actividad fueron la de té limón, cáscara de mandarina, y menta (Méndez, 2011)

Gráfica 1. Porcentaje de inhibición del radical ABTS



Fuente. Autoría propia.

Se realizó una ANOVA para conocer si había diferencias significativas entre las infusiones que fueron endulzadas con Stevia y a las que no se les añadió y se puede observar lo siguiente:

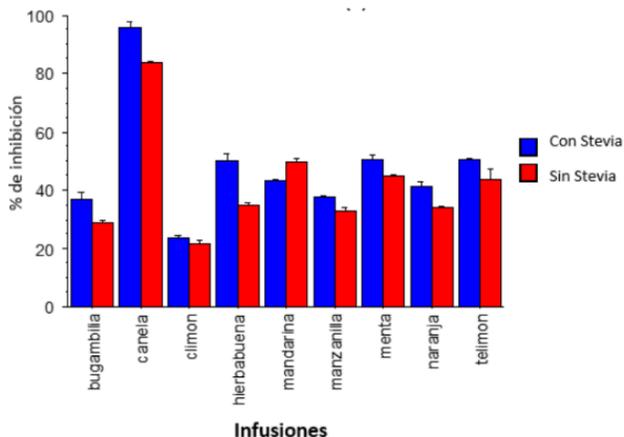
Encontramos diferencias significativas entre los siguientes factores infusión ($F_{8,36} = 920.702, p < 0.001$) tratamiento ($F_{1,36} = 226.190, p < 0.001$) interacción ($F_{8,36} = 24.134, p < 0.001$).

Todas las infusiones fueron significativamente diferentes (Tukey $p < 0.05$), excepto Bugambilia-manzanilla, mandarina menta, mandarina té limón, manzanilla-naranja y menta-té limón (Tukey $p > 0.05$)

Con lo que se puede decir que la Stevia potencializa la actividad antioxidante de las infusiones.

En la gráfica de DPPH (gráfica 2) se observa que de igual forma la canela presenta la mayor actividad antioxidante tanto sin Stevia como con Stevia, alcanzando un 97,5 % clasificándose como una actividad antioxidante alta, por otra parte la hierbabuena como se observa aumenta su actividad cuando se le añade stevia hasta el doble pasando de una actividad baja a una actividad moderada, lo mismo pasa con las infusiones de cáscara de mandarina y Bugambilia, pasando de actividad baja a moderada cuando se les agrega la Stevia (Méndez, 2011)

Gráfica 2. Porcentaje de inhibición DPPH



Fuente. Autoría propia.

Para saber si existían diferencias significativas también se aplicó una ANOVA.

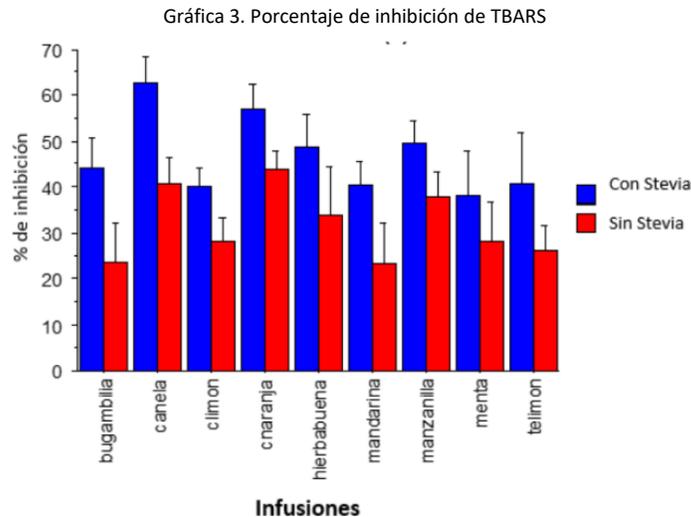
Encontramos diferencias significativas entre los siguientes factores infusión ($F_{8,36} = 3834.17, p < 0.001$) tratamiento ($F_{1,36} = 4828.89, p < 0.001$) interacción ($F_{8,36} = 197.76, p < 0.001$).

Todas las infusiones fueron significativamente diferentes (Tukey $p < 0.05$), excepto bugambilia-mandarina (Tukey $p > 0.05$).

Estos resultados nos indican que también hay diferencias significativas al añadir Stevia a las infusiones haciendo que potencialicen su actividad baja a moderada como es el caso de hierbabuena, bugambilia y cáscara de naranja.

Porcentaje de inhibición de TBARS

En esta prueba lo que se mide es el producto final de la oxidación de los lípidos (malondialdehído), como podemos observar en la gráfica 4 la infusión que tiene mayor actividad antioxidante es la infusión de canela con stevia 62%, seguido de la infusión de cáscara de naranja con stevia 55%, hierbabuena con Stevia 50% y manzanilla con Stevia 50% clasificándolas con una actividad antioxidante moderada.



Fuente. Autoría propia.

Para conocer si existía diferencias significativas entre las que fueron endulzadas con Stevia y las que no fueron endulzadas se realizó una ANOVA y se obtuvo lo siguiente:

Encontramos diferencias significativas entre los siguientes factores infusión ($F_{8,252} = 14.49$, $p < 0.001$) tratamiento ($F_{1,252} = 78.23$, $p < 0.001$) Todas las infusiones fueron significativamente diferentes (Tukey $p < 0.05$), excepto las de bugambilia-mandarina, bugambilia-c limón, bugambilia-menta, bugambilia-télimon, canela-c naranja, c limón-mandarina, c limón-menta, c limón-télimon, hierbabuena manzanilla.

Lo cual nos indica que la Stevia de igual forma que en las pruebas anteriores en algunas infusiones puede potencializar la actividad antioxidante para poder ayudar en la inhibición de algunos procesos de oxidación como es el caso de la lipoperoxidación.

Discusión

Se ha demostrado en diferentes estudios que la canela tiene diversos beneficios a la salud como actuar en la prevención del estrés oxidativo, se conoce que la canela es rica en compuestos fenólicos, lo cual podría darle la característica de actuar como una excelente fuente de antioxidantes además de que se utiliza principalmente como tratamiento para la diarrea, malestar estomacal, problemas respiratorios y como antiséptico de la piel (Aguilar, 1999; González, 1998; Linares et al., 1994, Rakshit and Ramalingam, 2010).

En este estudio se pudo demostrar que la infusión de canela fue la que tuvo mayor actividad antioxidante la cual podría prevenir procesos como la lipoperoxidación, así como inhibir los radicales sintéticos ABTS y DPPH, es el primer estudio en donde se preparan infusiones de diversas flores, hojas y cortezas. Existen diversos artículos donde sólo utilizan extractos y donde también se ha demostrado el poder antioxidante de la canela tal es el caso de (Anand et

al., 2011) en donde los resultados de este estudio muestran que el extracto de hojas de canela puede usarse como una fuente fácilmente accesible de antioxidantes naturales o en la industria farmacéutica.

También se puede usar para estabilizar los alimentos contra el deterioro oxidativo, y como resultados obtuvieron que las hojas de canela pueden inhibir el radical DPPH 85%, ABTS 65% y TBARS 18.6% lo cual no están alejados de estos resultados obtenidos y que a pesar de que la canela se sometió a una temperatura elevada, ésta pudo mantener sus compuestos.

Otro estudio realizado por (Mathews & Abraham., 2006) realizaron extractos de metanol con hojas de canela, lo pusieron a prueba contra el ABTS y lo pudo inhibir en un 90%, contra el radical DPPH 91%, estos resultados igual son comparables y similares a los nuestros a pesar de que nosotros utilizamos la corteza mantiene esa actividad antioxidante y tampoco la temperatura a la que se somete descompone los metabolitos que actúan como antioxidantes.

Como se observó en los resultados en la prueba de TBARS la canela también podría inhibir la oxidación de los lípidos ya que fue la que tuvo mayor efectividad en esta prueba.

Hierbabuena

Rameshwar en el 2012 realizó un estudio en el que se evaluó la actividad antioxidante del extracto metanólico de la hierbabuena y observaron que ese extracto pudo inhibir el radical DPPH en un 54.84% que si lo comparamos con nuestros resultados 43.3 y 50.9% son similares, probablemente en nuestro estudio sale inferior ya que para preparar las infusiones se someten a temperaturas elevadas lo cual podría estar afectando las propiedades antioxidantes que ésta planta posee.

Té limón

En nuestra investigación pudimos observar que al preparar una infusión utilizando 5 g de hojas en 300 mL de agua pudo inhibir en un 13.25% el radical DPPH y al añadir la Stevia su actividad aumento hasta 23.5% y que si lo comparamos con el estudio realizado por Villalobos en 2015 donde prepararon un té con hojas de té limón obtuvieron una inhibición de 79.9%, si comparamos los porcentajes de ambos estudios están completamente diferente, se podría asociar a que en el estudio de Villalobos se dejó que las hojas estuvieran en punto de ebullición durante 30 minutos lo cual podría haber colaborado en la extracción de más compuestos antioxidantes.

Cáscara de limón

Los resultados obtenidos en esta muestra demostraron una actividad antioxidante baja en las pruebas de DPPH (sin Stevia 11.9 y con Stevia 36.3%), TBARS (sin Stevia 29% y 40% con Stevia) y ABTS (sin Stevia 21.92% y con Stevia 23.6%), incluso añadiendo Stevia no se pudo potencializar. En un estudio del año 2016 realizado por Otang y Afoloyan realizaron extractos metanólicos con la cáscara de limón para medir su actividad antioxidante por medio de la prueba de DPPH obteniendo como resultado un porcentaje de inhibición del 80% el cual podría clasificarse como elevado según Méndez y colaboradores.

Esto podría deberse a que como ellos realizaron extracto pudieron haber obtenido mayores metabolitos con capacidad antioxidante, otro actor que pudo haber influido sería que, para la infusión se sometió a temperaturas elevadas lo cual podría haber afectado en la composición de los compuestos antioxidantes.

Manzanilla

La manzanilla es una hierba de floración perenne que crece en regiones extendidas, incluyendo Europa, África y Asia. Esta flor se distribuye ampliamente en Irán y se usa en la medicina tradicional iraní para diversas afecciones. Uno de los flavonoides más importantes de la manzanilla es la apigenina, que tiene propiedades relajantes leves además de presentar actividad antioxidante.

Esta muestra de flores de manzanilla presentó una moderada actividad antioxidante solo en la prueba de TBARS alcanzando un 40% de inhibición y al añadir Stevia aumento a 50%, concluyendo que ésta flor posee actividad antioxidante que podría inhibir el proceso de lipoperoxidación de manera considerable, Alibabaei *et al* en el 2014

probaron un extracto etanólico de flor de manzanilla para ver si podía inhibir la lipoperoxidación y medir su actividad antioxidante, y observaron que ese extracto podía inhibir hasta en un 70% el radical DPPH, y disminuir la generación del malondialdehído en cerebro y en plasma sanguíneo de ratas. Lo cual es similar a los resultados que obtuvimos ya que en todas las pruebas en la que más presentó actividad antioxidante fue en la de TBARS.

Bugambilia

El género *Bougainvillea* es un grupo muy extendido en todo el mundo, algunas especies de buganvillas han surgido como fuentes de medicina tradicional en la salud humana como por ejemplo las infusiones. En el análisis de la capacidad antioxidante de las infusiones de Bugambilia, se observó que la adición de Stevia influye significativamente en el potencial antioxidante. Las pruebas de DPPH y ABTS revelaron que las infusiones de Bugambilia con Stevia presentaron un mayor porcentaje de inhibición de radicales libres comparadas con las infusiones sin Stevia.

Cáscara de mandarina

Los alimentos cítricos son un cultivo importante utilizado principalmente en las industrias alimentarias para la producción de jugo y la cáscara de estas frutas son el principal subproducto de esos procesos.

En general, la piel de la fruta contiene una mayor concentración de sustancias antioxidantes que la carne de la fruta. La cáscara de cítricos, es una rica fuente de compuestos bioactivos que incluyen antioxidantes naturales como los ácidos fenólicos y los flavonoides.

Según los resultados de este estudio la cáscara de mandarina se comportó de manera similar en las pruebas de ABTS DPPH y TBARS obteniendo una actividad antioxidante moderada.

Menta

Elmastas en 2005 realizó un extracto de etanol con hojas de menta y éste se puso a prueba frente al radical DPPH pudiendo inhibir en un 92% mientras que en nuestro estudio solo se pudo inhibir el radical DPPH en un 45.3 y 48.7% pudiendo verse afectados los compuestos antioxidantes al someterlos a punto de ebullición, además de que un extracto contiene mayor cantidad de componentes antioxidantes.

Futuras líneas de investigación

Por medio de esta investigación se podría llevar a cabo experimentos *in vivo* tomando una muestra poblacional y hacer que ingieran estas infusiones de manera regular y poder medir los niveles de oxidación de los lípidos, antes y después de determinado tiempo.

Se puede trabajar con la carbonilación de proteínas y ver si las infusiones tienen algún efecto positivo para reducir los niveles de oxidación en las proteínas de la sangre.

En caso de presentar resultados favorables se podría empezar a probar la realización de un producto con las infusiones que más actividad antioxidante han presentado y lanzar algún producto al mercado que aporte antioxidantes.

Referencias

- Anton, S., Martin, C., Han, H., Coulon, S., Cefalu, W., Geiselman, P., & Williamson, D. (2010). Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. *Appetite*, 55(1), 37-43.
- Argüelles, L., Hernández, I., Méndez, D., & Méndez, P. (2011). Evaluación de la capacidad antioxidante de alimentos preparados y bebidas típicas del estado de Tlaxcala. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*, 27-28.
- Buddi, R., Lin, B., Atilano, S., Zorapapel, N., Kenney, M., & Brown, D. (2002). Evidence of oxidative stress in human corneal diseases. *Journal of Histochemistry & Cytochemistry*, 50(3), 341-351.
- Dalle-Donne, I., Aldini, G., Carini, M., Colombo, R., Rossi, R., & Milzani, A. (2006). Protein carbonylation, cellular dysfunction, and disease progression. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 10(2), 389-406.
- de la Cal, C., Lomniczi, A., Mohn, C., De Laurentiis, A., Casal, M., & Chiarenza, A. et al. (2006). Decrease in salivary secretion by radiation mediated by nitric oxide and prostaglandins. *Neuroimmunomodulation*, 13(1), 19-27.
- Delgado, L., Betanzos, C., & Sumaya, M. (2010). Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investigación y Ciencia*, 18(50), 10-15.
- Fernández, J., Pérez-Álvarez, J., & Fernández-López, J. (1997). Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry*, 59(3), 345-353.
- Fina, B. (2006). Estrés oxidativo. *Laboratorio de Biología Ósea y Metabolismo Celular, Facultad de Ciencias Médicas, Argentina*, 1(4).
- Freeman, B., & Crapo, J. (1982). Free radicals and tissue injury. *Lab Invest*, 47, 412-426.
- Fridovich, I. (1995). Superoxide radical and superoxide dismutases. *Annual Review of Biochemistry*, 64(1), 97-112.
- Goyal, S. K., Samsher, & Goyal, R. K. (2010). Stevia (*Stevia rebaudiana*), a bio-sweetener: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61(1), 1-10.
- Gutteridge, J. (1993). Free radicals in disease processes: A compilation of cause and consequence. *Free Radical Research*, 19(3), 141-158.
- Halliwel, B. (2000). The antioxidant paradox. *The Lancet*, 355(9210), 1179-1180.
- Halliwel, B., & Chirico, S. (1993). Lipid peroxidation: Its mechanism, measurement, and significance. *American Journal of Clinical Nutrition*, 57(5), 715S-724S.
- Halliwel, B. (2000). Lipid peroxidation, antioxidants and cardiovascular disease: How should we move forward? *Cardiovascular Research*, 47(3), 410-418.
- Halliwel, B., & Gutteridge, J. (1989). *Free radicals in biology and medicine*. Oxford: Clarendon Press.
- Halliwel, B., Gutteridge, J., & Cross, C. (1992). Free radicals, antioxidants and human disease: Where are we now? *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 119(6), 598-620.
- Kausar, H., Saeed, S., Ahmad, M., & Salam, A. (2012). Studies on the development and storage stability of cucumber-melon functional drink. *Journal of Agriculture Research*, 50(2), 238-248.
- Niki, E. (2010). Assessment of antioxidant capacity in vitro and in vivo. *Free Radical Biology and Medicine*, 49(4), 503-515.
- Palmieri, V., Grattagliano, I., Portincasa, P., & Palasciano, G. (2006). Systemic oxidative alterations are associated with visceral adiposity and liver steatosis in patients with metabolic syndrome. *The Journal of Nutrition*, 136(12), 3022-3026.
- Pearson, T., Popescu, B. O., & Cedazo-Imiguez, A. (2014). Oxidative stress in Alzheimer's disease: Why did antioxidative therapy fail? *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2014, Article ID 427318. <https://doi.org/10.1155/2014/427318>
- Schieber, M., & Chandel, N. (2014). ROS function in redox signaling and oxidative stress. *Current Biology*, 24(10), 453-462.
- Sies, H. (1991). Oxidative stress: From basic research to clinical application. *The American Journal of Medicine*, 91(3), S31-S38.
- Terevinto, A., Ramos, A., Castroman, G., Cabrera, M., & Saadoun, A. (2010). Oxidative status, in vitro iron-induced lipid oxidation and superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase activities in rhea meat. *Meat Science*, 84(4), 706-710.
- Velasco, O., & Echavarría, S. (2011). *Edulcorantes utilizados en alimentos*. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral. <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8166/Manuscrito%203%20Edulcorantes2012%200.%20Velasco.pdf?sequence=1>
- Yang, Y., Huang, S., Han, Y., Yuan, H., Gu, C., & Zhao, Y. (2014). Base substitution mutations in uridine diphosphate-dependent glycosyltransferase 76G1 gene of *Stevia rebaudiana* causes the low levels of rebaudioside A. *Plant Physiology and Biochemistry*, 80, 220-225.

Elaboración de mayonesa de Aguacate (*Persea americana*)

Nava-Cuamatzi, Felipa; Piedras-Vázquez, Carolina Aidee; Lara-Saldaña, Lucero. CECyTE Plantel 07

Media Superior

Área: Agropecuaria y Alimentos

Resumen

El presente trabajo contiene el fundamento de la elaboración de una mayonesa de *Persea americana*, comúnmente conocido como aguacate, resaltando las propiedades de este fruto y los beneficios para la salud. Esta mayonesa, como alternativa saludable a la tradicional, resulta de interés por su contenido nutricional y su sabor suave y cremoso, ideal para quienes buscan opciones veganas o con menos colesterol. El proyecto se fundamenta en una investigación bibliográfica, comprobando su calidad a través de la realización de análisis sensoriales, físicos y químicos. La elaboración de este producto, se basa en utilizar el aguacate como fuente principal de grasa en lugar de la mayonesa convencional. El aguacate es una fruta rica en grasas saludables, que son beneficiosas para la salud.

Palabras clave

Mayonesa, Aguacate, Nutrición, Alternativa Alimentaria

Abstract

The present work contains the foundation for the production of a mayonnaise made from *Persea Americana*, commonly known as avocado, highlighting the properties of this fruit and the potential health benefits. This mayonnaise, as a healthy alternative to the traditional one, is of great interest due to its nutritional content and its smooth, creamy taste, ideal for those seeking vegan options or products with lower cholesterol. The project is based on bibliographic research, verifying its quality through sensory, physical, and chemical analyses. The production of this product, is based on using avocado as the main source of fat instead of conventional mayonnaise. Avocado is a fruit rich in healthy fats, which are beneficial for health.

Key Words

Mayonnaise, Avocado, Nutrition, Food Alternative

Introducción

En el mercado actual, la diversidad de productos alimenticios disponibles para el consumidor es vasta, abarcando desde opciones tradicionales hasta alternativas más innovadoras y saludables. Uno de los productos más comunes en nuestras cocinas es la mayonesa, la cual desempeña un papel crucial en la preparación de diversas recetas cotidianas. Sin embargo, su alto contenido en grasas saturadas ha despertado preocupaciones sobre sus efectos en la salud a largo plazo. Este proyecto busca explorar una opción novedosa y saludable: la creación de una mayonesa a base de aguacate, conocido científicamente como *Persea americana*. El objetivo principal es no solo diversificar las opciones disponibles en el mercado, sino también promover una alternativa que contribuya a la reducción del consumo de grasas saturadas, favoreciendo así un estilo de vida más saludable. Con este enfoque, se pretende no solo satisfacer las necesidades y preferencias de los consumidores, sino también ofrecer una solución alineada con las tendencias actuales hacia una alimentación más consciente y balanceada.

Marco teórico

El aguacate, también conocido como palta (quechua), cura, avocado (inglés) o abacate (portugués), es un árbol con fruto comestible que pertenece a la familia *Lauraceae* y cuyas propiedades nutricionales son altamente benéficas para la salud. Su nombre proviene del náhuatl “ahuacatl”, que significa “testículos del árbol” y su origen data de más de 10 mil años, de acuerdo con vestigios encontrados en una cueva de Coxcatlán, Puebla, donde se detectaron restos de la especie *Persea americana* Mill. (SEMARNAT, (s,f)). El aguacate tiene menos agua y más lípidos que otras frutas, destacando su alto contenido en grasas monoinsaturadas, especialmente ácido oleico. Es rico en vitaminas, contribuyendo al cuerpo humano. El contenido de agua del aguacate es inferior al encontrado en la mayoría de las frutas, mientras que el aporte de lípidos, es muy superior, lo que aumenta su valor calórico. Las grasas que contiene son en su mayor parte insaturadas (monoinsaturadas), destacando en particular el elevado contenido en ácido oleico. En cuanto a su composición vitamínica, el aguacate es fuente de vitamina E (potente antioxidante), a diferencia del resto de las frutas que apenas la contienen, vitamina C y vitamina B6. Un aguacate de peso medio 200 g aporta el 33% de las ingestas recomendadas de vitamina B6 para un hombre de 20 a 39 años con actividad física moderada y un 38% en el caso de la mujer con las mismas características. Entre los minerales el aguacate es fuente de potasio, el cual contribuye al funcionamiento normal del sistema nervioso y de los músculos. (Moreiras & al, 2013). En la figura 1 se muestra la composición nutrimental del aguacate.

Figura 1. Tablas de composición de los alimentos.

Fuente. Modificado de Moreiras & col (2013)

	Por 100g de porción comestible	Por ración (200g)
Energía (Kcal)	141	200
Proteínas (g)	1.5	2.1
Lípidos totales (g)	12	17.0
Colesterol (mg/1000kcal)	0	0
Hidratos de carbono (g)	5.9	8.4
Fibra (g)	1.8	2.6
Agua (g)	78.8	112
Calcio (mg)	16	22.7
Hierro (mg)	0.7	1.0
Yodo (µg)	2	2.8
Magnesio(mg)	41	58.2
Zinc (mg)	0.3	0.4
Sodio (mg)	2	2.8
Potasio (mg)	400	568
Fosforo (mg)	28	39.8
Selenio (µg)	Tr	tr
Tiamina (mg)	0.09	0.13
Riboflamina (mg)	0.12	0.17
Equivalentes niacina (mg)	1.45	2.1
Vitamina B6 (mg)	0.42	0.60
Folatos (µg)	11	15.6
Vitamina B12 (µg)	0	0
Vitamina C (mg)	17	24.1
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	25	35.5
Vitamina D (µg)	0	0
Vitamina E (mg)	3.2	4.5

La cantidad de ácido oleico (una grasa monoinsaturada) que contienen los aguacates ayuda a disminuir los niveles de colesterol malo y protege el colesterol bueno. Además, es rico en fibra. El aguacate es rico en vitamina K y esta vitamina no solo es imprescindible para la buena coagulación de la sangre, sino que ayuda a mantener los huesos fuertes, sobre todo en las personas mayores, según estudios.

Según estudios la cantidad de fitoquímicos (compuesto que se encuentra en alimentos vegetales, y que es rico en nutrientes) que contienen los aguacates reducen significativamente el riesgo de padecer cáncer. Este compuesto detecta las células cancerosas en la boca y las destruye, a la vez que protege las células sanas. Al aguacate lo han llamado “el alimento del cerebro” por ser rico en ácido fólico, un tipo de vitamina B que mejora la memoria y la capacidad mental. Según estudios realizados por el Linus Pauling Institute de Oregon State University, el ácido fólico, además, reduce considerablemente el riesgo de sufrir accidentes cerebrovasculares. Asimismo, la Universidad de Tufts encontró que comer aguacates frescos ayuda a mejorar la función cerebral cognitiva en adultos mayores. Una buena nutrición es tu mejor aliado en la lucha contra la hipertensión. La mitad de un aguacate Hass, por ejemplo, proporciona 345 mg de potasio, mineral que contrarresta los efectos nocivos del sodio sobre la presión arterial. Expertos recomiendan consumir 4,700 mg de potasio al día.

El aguacate no contiene sodio. La luteína, un maravilloso carotenoide que protege los ojos de la degeneración macular y las cataratas, está también presente en los aguacates. Expertos aseguran que este fruto contiene más luteína que ningún otro. El aguacate es también fuente de vitamina C. Conocida como ácido ascórbico, protege las células de los daños que causan los libres. Además, el cuerpo necesita vitamina C para la producción de colágeno, una proteína necesaria para la buena cicatrización. La Asociación Americana de la Diabetes recomienda el consumo de aguacate como parte de una dieta rica en grasa monoinsaturada, para ayudar a regular los niveles de insulina. Una dieta saludable incluye menos del 30% de calorías de grasas, y menos del 10% de ellas provenientes de grasas saturadas.

Estudios realizados por el Dr. David Heber, de la Universidad de California en Los Ángeles, mostraron que la luteína disminuye el crecimiento de las células del cáncer de próstata en un 25%. Y como mencionamos antes, el aguacate tiene gran concentración de este carotenoide. Un aguacate de tamaño promedio contiene el 30% de la vitamina E que se necesita diariamente. Esta vitamina es por excelencia la vitamina de la piel ya que protege el tejido corporal del daño que causan los radicales libres. Su función antioxidante es vital para retrasar el proceso de envejecimiento. (AARP, 2024)

Acorde con González (1997), “se aconseja emplear aceite de origen vegetal. Este componente aporta las propiedades de textura y recubrimiento en la boca, y juega un papel fundamental en la estabilidad del sabor y la duración del producto.”

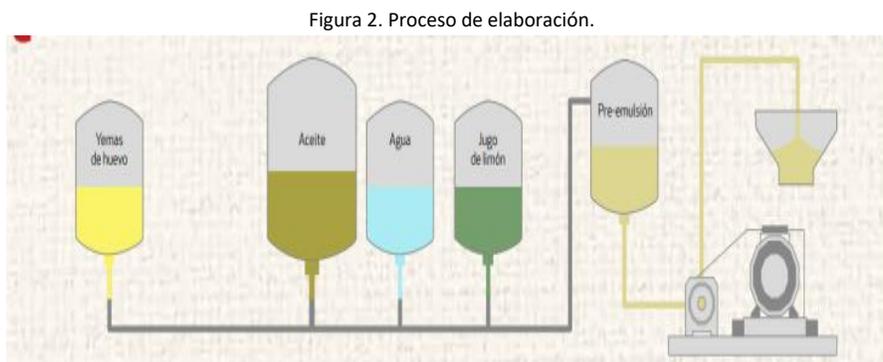
La yema de huevo actúa como un agente emulsionante alimentario muy eficaz y, por ende, es ampliamente utilizada, especialmente en la elaboración de mayonesa, aderezos para ensaladas y salsas. Desde una perspectiva estructural, la yema de huevo se compone de una dispersión de lipoproteínas de baja densidad y partículas insolubles en una solución acuosa de glicoproteínas solubles denominadas livetinas.

En la yema de huevo en su estado natural, las partículas consisten en un complejo de lipoproteínas de alta densidad y fosfoproteínas conocidas como fosvitinas, que se ensamblan mediante enlaces fosfocálcicos. Por otro lado, las proteínas de baja densidad están formadas por un núcleo de lípidos rodeado por una capa interfacial de fosfolípidos y proteínas, conocidas como apoproteínas de baja densidad. (Guilmineau & Kulozik, 2007)

Para entender el papel de los componentes de la yema de huevo en la formación de emulsiones, es importante conocer los mecanismos que intervienen en la estabilización de las gotas de aceite en medios acuosos. La emulsificación es un proceso clave en la industria alimentaria, y las propiedades de los emulsionantes naturales, como los presentes en la yema de huevo, son cruciales para mantener la estabilidad y textura de muchos productos. Los elementos de la yema de huevo son los principales encargados de la emulsificación de las gotas de aceite. Se ha sugerido que las lipoproteínas se adhieren a la interfaz de las gotas, donde algunas permanecen en una configuración plegada, otras forman conjuntos micelares y el resto se extiende hacia la fase continua. (Gallegos *et al*, 1988)

De acuerdo con la Revista del Consumidor, Gobierno de México (2023); “La forma de elaborar la mayonesa no está definida por una Norma Oficial Mexicana, pero si existe una Norma Mexicana específica que es un referente de calidad, la NMX-F-021-NORMEX-200. Alimentos-Mayonesa Especificaciones y Métodos de prueba. Realizando un análisis general a las mayonesas en el mercado, se menciona que una mayonesa industrializada contiene 65% mínimo de aceite vegetal, jugo de limón (puede o no puede contenerlo), aditivos alimentarios, colorantes y saborizantes, 6% mínimo de yema de huevo líquida comercial o su equivalente; agua, vinagre, azúcares, sal, especias y condimentos. Y proteína 0.9% mínimo.

La mayonesa pasa por un proceso donde se pasteurizan las yemas de huevo para matar la salmonella y otras bacterias. Después se refrigeran. Se mezclan algunos ingredientes, donde no se incluyen el aceite ni las yemas. Se hace la mezcla final. Se mezclan las proporciones requeridas de aceite, yemas y mezcla de los demás ingredientes un par de minutos a alta velocidad. En la figura 2 se muestra el proceso sintetizado de la elaboración de la mayonesa



Fuente. Gobierno de México (2023)

Menciona que el contenido energético se determinó utilizando el factor de conversión de 4 kilocalorías por gramo para proteína y carbohidratos y 9 kilocalorías por gramos de grasa. Los resultados se presentan por 100 gramos de producto. En la veracidad de información se verificaron las leyendas de los productos mediante evaluación documental, así como el uso de símbolos y contenido de ingredientes.

En la acidez, se determinó la cantidad de ácido presente en los productos conforme al estándar de calidad. Se determinó el contenido de la grasa debido a que es un ingrediente importante para lograr las características organolépticas del producto (consistencia y sabor principalmente). Los resultados se presentan en gramos por cien gramos de producto. El contenido neto se verificó que las mayonesas cumplieran con la cantidad del contenido neto declarado. Se verificó que el pH estuviera dentro del estándar de calidad. El sodio se verificó el cual se presenta en miligramos por cien gramos de producto. La proteína se comprobó de acuerdo con los mínimos establecidos en el estándar de calidad. Los resultados se presentan en gramos por 100 gramos de productos.”

Metodología

Se realizaron los análisis de la materia prima para comenzar, en la Tabla 1 se muestran los resultados.

Tabla 1. Análisis del aguacate.

Tipo de análisis	Parámetro evaluado	Resultado
Sensorial	Aroma	Vegetal y fresco
	Sabor	Suave
	Textura	Cremosa, mantequillosa, suave en la pulpa; firmeza media en el exterior.
	Color	Verde intenso por fuera, pulpa de color verde claro.
Físico	Temperatura	21°C
	Densidad	0.91 g/cm ³

Químico	pH	6.2
	Proteínas (p/c 100g)	1.8
	Carbohidratos	7.1
	Vitaminas	K, C, E, B ₆
	Cenizas	2,0% del peso seco

Fuente. Autoría propia.

Para la elaboración de mayonesa, se utilizó aceite de aguacate, extraído en frío, se mantuvo a temperatura ambiente para evitar alteraciones en la viscosidad. El prensado en frío es un método ampliamente empleado en diversas industrias, especialmente en la producción de aceites vegetales, cosméticos y alimentos funcionales. Este proceso se caracteriza por la extracción de productos a bajas temperaturas, evitando el uso de calor durante el proceso mecánico. Al no aplicar calor, se logra preservar las propiedades sensoriales, químicas y nutricionales del producto final, lo que resulta en una calidad superior. Esta técnica es particularmente relevante para materias primas sensibles al calor, como las frutas oleaginosas (ej. aguacate, aceitunas, semillas), donde las altas temperaturas podrían desnaturalizar compuestos esenciales, como los ácidos grasos insaturados, vitaminas y antioxidantes.

En el caso de la extracción de aceites vegetales, como el aceite de aguacate, el prensado en frío tiene beneficios importantes. En lugar de emplear calor, que puede acelerar la oxidación de los componentes lipídicos y generar sabores o aromas no deseados, este método garantiza que el aceite conserve su perfil nutricional original. Por ejemplo, el aceite de aguacate es rico en ácidos grasos monoinsaturados que pueden ser degradados si se aplica calor durante la extracción. Posteriormente, se inició con la preparación meticulosa de las materias primas. Primero, se seleccionó yema de huevo pasteurizada para garantizar la seguridad alimentaria y la estabilidad del producto final. La yema se midió en los volúmenes necesarios. La sal refinada se disolvió en una pequeña cantidad del líquido de la yema para evitar grumos. La solución salina se mezcló con la yema de huevo y el jugo de limón concentrado, se ajustó a las especificaciones de acidez y sabor que se buscaban. La yema de huevo, el jugo de limón y la solución salina utilizando un mezclador. El aceite de aguacate se incorporó gradualmente en un flujo continuo, controlando cuidadosamente el proceso para evitar la ruptura de la emulsión. Se utilizaron parámetros de presión y velocidad según la textura que fue requerida.

Durante la emulsificación, se monitorizó continuamente la mezcla y se realizaron ajustes finales en la sal y el jugo de limón según las especificaciones del producto y los resultados de los análisis de calidad. Cuando la mayonesa alcanzó la consistencia y estabilidad deseadas, se transfirió a las líneas de envasado. Para el control del producto, se realizaron los análisis del mismo. En la Tabla 2 se muestran los resultados de estos.

Tabla 2. Análisis del producto.

Tipo de análisis	Parámetro evaluado	Resultado
Sensorial	Aroma	Suave y cítrico
	Sabor	Suave y ácido
	Textura	Cremosa y homogénea
	Color	Amarillo tenue con sub-tonalidad verdosa
Físico	Temperatura	19°C
	Densidad	0.95 g/cm ³
Químico	pH	4.0
	Proteínas (p/c 100g)	2g
	Carbohidratos	
	Vitaminas	Predominan A, E y K
	Cenizas	1,0% del peso seco

Fuente. Autoría propia.

Se aseguró que los envases estuvieran esterilizados y fueran adecuados para el producto, implementando controles de calidad durante el envasado para garantizar un llenado preciso y la integridad del envase. Finalmente, los envases de mayonesa se almacenaron en condiciones refrigeradas para mantener la estabilidad del producto.

Figura 3. Logo del producto.



Fuente. Autoría propia.

Resultados y discusión

El desarrollo de una mayonesa de aguacate representa una innovadora alternativa dentro del mercado de aderezos saludables. Incorporar el aceite de aguacate no solo añade un sabor distinto y agradable, sino que también ofrece múltiples beneficios nutricionales. El aceite de aguacate es rico en ácidos grasos monoinsaturados, los cuales son beneficiosos para la salud cardiovascular. Además, contiene antioxidantes como la vitamina E, que contribuyen a la protección celular y el fortalecimiento inmunológico. La implementación de este producto puede satisfacer la demanda creciente de los consumidores que buscan opciones más saludables y naturales en su dieta. Al mantener las propiedades organolépticas y nutricionales del aguacate, esta mayonesa no solo mejora el perfil nutricional de los alimentos, sino que también aporta un toque gourmet a diversas preparaciones culinarias. Así la mayonesa de aguacate no solo es una opción deliciosa, sino también una contribución significativa al bienestar del consumidor.

Referencias

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s.f.). Mayonesa. Recuperado el 10 de febrero de 2025, de https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/mayonesa_tcm30-102889.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (s.f.). Aguacate, un delicioso fruto con más de 10 mil años de historia. Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/aguacate-un-delicioso-fruto-con-mas-de-10-mil-anos-de-historia>

Moreiras, O., Carbajal, A., & Cabrera, L. (2013, 14 de mayo). Tablas de composición de alimentos. Recuperado de <https://www.sennutricion.org/es/2013/05/14/tablas-de-composicion-de-alimentos>

American Association of Retired Persons (AARP). (2023, 6 de junio). 10 beneficios del aguacate para tu salud. Recuperado de <https://www.aarp.org/espanol/cocina/dieta-y-nutricion/info-02-2013/fotos-beneficios-aguacate-salud.html>

Gobierno de México. (2023). Estudio de calidad: Mayonesa y aderezos. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/880524/estudio_de_calidad_de_mayonesa_y_aderezos.pdf

González, R. (1997). Caracterización reológica de mayonesa formulada con goma guar y goma xantán (Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas.

Guilmineau, F., & Kulozik, U. (2005). Influence of a thermal treatment on the functionality of egg yolk in mayonnaise. *International Journal of Food Science and Technology*, 40(5), 487-494. Recuperado de <https://www.internationalegg.com/app/uploads/2012/01/Guilmineau-2007.pdf>

Gallegos, C., Berjano, M., & García, F. (1988). Aplicación de un modelo cinético al estudio del flujo transitorio en mayonesas. *Grasas y Aceites*, 39(4-5), 254-263.

Elaboración de un té instantáneo a base de *Origanum vulgare*, *Zingiber officinale*, y *Chamaemelum nobile* para reducir los cólicos menstruales

Pérez-Bonilla, Danna Mariana; Nava-Cuamatzi Felipa.
Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala

Media Superior

Área: Medicina y salud

Resumen

El proyecto "Meraki" se centra en la creación de un té instantáneo formulado a base de plantas medicinales de orégano (*Origanum vulgare*), jengibre (*Zingiber officinale*) y manzanilla (*Chamaemelum nobile*) las cuales son reconocidas por sus propiedades terapéuticas y medicinales. Este producto tiene como objetivo reducir los cólicos (dismenorrea) ocasionados durante la fase menstrual de la mujer. La presentación cuenta con 20 sobres de 1.5 gramos cada uno, previamente analizados a través de técnicas cuantitativas físicas y químicas, considerando las normas vigentes.

Palabras clave

Té, dismenorrea, plantas

Abstract

The "Meraki" project focuses on creating an instant tea formulated from medicinal plants such as oregano (*Origanum vulgare*), ginger (*Zingiber officinale*), and chamomile (*Chamaemelum nobile*). These plants are recognized for their therapeutic and medicinal properties. This product aims to reduce menstrual cramps (dysmenorrhea) experienced during the menstrual phase in women. The presentation includes 20 sachets, each containing 1.5 grams, which have been previously analyzed using quantitative physical and chemical techniques, adhering to current regulations.

Key Words

Tea, dysmenorrhea, colic

Introducción

Mes a mes, cinco de cada 10 mujeres en México sufren dolores agudos en el abdomen debido a su periodo menstrual (Gobierno de México, 2015). La dismenorrea provoca dificultad en el desempeño de las actividades diarias normales, siendo una de las principales causas de incapacidad laboral entre las trabajadoras. Se estima que el 50% de las mujeres han presentado dismenorrea en algún momento de sus vidas.

Marco teórico

En el mercado existen distintos tipos de té e infusiones dirigidos a este problema. Sin embargo, carecen de propiedades antiinflamatorias y nutritivas, además de contener excesos de azúcar y grasas. Meraki se centra en la salud de las mujeres, es por eso que además de reducir la dismenorrea, el producto ayuda a aliviar otros síntomas propios de la fase menstrual de la mujer, como dolor de cabeza, espasmos, náuseas, estreñimiento, entre otros. El uso medicinal de plantas y flores, a lo largo del tiempo ha resultado ser una práctica muy efectiva, conocida como medicina naturista, es una alternativa que aprovecha los compuestos activos y propiedades de las mismas, tales que permiten aliviar malestares y afecciones.

Orégano (*Origanum vulgare*): La presencia de ácidos fenólicos y flavonoides como la apigenina y la luteolina, agliconas, alcoholes alifáticos, compuestos terpénicos y derivados del fenilpropano, le otorgan propiedades antioxidantes, además de prevenir la infección vírica por contagio de alimentos (Lozano,2022).

El orégano contiene un compuesto esencial llamado carvacol, que lo hace un potente antimicrobiano, y vitaminas A, C, E y K, así como fibra, folato, hierro, magnesio, vitamina B6, calcio y potasio. Esta planta tiene la propiedad de aliviar síntomas de la indigestión, como la hinchazón y los espasmos intestinales. (Lozano,2022)

Jengibre (*Zingiber officinale*): Esta planta, tiene potentes propiedades antisépticas, expectorantes y antimicrobianas; además de un alto contenido en hierro. Puede ayudar a reducir el estrés oxidativo, que es el resultado de tener una cantidad excesiva de radicales libres en el cuerpo. Facilita la digestión: activa los movimientos intestinales y también la absorción de nutrientes. Es un afrodisíaco natural: sensibiliza las zonas erógenas del cuerpo, relaja los músculos, reduce la tensión y mejora el flujo de la sangre.

Los componentes del jengibre consisten principalmente en hidrocarburos sesquiterpénicos tales como zingibereno, curcumeno, farneseno, bisaboleno y β -sesquifelandreno. Presenta un alto contenido en flavonoides, ácido oxálico, curcumina y otros compuestos como shogaoles, gingeroles y diversos aceites esenciales. Posee cantidades apreciables de manganeso, hierro, magnesio, zinc, potasio, fósforo y calcio. Aporta también vitaminas como la vitamina C, B3, B6, B1, B2, B9 y vitamina (Apiterapia,2018).

Manzanilla (*Chamaemelum nobile*): La manzanilla cuenta con algunas propiedades principales como: poder sedante y efecto carminativo, alivia los dolores estomacales, mejora la digestión, y activa el sistema inmunológico (Gómez 2019). Dentro de los componentes de la manzanilla se encuentran los siguientes: azuleno, alfa bisabolol, ácido cafeico, ácido tánico, ácido clorogénico, umbelliferona, apigenina, herniarina, luteolina, ligeras cantidades de carotenos, vitamina C y alcohol sesquiterpénico. El alfa bisabolol es un componente al que se le atribuye una acción antiséptica, antiulcerosa y antiinfecciosa (Diario Oficial de la Federación 2024).

El proceso de elaboración del producto se rige bajo las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

NOM-073-SSA1-2015: “Etiqueta para productos herbales no regulados como medicamentos”. Esta norma establece los requisitos para la información que debe aparecer en las etiquetas de productos herbales no regulados como medicamentos, incluyendo el nombre común, nombre científico, y las indicaciones de uso, entre otros.

NOM-072-SSA1-2011: “Buenas prácticas de fabricación para productos farmacéuticos”. Aunque se enfoca en productos farmacéuticos, establece buenas prácticas que también pueden ser útiles en la elaboración de remedios medicinales, como el control de calidad, higiene y procedimientos de fabricación.

NOM-003-SSA1-2011: “Etiqueta de medicamentos”. Regula la información que debe estar en la etiqueta de los medicamentos, lo que puede ser útil para productos medicinales en términos de presentación y etiquetado.

NOM-059-SSA1-2015: “Medicamentos y productos de herbolaria”. Esta norma especifica las disposiciones para los medicamentos y productos de herbolaria, incluyendo requisitos para la fabricación, etiquetado y control de calidad.

NOM-042-SSA2-2009: “Prácticas de control y vigilancia en la producción de medicamentos”. Establece los lineamientos para el control de calidad y las prácticas de vigilancia en la producción de medicamentos, aplicables a la producción de remedios herbales.

Metodología

Secado

El secado se llevó a cabo por el método de calentamiento: Se calentó la muestra de 100gr de materia prima durante 20 minutos a 110°C, en un horno ventilado.

Trituración y molienda

Se utilizó un mortero de porcelana para 110gr de materia prima con la finalidad de reducir su tamaño (Eva Rondenas Torralba 2012).

Tabla 1. Operaciones unitarias y normas

Operaciones Unitarias	Normas
Secado	NOM-248-SSA1-2011
Triturado	NOM-007-FITO-1995
Mezclado	CODEX STAN 218-1999
Pesaje	NOM-008-SCFI-2002
Etiquetado	NOM-051-SCFI/SSA1-2010
Almacenado	NOM-251-SSA1-2009

Fuente. Autoría propia.

Resultados y discusión

En la tabla 2 se muestran los resultados de los análisis físicos en los que se determina que se realizó de manera correcta la selección de muestra, ya que son buenos datos y acorde a lo esperado.

Tabla 2. Resultados de análisis físicos

Materia prima	pH	Densidad (g/ml)	(%) de Humedad
Jengibre	6.7	1.02683	85
Manzanilla	5.8	0.1939	0.372
Orégano	7.4	0.1877	10.4

Fuente. Autoría propia.

En la tabla 3 se muestran los resultados de los análisis sensoriales, los cuales son favorables y aseguran la calidad en la selección de materia prima.

Tabla 3. Resultados de análisis sensoriales

Materia prima	Color	Olor	Sabor	Estado
Jengibre	Ocre	Cítrico	Cítrico, ácido	Sólido
Manzanilla	Amarillo verdoso	Característico de la planta	Característico de la planta	Sólido
Orégano	Verde oscuro	Característico de la planta	Amargo	Sólido

Fuente. Autoría propia.

En la tabla 4 se muestran los resultados de los análisis químicos, estos son correctos acorde a los requerimientos de las normas vigentes.

Tabla 4. Resultados de análisis químicos

Materia prima	Porcentaje de cenizas (%)	Porcentaje de acidez (%)
Jengibre	5.5%	0.54%
Manzanilla	9.2%	4.47%
Orégano	7.8%	1.68%

Fuente. Autoría propia.

El producto obtenido es un té instantáneo destinado a reducir los cólicos menstruales en las mujeres mexicanas mayores de 12 años. La presentación del producto es una caja de color blanco, con el logo propio que cuenta en su interior con 10 sobres de 1 gramo cada uno. Cada sobre se encuentra compuesto por un 30% de orégano, 30% de jengibre y un 30% de manzanilla.

El mercado actual presenta una carencia de productos con las propiedades antiinflamatorias y nutritivas necesarias para abordar eficazmente este problema. "Meraki" responde a dicha necesidad, formulando un producto respaldado por estudios científicos. Desde el punto de vista técnico, el proyecto cumple con los estándares de calidad y seguridad establecidos, y su viabilidad financiera está garantizada debido a los costos competitivos de los insumos. Asimismo, su impacto social es significativo, al mejorar la calidad de vida de las mujeres que padecen dismenorrea. Además, el uso de materiales biodegradables en su empaque contribuye a la sostenibilidad ambiental.

Advertencias y efectos secundarios

La manzanilla se considera segura. El efecto secundario más probable es una reacción alérgica, sobre todo en personas que son alérgicas a la ambrosía o a los girasoles. Esta reacción alérgica puede incluir irritación de la piel y de los ojos, estornudos y secreción nasal excesiva (rinorrea). Cuando se toma por vía oral: El jengibre es seguro. Puede causar efectos secundarios leves que incluyen acidez. Tomar dosis más altas de 5 gramos al día aumenta el riesgo de efectos secundarios. En el caso del orégano una sobredosificación ocasiona en algunos casos alteraciones nerviosas, somnolencia, excitación cardíaca, agitación e hiperestesia o exageración de los estímulos táctiles.

Impacto ambiental

Los desechos generados por "Meraki" son mayormente orgánicos ya que se derivan de plantas y especies vegetales, por lo tanto, es un índice bajo de contaminación la cual sería ocasionada únicamente por la envoltura del té (hecha a base de papel poroso) y por el empaquetado de cartón. El cartón es un material que se compone básicamente de celulosa. Así, el papel y el cartón se definen como materiales biodegradables, lo cual implica que su proceso de descomposición sucede de forma natural, gracias a la actividad de elementos biológicos como las bacterias.

Es decir, con el tiempo, los microbios descomponen las fibras del cartón y las convierten en partículas de tierra. El papel poroso tarda de dos a doce meses en degradarse y por lo tanto en comparación con otros grupos de residuos que habitualmente producimos, el papel cuenta con un período de degradación relativamente bajo. Aunque, si bien es cierto que la rapidez con la que se vaya a descomponer la pieza de cartón depende de factores variables como el tipo de cartón o el clima del entorno, el cartón y el papel se degradan aproximadamente en un período de un año. El cartón es uno de los materiales que menos tarda en degradarse. De este modo, el cartón es, en aumento, una de las preferencias para muchas empresas a la hora de elegir un material con el que empaqueta de residuos que habitualmente producimos, el papel cuenta con un período de degradación relativamente bajo.

Aunque, si bien es cierto que la rapidez con la que se vaya a descomponer la pieza de cartón depende de factores variables como el tipo de cartón o el clima del entorno, el cartón y el papel se degradan aproximadamente en un período de un año. El cartón es uno de los materiales que menos tarda en degradarse. De este modo, el cartón es, en aumento, una de las preferencias para muchas empresas a la hora de elegir un material con el que empaquetar sus productos. También, cada vez más, los compradores concienciados con sus productos. También, cada vez más, los compradores concienciados con el bienestar medioambiental se inclinan por consumir productos envasados con materiales biodegradables, y de esta manera, contribuir a reducir la producción de residuos no biodegradables, que pueden llegar a tardar más de 150 años en descomponerse, y minimizar así la huella ecológica de la sociedad sobre el medioambiente.

Conclusiones

El proyecto "Meraki" representa una propuesta integral que combina rigor científico, tradición herbolaria y un enfoque sostenible para ofrecer una solución natural y efectiva al problema de la dismenorrea, una afección que afecta a una gran parte de la población femenina. A través de la formulación de un té instantáneo. El desarrollo de "Meraki" se apoya en una investigación exhaustiva de las propiedades medicinales de estas plantas, cuyos beneficios antiinflamatorios, analgésicos y calmantes están ampliamente documentados. Además, el proyecto ha sido diseñado con base en normativas vigentes, que garantizan un proceso de producción que cumple con los más altos estándares de calidad y seguridad. Estas normativas, sumadas a un proceso técnico cuidadosamente estructurado, aseguran que el producto final no solo sea seguro para el consumo, sino también eficiente en el cumplimiento de su propósito medicinal. Finalmente, los análisis sensoriales, físicos y químicos realizados a los ingredientes que conforman el té Confirman la eficacia de "Meraki" en la reducción de los síntomas menstruales, en particular los cólicos.

Referencias

- Arteaga, S. C. (2019). Propiedades del jengibre. Sociedad Colombiana de Arteaga.
- González, J. S. (2023). Productos a base de plantas medicinales en México: Requerimientos regulatorios y recomendaciones para su uso.
- Gobierno de México. (2015). ¿Qué es la dismenorrea? Recuperado de <https://www.gob.mx/salud/articulos/que-es-la-dismenorrea>
- Magaly, G. U. (2019). La manzanilla y sus propiedades medicinales.
- Yáñez, N. B. (2010). Prevalencia y factores asociados a dismenorrea en estudiantes de ciencias de la salud.
- Diario Oficial de la Federación. (2024). Normas Oficiales Mexicanas. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/#qs=fab=0>
- Lozano, C. C. (2022). El orégano: Propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes.
- Eva, R. T. (2012). Muestreo y operaciones unitarias de laboratorio.

CAPITULO IV

NIVEL SUPERIOR

Trashfinder: Aplicación móvil para el seguimiento de camiones de basura

Sánchez-Cuapio, Ivan Jesús; Conde-Camacho, Julián; García-Pozos, Gabriela. Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Superior

Área: Ciencias Sociales y Humanidades

Resumen

Este proyecto busca desarrollar una aplicación móvil para el seguimiento en tiempo real de camiones de basura, permitiendo a los ciudadanos visualizar su ubicación en un mapa. Los operadores enviarán su posición actualizada cada minuto, facilitando una disposición eficiente de residuos, reduciendo el ruido ambiental por bocinas de aviso y optimizando el tiempo de parada, las rutas, el combustible y los recursos humanos. Esto mejorará la satisfacción ciudadana al permitir una mejor gestión de residuos según la llegada de los camiones.

La aplicación se desarrollará con Ionic Framework, Google Maps API para mapas y Firebase Realtime Database para la sincronización en tiempo real. El proyecto incluye las fases de requisitos, diseño, desarrollo y despliegue, garantizando la disponibilidad y actualización continua.

Esta solución no solo incrementará la eficiencia y sostenibilidad del servicio de recolección, sino que también reducirá el ruido ambiental, mejorando la calidad de vida de la comunidad. Al integrar tecnologías modernas y un enfoque centrado en el usuario, este proyecto tiene el potencial de generar un impacto positivo significativo.

Palabras clave

Aplicación Móvil, GPS, Recolección, Basura, Optimizar.

Abstract

This project aims to develop a mobile application for real-time tracking of garbage trucks, allowing citizens to view their location on a map. Operators will update their position every minute, enabling efficient waste disposal, reducing noise from warning horns, and optimizing stop times, routes, fuel, and human resources. This will enhance citizen satisfaction by allowing better waste management based on the arrival of the trucks.

The application will be developed using Ionic Framework, Google Maps API for maps, and Firebase Realtime Database for real-time synchronization. The project includes requirements, design, development, and deployment phases, ensuring continuous availability and updates.

This solution will not only increase the efficiency and sustainability of the waste collection service but also reduce environmental noise, improving the community's quality of life. By integrating modern technologies and a user-centered approach, this project has the potential to generate a significant positive impact.

Key Words

App, GPS, Recollection, Garbage, Optimize.

Introducción

La recolección de basura es uno de los servicios públicos más importantes en las comunidades. Un sistema eficiente de recolección no solo garantiza la limpieza de los espacios comunes y de los hogares, sino que también contribuye a la salud pública al prevenir la acumulación de desechos que puedan generar focos de infección, contaminación ambiental y problemas de saneamiento. Sin embargo, la gestión de este servicio enfrenta varios retos, como la puntualidad en la recolección, la optimización de rutas y la transparencia en el servicio.

En este contexto, la tecnología juega un papel fundamental para mejorar la eficiencia de los sistemas de recolección de residuos. El uso de aplicaciones móviles que permiten a los ciudadanos conocer la ubicación y el recorrido de los camiones de basura es una solución innovadora para estos problemas. Con el monitoreo en tiempo real de las unidades recolectoras, es posible optimizar la recolección, reducir tiempos de espera y mejorar la comunicación entre los usuarios y los operadores del servicio.

Marco teórico

Las ciudades generan grandes cantidades de residuos diariamente, lo que requiere sistemas eficientes para recolectar, transportar y disponer de esos desechos (Wilson et al., 2015). Los gobiernos locales son responsables de implementar estrategias que aseguren la limpieza y el orden en las zonas urbanas. La recolección de residuos sólidos urbanos (RSU) es un desafío fundamental para las ciudades modernas. La creciente urbanización y el incremento de residuos generan una presión significativa sobre los sistemas de gestión de residuos, que requieren cada vez más innovaciones para mejorar su eficiencia y minimizar el impacto ambiental (Su, Zhang, & Yang, 2019).

Los sistemas tradicionales de recolección de basura enfrentan múltiples desafíos, como la falta de planificación adecuada de rutas, la sobrecarga en los puntos de recolección y los elevados costos operativos (Guerrero, Maas, & Hogland, 2013).

La acumulación de residuos puede generar impactos negativos en la salud pública y el medio ambiente, como la proliferación de vectores de enfermedades y la contaminación del aire. La gestión inteligente de residuos (Smart Waste Management) incorpora tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia en la recolección y manejo de desechos. Esto incluye sensores en contenedores que alertan sobre el nivel de llenado, sistemas de GPS para el rastreo de vehículos y algoritmos para optimización de rutas (Beliën, De Boeck, & Van Ackere, 2014).

Las aplicaciones móviles que permiten el monitoreo en tiempo real de los camiones de basura son un componente clave de los sistemas de ciudades inteligentes (Marr, 2018). Estas soluciones brindan mayor transparencia y eficiencia al servicio, permitiendo a los ciudadanos y operadores conocer la ubicación exacta de los vehículos y optimizar la gestión de residuos.

El uso de aplicaciones móviles para monitorear servicios públicos ha demostrado ser efectivo en otros sectores, como el transporte público y la energía. En este contexto, su adopción en la gestión de residuos puede mejorar la satisfacción del usuario y reducir los costos operativos (Baumgartner, 2019).

Los sistemas de posicionamiento global (GPS) permite determinar la ubicación exacta de un objeto en movimiento mediante señales satelitales. Su uso en la recolección de residuos permite rastrear la posición de los camiones en tiempo real, mejorando la planificación y reduciendo la duplicación de recorridos (Kaplan & Hegarty, 2005).

Los sistemas GPS ya se utilizan ampliamente para el control de flotas en diversos sectores, como el transporte de mercancías y servicios de emergencia. En el contexto de la recolección de basura, el uso de esta tecnología permite optimizar rutas y realizar un seguimiento preciso del rendimiento de las unidades (Wang et al., 2017). La participación activa de los ciudadanos a través del uso de aplicaciones móviles puede mejorar la calidad del servicio, proporcionando retroalimentación en tiempo real y ajustando las expectativas de los usuarios respecto a los horarios y rutas de recolección (Klafft & Ziegler, 2016). El diseño de la aplicación debe considerar la accesibilidad y facilidad de uso, adaptándose a usuarios con diferentes niveles de alfabetización tecnológica. Los principios de simplicidad, claridad y navegación intuitiva son fundamentales para maximizar su adopción (Nielsen, 1994). Al permitir a los ciudadanos ver la ubicación exacta de los camiones, se incrementa la transparencia del servicio, generando mayor confianza en los operadores del sistema y facilitando la supervisión ciudadana (Cook & White, 2016).

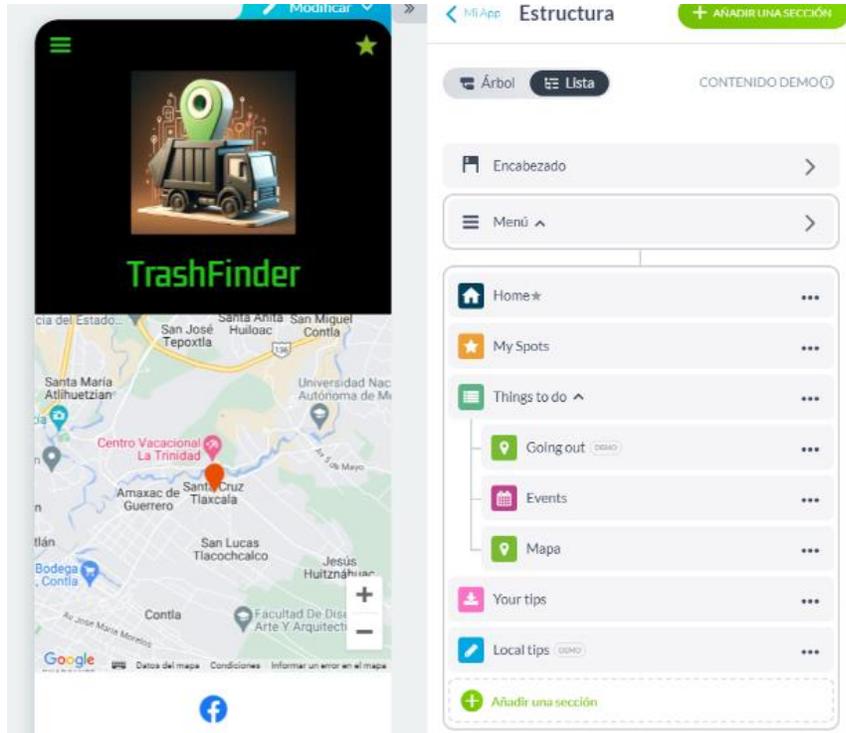
Metodología

Para el desarrollo de la aplicación móvil, los requerimientos funcionales incluyen características específicas como el seguimiento en tiempo real de los camiones, notificaciones de proximidad y planificación de rutas.

Los requerimientos no funcionales abarcan aspectos de usabilidad, seguridad, escalabilidad y rendimiento. Para ello se debe crear una interfaz intuitiva y atractiva que permita a los usuarios visualizar la ubicación de los camiones

de basura en tiempo real, recibir notificaciones y acceder a información relevante sobre la recolección de residuos como se muestra en la figura 1

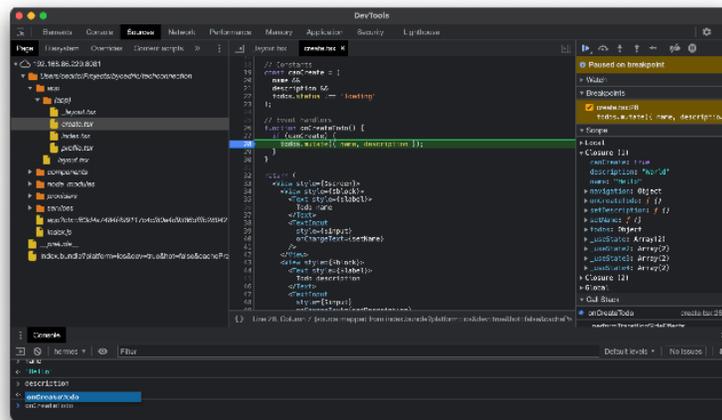
Figura 1. Interfaz.



Fuente. Autoría propia.

También, se debe definir la estructura de los componentes de software, bases de datos y la integración con tecnologías de geolocalización y optimización de rutas. Por lo que se debe integrar al proyecto las aplicaciones necesarias para cubrir esos requerimientos (Figura 2).

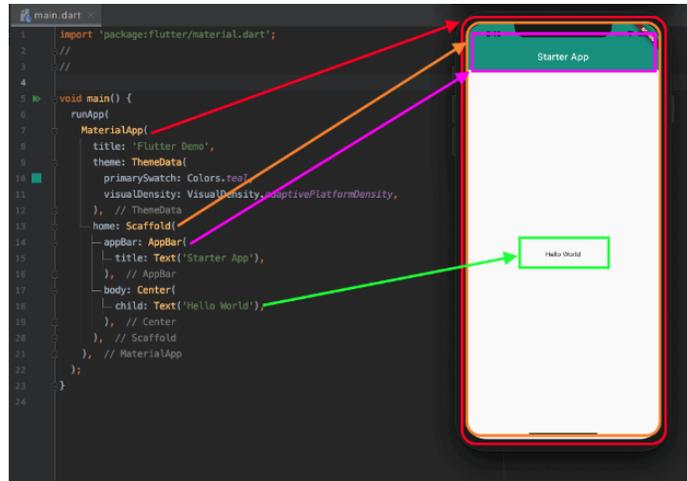
Figura 2. Complementos.



Fuente. Autoría propia.

Las tecnologías empleadas son HTML, CSS y JavaScript, con frameworks React Native para asegurar la compatibilidad con dispositivos Android y iOS. Se priorizará el desarrollo de funcionalidades clave, seguidas de pruebas y mejoras iterativas (Figura 3).

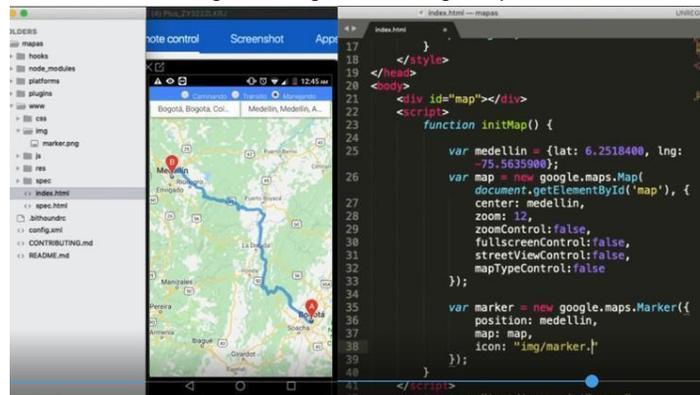
Figura 3. Front End Aplicación.



Fuente. Autoría propia.

Se integra la API de geolocalización, de Google Maps, para rastrear y mostrar la ubicación de los camiones de basura en tiempo real. Se integra un sistema de notificaciones push que alerte a los usuarios sobre la proximidad de los camiones y los horarios de recolección. Esto permitirá una gestión eficiente y proactiva de la disposición de residuos (Figura 4).

Figura 4. Integración de Google Maps.



Fuente. Autoría propia.

Se desarrollan pruebas unitarias para verificar que cada componente de la aplicación funcione correctamente de manera individual. Así mismo, pruebas de integración para asegurar que los componentes funcionen sin problemas y pruebas de usuario final, para obtener retroalimentación de usuarios reales para identificar y corregir problemas de usabilidad y funcionalidad (Figura 5).

Figura 5. Pruebas de usuario.



Fuente. Autoría propia.

Resultados y discusión

El desarrollo del proyecto resultó en tres aplicaciones móviles interconectadas para su evaluación en campo. Para esta primera fase se ha colocado un dispositivo móvil con la aplicación, en dos camiones recolectores y otro para un usuario en su casa habitación. La aplicación para los camiones recolectores, permite rastrear y actualizar la ubicación en tiempo real, optimizar las rutas basadas en el tráfico y las condiciones del camino, y registrar eventos importantes como recolecciones y retrasos. Por su parte, la aplicación para usuarios residentes muestra la ubicación y ruta del camión en un mapa interactivo, envía notificaciones cuando el camión está cerca y sobre cambios en el horario, y ofrece una interfaz amigable para configurar preferencias de notificación y acceder al historial de recolección.

Figura 6. APP TrashFinder.

Fuente. Autoría propia.



Conclusiones

El desarrollo de las aplicaciones ha permitido visualizar una mejora significativa en la eficiencia del servicio de recolección de basura. La integración de tecnologías de geolocalización y notificaciones en tiempo real ha facilitado la comunicación entre los conductores de los camiones recolectores, los residentes y los administradores. Esto ha resultado en una reducción del tiempo de espera para los usuarios, una optimización de las rutas de recolección y una gestión más eficaz de los recursos. Los resultados obtenidos demuestran que el uso de aplicaciones móviles puede contribuir significativamente a la modernización y mejora de los servicios públicos.

Referencias

- Al-Khatib, I. A., Arafat, H. A., Daoud, R., & Shwahneh, H. (2010). An assessment of the municipal solid waste management system in a Palestinian refugee camp. *Waste Management*, 30(4), 557-562. <https://doi.org/>
- Baumgartner, R. J. (2019). Municipal solid waste management in the digital era. *Journal of Cleaner Production*, 216, 1264-1275. <https://doi.org/>
- Beliën, J., De Boeck, L., & Van Ackere, J. (2014). Municipal solid waste collection and management problems: A literature review. *Transportation Science*, 48(1), 78-102. <https://doi.org/>
- Cook, W. D., & White, E. (2016). Trust in public services: Evaluating the effectiveness of waste collection. *Public Management Review*, 18(4), 547-567. <https://doi.org/>
- Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 33(1), 220-232. <https://doi.org/>
- Klaftt, M., & Ziegler, S. (2016). Smart citizen apps for municipal waste collection systems: A user-centered design approach. *Journal of User Experience*, 11(2), 75-89. <https://doi.org/>
- Su, Y., Zhang, Z., & Yang, Z. (2019). Smart waste management for smart cities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10), 1722. <https://doi.org/>
- Wang, Y., Zhang, X., & Jin, L. (2017). Vehicle routing problems for municipal waste collection based on reliable GPS data. *International Journal of Environmental Science and Development*, 8(5), 297-301. <https://doi.org/>
- Wilson, D. C., Velis, C. A., & Cheeseman, C. (2015). Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. *Habitat International*, 30(4), 797-808. <https://doi.org/>

Sistema tecnológico para detección de escoliosis y defectos posturales en miembros inferiores

Melitón-Silvestre Jesús; Vázquez-Rivera, Alexis; Montes-Contreras, Luis Ángel; Vázquez-Carrasco, Yenni; Ramos-Aguilar, Ricardo.

Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Superior

Área: Mecatrónica

Resumen

El presente proyecto tiene como propósito describir el funcionamiento de un sistema para detectar el grado de escoliosis en forma de C en cualquier persona siendo esta la curvatura anormal de la espina dorsal además de conocer la alineación de las rodillas con la vertical ya que de no estar alineada provoca estrés para todo el conjunto articular ocasionando dolor, conocido también como genu varo y genu valgo.

El proyecto se trabajó en colaboración con el Centro de Rehabilitación Integral de Apizaco (CRI), donde profesionales en el área de salud colaboraron fuertemente, en el desarrollo del sistema con la identificación de los puntos en los que se debe colocar los sensores (giroscopios) para una medición exacta, posteriormente a ello se realizó un algoritmo para ser programado en el microcontrolador y así medir el grado de desalineación en la columna y en las extremidades inferiores. Para la visualización de estos datos se diseñó una interfaz en un dispositivo móvil para su fácil interpretación por parte del terapeuta. Los resultados obtenidos fueron validados por medio de estudios de rayos x de pacientes que acuden al CRI y padecen este tipo de enfermedades.

Palabras clave

Escoliosis, Genu varo, Genu valgo, Columna, Grados de desviación, Diagnóstico Médico.

Abstract

The objective of this document is to describe the operation of a system to detect the degree of C-shaped scoliosis in any person, this being the abnormal curvature of the spine in addition to knowing the alignment of the knees with the vertical since if it is not Alignment causes stress for the entire joint, causing pain, also known as genu varus and genu valgus.

The project was worked in collaboration with the Apizaco Comprehensive Rehabilitation Center (CRI), where professionals in the health area collaborated strongly in the development of the system with the identification of the points where the sensors (gyroscopes) should be placed. For an exact measurement, subsequently an algorithm was created to be programmed into the microcontroller and thus measure the degree of misalignment in the spine and lower extremities. To display these data, an interface was designed on a mobile device for easy interpretation by the therapist. The results obtained were validated through x-ray studies of patients who come to the Center and suffer from this type of diseases.

Key Words

Scoliosis, Genu varus, Genu valgus, Column, Degrees of deviation, Medical Diagnosis.

Introducción

La escoliosis es la deformidad del esqueleto axial en el plano anteroposterior. Incluye deformidad tridimensional con rotación vertebral y puede acompañarse de alteraciones en el plano sagital. Para que se considere escoliosis debe tener más de 10º de desviación (Álvarez & Nuñez, 2011). De acuerdo con Weiss (2004), El periodo de gran crecimiento se

produce en la pubertad (a partir de los 11 años) y una desviación de más de 25° sin tratamiento puede progresar del tal modo que en pocos meses esté indicada una intervención quirúrgica.

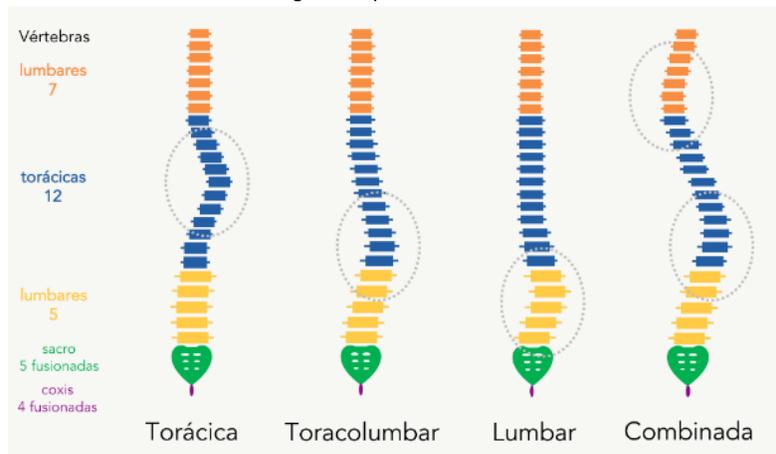
Las desviaciones de columna y de rodilla traen como consecuencia sobrecarga, dolor, y empeoran a medida que transcurre el tiempo, afectando la salud en general. Cuando la columna vertebral esta desalineada, puede traer consigo diversas afecciones al cuerpo humano como lo es el cerebro, pulmones, corazón, sistema nervioso, y hasta la salud mental, ocasionando la muerte (Lau, 2018), por tanto, es de suma importancia diagnosticarse a temprana edad para mejorar las condiciones y calidad de vida de los pacientes, principalmente en niños de entre 5 y 11 años de edad.

Con la ayuda del Centro de Rehabilitación Integral de Apizaco, se realizaron capacitaciones al personal y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica con el propósito de desarrollar un sistema tecnológico que ayudará a diagnosticar de una manera fácil, rápida y oportuna en tiempo real. Por lo que este proyecto se enfoca en desarrollo de un sistema tecnológico para determinar el grado de desviación de la columna y miembros inferiores.

Marco teórico

La escoliosis al ser una deformidad morfológica tridimensional de la columna vertebral, no existe una uniformidad en la pauta a seguir (Sastre, 2006), por tanto, se debe identificar su tipo, como se muestra en la figura 1. La evaluación del tipo de escoliosis es en función de la edad, o de la localización (Álvarez, et al, 2009).

Figura 1. Tipos de escoliosis.



Fuente. RIE, 2024

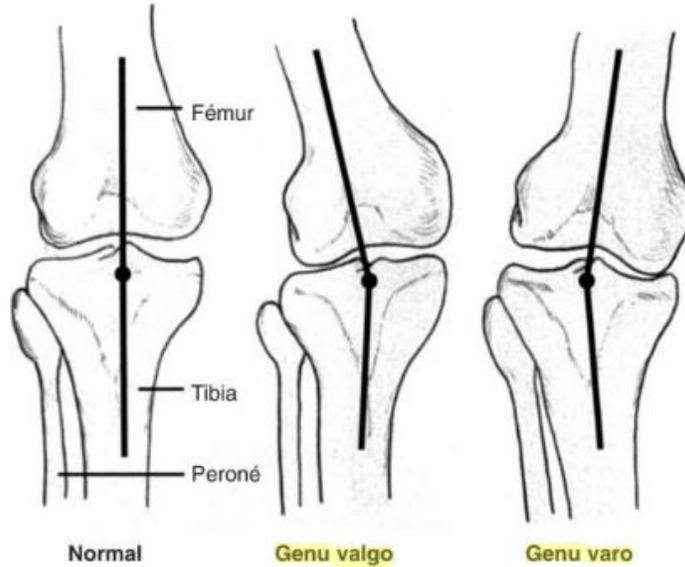
Para determinar si una persona tiene escoliosis se inicia con el “Test de Adams” que consiste en hacer una inclinación hacia adelante con los pies juntos, las rodillas extendidas y los brazos caídos, entonces el terapeuta debe visualizar de manera alineada con las escápulas de forma simultánea a la flexión del tronco. Se considera positivo cuando aparece una giba a nivel dorsal o lumbar y se termina el tipo de escoliosis. Existen varios métodos para medir las curvaturas escolióticas o de columna, y el más utilizado es el ángulo de Cobb, sobre una radiografía el cual permite determinar el ángulo que forman las vértebras más inclinadas y saber el grado de desviación (Sastre, 2006). Utilizaremos El ángulo de Cobb para comprobar la eficacia del funcionamiento del proyecto.

Por otro lado, la fuerza parcial soportada por los miembros inferiores en un eje transversal durante cambios de dirección parece ser determinante para la aparición de lesiones de rodilla también conocidos como el genu varo y genu valgo. (Feria, et al, 2014).

Las deformidades en el cuerpo como en la columna y rodillas son desviaciones que transfieren la carga del peso normal de manera incorrecta ocasionando dolor y el deterioro del comportamiento interno en el cuerpo, lo que puede llevar a otro tipo de enfermedades, como hipertensión, colesterol, diabetes, y hasta el funcionamiento de riñones e hígado, y al detectarse a temprana edad con un tratamiento adecuado puede mejorar la calidad de vida del paciente (Lau, 2018).

Por otro lado; El eje mecánico del miembro inferior está dado por una línea que va desde el centro de la cabeza femoral al centro de la articulación del tobillo, como se muestra en la figura 2 y cuando por diferentes causas la rodilla queda fuera del eje miembro se considera como genu varo; en cambio si la alteración deja la rodilla por dentro del mismo la deformidad se denomina genu valgo (Dr. Firpo, 1991).

Figura 2. Desviaciones en rodilla.



Fuente. Sahrman, 2005

Es importante mencionar que los especialistas realizan visitas a escuelas primarias para poder detectar este tipo de padecimientos a simple vista y de acuerdo a su experiencia ellos determinan si es necesario realizar estudios de radiografía para validar y dar un seguimiento oportuno, haciendo el proceso tardío y costoso.

Metodología

Se realizaron capacitaciones por fisioterapeutas del Centro de Rehabilitación Integral de Apizaco, para poder conocer estos padecimientos, así como identificar los puntos de colocación de los sensores como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Determinación de la ubicación de sensores.



Fuente. Autoría propia, 2024.

Posteriormente se realizaron los cálculos matemáticos para programar el algoritmo lo que el siguiente paso fue desarrollar una aplicación móvil que tiene como objetivo mostrar los datos generales del paciente y el grado de desviación para la detección de escoliosis y defectos posturales en miembros inferiores de una manera amigable para el usuario, como se aprecia en la figura 4.

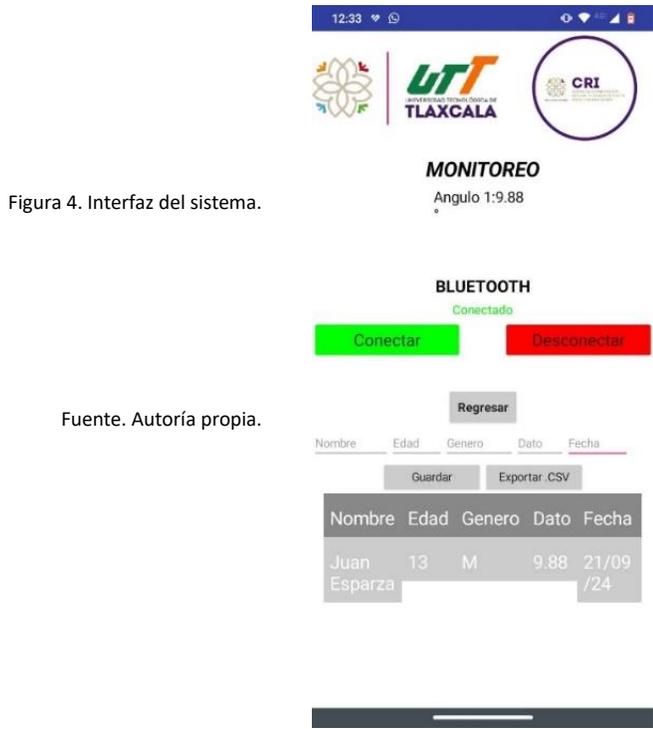
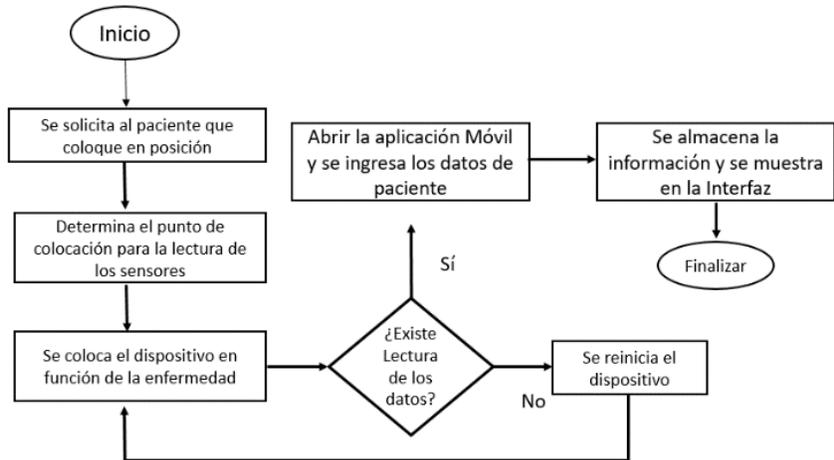


Figura 4. Interfaz del sistema.

Fuente. Autoría propia.

En la figura 5 se muestra un diagrama a bloques del funcionamiento del sistema en el primero se solicita al paciente que se coloque en posición y posterior a ello el especialista determina el punto de colocación para la lectura de los sensores y se coloca el dispositivo según la enfermedad que se desea conocer, se abre la aplicación móvil y se ingresan los datos necesarios del paciente siendo el nombre completo, género, y la edad. La fecha y el grado de desviación lo da el sistema, en caso de que no exista lectura se reinicia el dispositivo hasta que haya lectura de los datos y una vez conocido el grado de desviación se almacena y se muestra en la Interfaz y con esto finalizamos el funcionamiento del sistema.

Figura 4. Diagrama de funcionamiento del sistema.



Fuente. Autoría propia, 2024.

Resultados

Se validaron los resultados obtenidos por los sensores con pacientes que padecen este tipo de enfermedades y que además cuentan con resultados de radiografía, por medio del método de Cobb para comparar y comprobar el funcionamiento del prototipo obtenido una exactitud en grados de desviación. En la figura 5, se muestra un ejemplo de radiografía del paciente que parece a un costado mismo que tiene 10° de escoliosis tipo C, y con quién se validó el funcionamiento del sistema.

Figura 6. Validación de prototipo.



Fuente. Autoría propia, 2024.

Conclusiones

Por último, es importante señalar que este tipo de mediciones es estimado por el especialista de acuerdo a su experiencia con la vista y en caso de ser necesario se solicitaba estudios de radiografía para asegurar el diagnóstico, pero esto genera costos elevados para el paciente además de ser tardados por lo que con el desarrollo de este sistema los datos son adquiridos en tiempo real sin costos adicionales, siendo un beneficio para la revisión escolar en los niños de educación básica, así como para los terapeutas que realizan esta actividad.

Referencias

- Álvarez, G. G., & Núñez, G. A. (2011). Escoliosis idiopática. *Pediatría Atención Primaria*, 13(5), 135-146.
- Álvarez, M. M., Aguilar, N. J., N., L. A., & L., M. C. (2009). Evaluación de la escoliosis idiopática juvenil y del adolescente. *Rehabilitación*, 43(5), 270-275.
- Feria, M. A., De Hoyo, L. M., Romero, B. S., Mateos, C. J., & De Borja, S. F. (2014). Varo y valgo de rodilla en cambios de dirección como factor de riesgo de lesión. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 25(2), 176-177.
- Firpo, C. A. (1991). *Manual de ortopedia y traumatología*. Eunate Ediciones, S.A.
- Grossman, T. W., Mazur, J. M., & Cummings, R. J. (1995). An evaluation of the Adams forward bend test and the scoliometer in a scoliosis screening setting. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 15(5), 535-538.
- Lau, K. D. (2018). *Su plan para la prevención y tratamiento natural de la escoliosis* (ISBN: 9789210994488). Estados Unidos de América.
- Sahrmann, S. A. (2005). *Diagnóstico y tratamiento de las alteraciones del movimiento*. Editorial Paidotribo.
- Sastre, F. S. (2006). *Método de tratamiento de las escoliosis, cifosis y lordosis*. Publicaciones i Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Souchard, P. M. (2002). *Escoliosis: Su tratamiento en fisioterapia y ortopedia*. Editorial Médica Panamericana S.A.

Semáforo de Inquietud para fortalecer la comunicación e interacción en niños con trastorno del espectro autista

Dávila-Marcial, Roxana Rubí; Hoyos-Cartamin, Ziannya Ixoye; Daza-Teacalco, María Candelaria; Gutierrez-AtecpanecatI, Jonathan.
Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Superior

Área: Ciencias Sociales y Humanidades

Resumen

Este proyecto busca mejorar la comunicación entre niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA) y sus cuidadores mediante un sistema interactivo desarrollado en colaboración con el Centro de Rehabilitación Integral de Apizaco y la Universidad Tecnológica de Tlaxcala. El sistema utiliza un "semáforo de inquietud" que muestra pictogramas de emociones (alegría, enojo, tristeza) y necesidades básicas (comer, ir al baño). Incorporando botones espaciados para facilitar la motricidad y colores adaptados a las preferencias sensoriales de los niños, se facilita la expresión de sentimientos y necesidades, mejorando la interacción con padres y terapeutas.

El diseño del sistema se basó en encuestas a padres para identificar las emociones y necesidades más comunes, asegurando que las soluciones sean prácticas y efectivas. Esta herramienta contribuye a la inclusión social de los niños con TEA al permitirles comunicarse de manera clara y eficiente, reduciendo barreras en su entorno social. Además, el proyecto se alinea con el Objetivo 10 de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, que promueve la reducción de desigualdades, al ofrecer una solución innovadora que fomenta la equidad y la inclusión en la sociedad.

Palabras clave

TEA, Tecnología asistiva, Comunicación, Inclusión social, Infantes.

Abstract

This project aims to improve communication between children with Autism Spectrum Disorder (ASD) and their caregivers through an interactive system developed in collaboration with the Integral Rehabilitation Center of Apizaco and the Technological University of Tlaxcala. The system features a "discomfort traffic light" displaying pictograms of emotions (happiness, anger, sadness) and basic needs (eating, using the bathroom). By incorporating spaced buttons to facilitate motor skills and colors adapted to children's sensory preferences, it enables them to express their feelings and needs, enhancing interactions with parents and therapists.

The system's design was based on surveys conducted with parents to identify the most common emotions and needs, ensuring practical and effective solutions. This tool contributes to the social inclusion of children with ASD by allowing them to communicate clearly and efficiently, reducing barriers in their social environment. Additionally, the project aligns with Goal 10 of the United Nations 2030 Agenda, which promotes reducing inequalities by offering an innovative solution that fosters equity and inclusion in society.

Key Words

TEA, Tecnología asistiva, Comunicación, Inclusión social, Infantes.

Introducción

La Asamblea General de la ONU adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción orientado a beneficiar a las personas, el planeta y la prosperidad. Dentro de los 17 objetivos propuestos en esta agenda, el objetivo 10 se centra en la "Reducción de las desigualdades". Una de las metas específicas de este objetivo, la 10.2, establece que para 2030 se debe "potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición" (Mora, 2024).

En este contexto, la Universidad Tecnológica de Tlaxcala (UTT) se compromete a contribuir significativamente a la sociedad mediante proyectos tecnológicos aplicados, particularmente en el ámbito de la inclusión social. El proyecto tiene como objetivo mejorar la comunicación y expresión emocional de niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA), un colectivo que enfrenta múltiples barreras para su inclusión social. El proyecto busca desarrollar un "Semáforo de Inquietud", utilizando dispositivos tecnológicos que faciliten la comunicación de los niños con TEA. Actualmente, en el Centro de Rehabilitación Integral (CRI) de Apizaco, se tiene identificada una población de 800 niños con autismo que enfrentan dificultades en la comunicación verbal y no verbal.

Este sistema permitirá a los niños expresar de manera más clara sus emociones y necesidades básicas, promoviendo su inclusión en la sociedad y mejorando su interacción con familiares, terapeutas y educadores. Al contribuir a la mejora de la comunicación de estos infantes, el proyecto se alinea con el Objetivo 10 de la Agenda 2030, que promueve la reducción de desigualdades y la inclusión social de personas con discapacidad. Este esfuerzo refleja el alto compromiso de la UTT con el bienestar y desarrollo integral de la comunidad, no sólo en términos de avance tecnológico, sino también en la creación de un entorno más inclusivo y accesible para todos.

Marco teórico

El desarrollo de un sistema tecnológico para fortalecer la comunicación en niños con Trastorno del Espectro Autista en el Centro de Rehabilitación Integral se presenta como una iniciativa para mejorar las habilidades comunicativas de este grupo poblacional. En este marco se realizaron investigaciones exhaustivas con el objetivo de familiarizarse con las características y necesidades específicas de los niños con TEA, así como la efectividad de diversas herramientas tecnológicas en facilitar su comunicación. Estas investigaciones también subrayan la relevancia de integrar tecnologías adaptativas en el proceso educativo y terapéutico para lograr una mayor inclusión. (Yunta et al., 2006).

Estas investigaciones han permitido identificar las dificultades comunes que enfrentan los niños con TEA en su comunicación verbal y no verbal, así como la relevancia de proporcionarles herramientas efectivas que les ayuden a expresarse y relacionarse de manera más adecuada. El presente marco teórico se enfocará en explorar las bases teóricas relacionadas con la comunicación en niños con TEA, así como en analizar el impacto positivo que puede tener el uso de tecnologías adaptadas a sus necesidades dentro del entorno del CRI (Trastornos del Espectro Autista, s.f.).

La palabra "autismo" viene del término griego "autos", que significa "por sí mismo". Los niños con un trastorno del espectro autista generalmente están ensimismados y parecen vivir en un mundo privado en el que tienen una habilidad limitada de comunicarse y de interactuar bien con los demás. Quizás tengan dificultades en el desarrollo del lenguaje y para entender lo que otros les dicen. A menudo también tienen problemas con la comunicación no verbal, como los gestos con las manos, el contacto visual y las expresiones faciales.

En México existen estancias especiales para el desarrollo de estos niños; la Clínica Mexicana de Autismo (CLIMA) se dedica a desarrollar estudios, investigaciones y programas académicos para apoyar las necesidades de aprendizaje de los niños con espectro autista; los principales problemas que enfrentan son: dificultades para comunicarse (comunicación verbal y no verbal). Algunos no llegan a desarrollar ningún tipo de lenguaje, no hablan ni son capaces de comunicarse con expresiones o gestos; otros/as sí hablan, pero la forma y el contenido de su discurso no es adecuado y tienden a repetir palabras o frases o a ignorar a su interlocutor (Del Pilar Medina Alva et al., 2015).

En México no se cuenta con datos de prevalencia basados en investigación epidemiológica. Son pocas las instituciones que realizan una recolección adecuada de tales datos; actualmente en nuestro país las estadísticas ofrecidas por el INEGI no son bien aceptadas por la mayoría de los expertos en el tema, ya que este instituto ofrece una

cifra de casi 5,000 niños con autismo en territorio nacional, mientras que la tendencia mundial es de 1 en cada 160 niños con cierto grado de autismo (Alcalá, G. C., & Ochoa Madrigal, M. G. 2022). Cabe destacar que el autismo tiene una mirada legislativa, hasta 46% de los niños afectados son víctimas de acoso escolar, bajo una conducta repetitiva e intencional, a efecto de intimidar, someter, amedrentar o atemorizar, emocional o físicamente, a la persona (bullying), según datos de la OMS. En México, la Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal (CDHDF) señaló que el autismo ha sido concebido a partir del modelo médico de la discapacidad. Por lo que considera necesario dejar de limitar el tema de la discapacidad a la atención de las deficiencias, y contemplar la modificación de entornos a partir de las necesidades específicas de cada persona, para lograr su inclusión social (Trastornos del Espectro Autista: Problemas de Comunicación En los Niños, s. f.-a).

La tecnología asistiva juega un papel fundamental en mejorar la comunicación y las habilidades sociales de los niños con TEA. herramientas como los sistemas de Comunicación Aumentativa y Alternativa (AAC), que utilizan símbolos, imágenes y objetos, son ampliamente usadas para facilitar la expresión en niños con lenguaje corporal o limitaciones en el habla. Ejemplos como el Sistema de Intercambio de Imágenes (PECS) ayudan a los niños a comunicar sus necesidades a través de imágenes, y han demostrado ser efectivos, aunque carecen de la flexibilidad de tecnologías más avanzadas. En contraste, los dispositivos de alta tecnología, que integran elementos interactivos y electrónicos, permiten una experiencia más intuitiva y adaptativa, ayudando a los niños a mejorar sus habilidades de comunicación de manera más eficiente (Assistive Technology to Improve Collaboration in Children with ASD: State-of-the-Art and Future Challenges in the Smart Products Sector, 2022). El uso de tecnologías como aplicaciones móviles, dispositivos portátiles y juegos interactivos han demostrado ser efectivos en el desarrollo cognitivo y comunicativo de los niños con TEA. Estas tecnologías se adaptan bien debido a su predictibilidad, retroalimentación continua y la facilidad con la que pueden descomponer tareas complejas en partes más manejables. Además, los niños con TEA tienden a disfrutar más el aprendizaje cuando se emplea tecnología, ya que esta ofrece una estructura clara y una interfaz atractiva (Using Modern Technology To Enhance Learning Of Students With Autism Spectrum Disorders, 2019).

Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se implementó la metodología cuasi experimental, este tipo de investigaciones se caracterizan por ser descriptivas ya que consisten en la observación del comportamiento de un grupo de individuos con la finalidad de recabar datos cualitativos y cuantitativos para así poder definir la posible solución a la problemática.

Las etapas del proceso para el desarrollo del semáforo de inquietud han sido:

1. Identificación de la problemática.

Al realizar reuniones de pláticas con los especialistas del CRI, y de acuerdo con las necesidades observadas en el centro, se decide trabajar en la aplicación de la tecnología para la comunicación de infantes con TEA.

2. Investigación sobre el TEA.

Derivado del conocimiento necesario para el desarrollo de este proyecto, se comenzó con la investigación profunda referente a qué es, características, métodos de comunicación, niveles, entre otros aspectos del TEA. Este conocimiento fue fundamental para que el prototipo fuera adecuado con las necesidades de los niños.

3. Trabajo con CRI.

En mesas de trabajo se establecen estrategias de estudio con los terapeutas, sobre el comportamiento y comunicación de los niños, y las necesidades presentes.

4. Discernimiento de la teoría y la realidad.

En reuniones de trabajo con el CRI, se interactuó con los infantes con TEA permitiendo ver la realidad y desafíos de la situación con la que se trabaja y adaptar el enfoque del proyecto a las circunstancias reales.

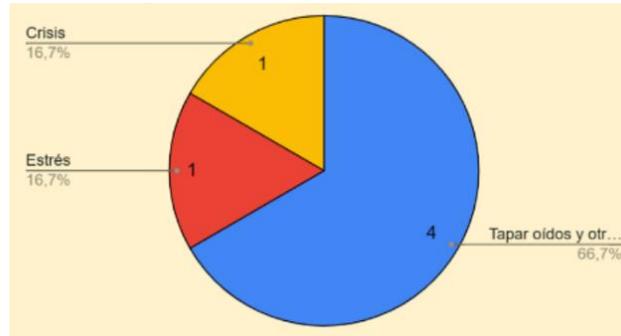
5. Análisis de resultados de las encuestas.

Se realizaron encuestas a familiares de los niños que permitieron conocer puntos importantes: sobre el comportamiento ante el ruido (Figura 1) se destacan los ruidos que alteran a los niños, como licuadoras, cohetes, ambulancias, máquinas, cortadoras, trenes, motos, tráileres y música a alto volumen, ruidos que pueden causar que se tapen los oídos y entren en estrés; presencia de rebeldía (Figura 2), se desencadena principalmente por gritos o la

pérdida de pertenencias, ya que los niños suelen ser muy posesivos con sus cosas; grado de rebeldía (Figura 3), la rebeldía de los niños es leve como se muestra en la gráfica; figura de autoridad (Figura 4), es crucial para evaluar y guiar el desarrollo del proyecto; gustos (Figura 5).

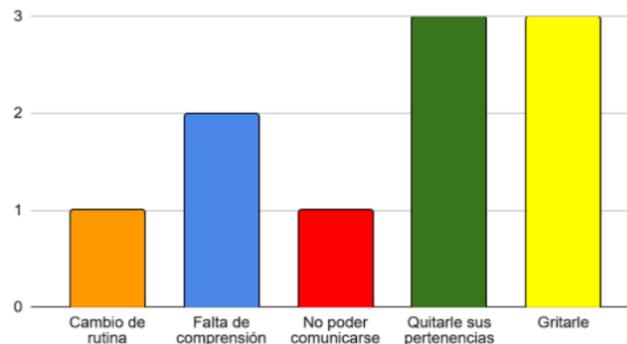
Es fundamental conocer los gustos de los niños para determinar qué agregar o eliminar del proyecto, de tal modo de no perjudicar el bienestar de los niños; miedos (Figura 6), esta gráfica permite identificar qué situaciones generaban temor en los niños, lo que ayudó a definir los puntos críticos a mejorar y orientar el prototipo hacia una mejora continua. Estos datos fueron fundamentales para delimitar los puntos críticos a abordar y orientar el desarrollo del prototipo hacia una mejora continua.

Figura 1. Gráfica de Comportamiento ante el ruido.



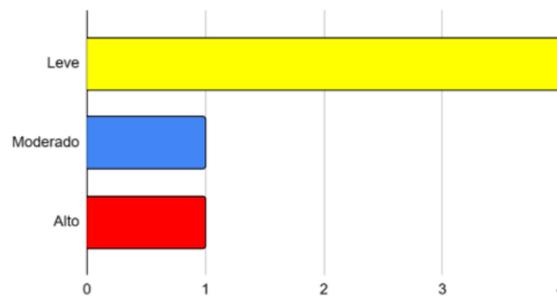
Fuente. Autoría propia.

Figura 2. Gráfica de Presencia de rebeldía.



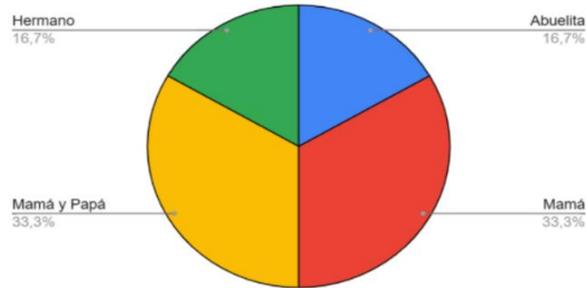
Fuente. Autoría propia.

Figura 3. Gráfica de Grado de rebeldía.



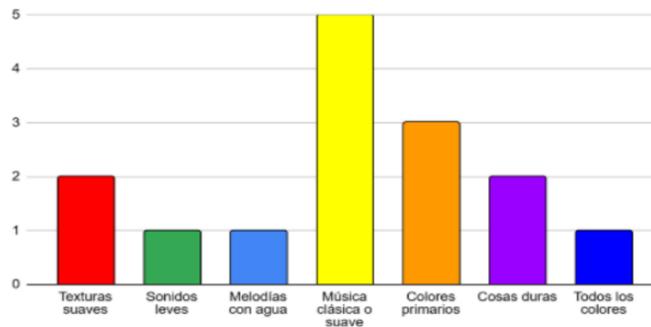
Fuente. Autoría propia.

Figura 4. Gráfica de Figura de autoridad.



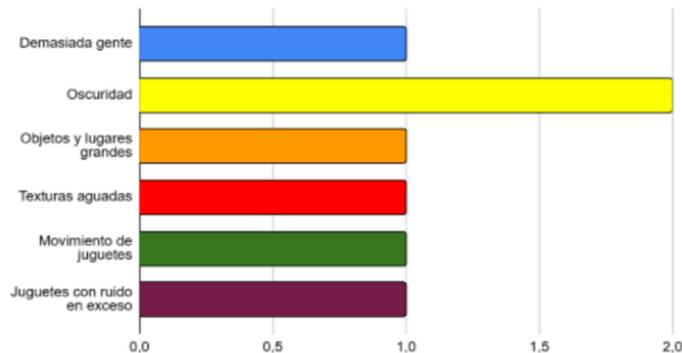
Fuente. Autoría propia.

Figura 5. Gráfica de Gustos.



Fuente. Autoría propia.

Figura 6. Gráfica de Miedos.



Fuente. Autoría propia.

6. Lluvia de ideas de propuestas de prototipos.

Al tener más clara la problemática se generaron varias ideas para el prototipo analizando las ventajas y desventajas de cada propuesta, asegurando que la propuesta final fuera coherente con los objetivos planteados.

7. Elección de prototipo a desarrollar.

Se decidió realizar un semáforo en el cual se abarcan necesidades y sentimientos para la expresión de los niños y entendimiento de las personas de su alrededor.

8. Presentación de propuesta de prototipo ante el cuerpo académico y especialistas.

Para continuar con el proceso de desarrollo del prototipo se planteó ante los padres de familia y terapeutas. Esta retroalimentación resultó en mejoras sustanciales en el diseño del proyecto, permitiendo una evaluación más precisa del "Semáforo de Inquietud".

9. Desarrollo del proyecto.

Se inició con los bocetos iniciales y desarrollando el funcionamiento físico del prototipo: ventanilla con pictogramas y botonera, denominando el "Semáforo de Inquietud" (Figura 7), nombre de nuestro prototipo.

Figura 7. Prototipo Semáforo de inquietud.



Fuente. Autoría propia.

10. Demostración del Prototipo.

El semáforo se presentó con los tres pilares del proyecto que son: cuerpo académico, terapeutas y padres de familia para conocer los puntos de vista y mejora sobre el proyecto, obteniendo la aprobación para la evaluación con los niños con TEA.

11. Mejora continua del proyecto.

Es un proyecto que necesita de una mejora en todo momento, por los cambios que se van presentando durante las investigaciones y evaluaciones, además de las necesidades que se requieran cubrir por parte de los familiares y terapeutas.

Resultados y discusión

Con la implementación de los dispositivos tecnológicos se crearon dos estructuras para el funcionamiento del Semáforo de Inquietud mediante conexión inalámbrica. La primera está conformada, por una ventanilla de 5 pictogramas (Figura 8) enfocadas a las emociones de tristeza, alegría y enojo, a su vez de dos necesidades básicas: alimento y sanitario; iluminados con los colores significativos para los niños los cuales son el verde, morado, rojo, amarillo y azul, relacionando la inquietud con el color ((Figura 9), mismos que serán activados por botones pulsadores (Figura 10 y 11).

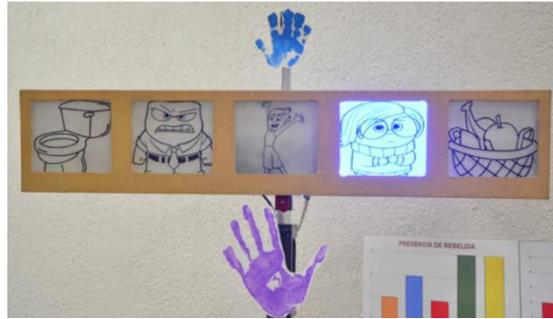
Finalmente, esta etapa ha sido evaluada y validada por familiares y terapeutas, obteniendo puntos de mejora continua para el sistema.

Figura 8. Prototipo Semáforo de Inquietud.



Fuente. Autoría propia.

Figura 9. Prototipo Semáforo de Inquietud con activación.



Fuente. Autoría propia.

Figura 10. Módulo de botones pulsadores.



Fuente. Autoría propia.

Figura 11. Módulo de botones pulsadores con activación.



Fuente. Autoría propia.

Conclusiones

El proyecto ha demostrado ser un avance significativo en la intersección de la tecnología y el apoyo a la inclusión social. La implementación del sistema podrá facilitar un canal de comunicación más accesible. En este enfoque se podrá permitir a los niños expresar sus emociones y necesidades promoviendo una mayor comprensión y respuesta por parte de sus familiares, terapeutas y educadores.

El desarrollo logrará tener un impacto tangible en la vida de los familiares y en la comunicación educativa. Se va a promover la inclusión y participación en actividades diarias y académicas. Estos avances no solo beneficiarán a los niños directamente, sino que también fortalecerán el tejido social a sensibilizar y educar a la sociedad sobre la importancia de la inclusión y el apoyo de personas con discapacidades.

La tecnología resalta un papel crucial en el proyecto al centrarse en el desarrollo de herramientas que aborden las necesidades específicas de niños con TEA. Este proyecto sirve como un modelo para futuros esfuerzos que busquen utilizar la tecnología para mejorar y fomentar una sociedad más inclusiva.

La investigación no ha concluido, se sigue estudiando el comportamiento de los infantes debido a que cada uno tiene su propia forma de comunicarse y expresarse, por lo que el proyecto continúa en desarrollo.

Referencias

Alcalá, G. C., & Ochoa Madrigal, M. G. (2022). Trastorno del espectro autista (TEA). *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 65(1), 7-20.

Del Pilar Medina Alva, M., Kahn, I. C., Huerta, P. M., Sánchez, J. L., Calixto, J. M., & Sánchez, S. M. V. (2015). Neurodesarrollo infantil: características normales y signos de alarma en el niño menor de cinco años. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 32(3), 565. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2015.32.3.1693>

Moran, M. (2024, 26 enero). Reducir las desigualdades entre países y dentro de ellos. *Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/inequality/>

Parra, A. (2023, 20 febrero). ¿Qué es la investigación cuasi experimental? *QuestionPro*. Recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-cuasi-experimental/>

Trastornos del espectro autista: Problemas de comunicación en los niños. (s. f.). NIDCD. Recuperado de <https://www.nidcd.nih.gov/espanol/trastornos-del-espectro-autista#3>

Metamorfosis de Crisopas (*Chrysoperla carnea*), enemigos naturales de los pulgones

Santiago-Santiago, Víctor; Leon-Romero, Sindy; Salvador-Reyes, Britney; George-Polvo, Iridiana. TecNM/ Tecnológico Altiplano de Tlaxcala

Nivel Superior

Área: Biología

Resumen

Una de las plagas que se presentan en las parcelas de los productores son los pulgones afectando cultivos dejándolas casi inservibles, aunque sea demostrado que existen plaguicidas para el control de esta plaga, también sea realizado una búsqueda de depredadores naturales para esta plaga que pueden combatir esta plaga; *Crysoperla carnea Stephens* (Neuroptera: Chrysopidae) es un depredador utilizado en el control biológico de plagas, por lo que es necesario crear métodos de reproducción en laboratorio para su uso en el campo.

El objetivo de este trabajo es obtener los parámetros biológicos y poblacionales de esta especie en condiciones de laboratorio. La investigación se realizó en el laboratorio de Entomología del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, en el año 2024; con una población colectada en la parcela agrícola productora de Alfalfa en el Instituto (ITAT), siguiendo un protocolo, individualizando huevos en contenedores observando su desarrollo hasta la etapa adulta. El conocimiento desarrollado por este trabajo de investigación es de gran utilidad para tener una programación para la reproducción de estos depredadores.

En los resultados se encontró que después de colocar las crisopas en recipiente de acrílico, a los 4 días las hembras empezaron a poner huevos de forma individual con un pedicelo. Se lograron identificar los 3 instares de la larva de *Chrysoperla* y así todo su ciclo pasando de pupa a adulto. Gracias a este trabajo de investigación se encontró la duración de cada una de las etapas biológicas de la crisopa.

Palabras clave

Metamorfosis, larva, pupa, adult, *Chrysoperla*.

Abstract

One of the pests that occur in the producers' plots are aphids, affecting crops, leaving them almost useless, although it has been proven that there are pesticides to control this pest, a search has also been carried out for natural predators for this pest that can combat this pest. plague; *Crysoperla carnea Stephens* (Neuroptera: Chrysopidae) is a predator used in biological pest control, so it is necessary to create laboratory reproduction methods for use in the field.

The objective of this work is to obtain the biological and population parameters of this species under laboratory conditions. The research was carried out in the Entomology laboratory of the Technological Institute of the Altiplano of Tlaxcala, in the year 2024; with a population collected in the Alfalfa producing agricultural plot at the Institute (ITAT), following a protocol, individualizing eggs in containers observing their development until the adult stage. The knowledge developed by this research work is very useful to have a program for the reproduction of these predators.

The results found that after placing the lacewings in an acrylic container, after 4 days the females began to lay eggs individually with a pedicel. It was possible to identify the 3 instars of the *Chrysoperla* larva and thus its entire cycle going from pupa to adult. Thanks to this research work, the duration of each of the biological stages of CH was found.

Key Words

Metamorphosis, larva, pupa, adult, *Chrysoperla*

Introducción

La familia *Chrysopidae* comprende especies de insectos con hábitos entomófagos que controlan poblaciones de insectos-plaga; dentro de esta familia, el grupo carnea es considerado el de mayor importancia económica e incluye entre otras especies a *Chrysoperla carnea* Stephens y *C. rufilabris* (Burmeister) las cuales han sido utilizadas exitosamente en el control biológico por incremento de diversas plagas. En México se produce en forma masiva *C. carnea*.

Huevo: Oval provisto en su margen apical de un micrópilo y sostenido por un pedicelo de aproximadamente 3.5 mm.

Larva primer instar: Cabeza blanca, con un par de manchas dorsales café longitudinales, proyectadas desde la base de la cabeza, antes del margen medial de las mandíbulas; los márgenes aprox Larva primer instar: Cabeza blanca, con un par de manchas dorsales café longitudinales, proyectadas desde la base de la cabeza, antes del margen medial de las mandíbulas; los márgenes aproximadamente iguales en su ancho basal y distal; las machas de las genas se extienden desde el margen apical hasta los ojos; metotórax con un par de manchas anterolaterales café- rojizo.

Larva segunda instar: Similar a la larva del tercer instar, a excepción de que la coloración es más clara.

Larva tercer instar: Cabeza con los márgenes de las manchas dorsales rectos y extendiéndose cerca del margen cérvico-medial hasta el margen de la cabeza; manchas usualmente de café a ámbar, metatórax con un par de manchas que se extienden anterolateralmente hasta las coxas metatorácicas; meso y metatórax con grandes áreas blancas dorsoventrales.

Pupa: Es del tipo exarata con apéndices bucales móviles; antenas enrolladas lateralmente cercanas a los muñones alares; mandíbulas quitinizadas.

Adulto: Cuerpo blando y delgado de color verde; alas verdes con venas transversas oscuras. Cabeza con las genas con manchas rojas, proyectándose desde los ojos hasta las mandíbulas.

Marco teórico

En los últimos años el uso de enemigos naturales como los parasitoides, entomopatógenos, depredadores y antagonistas para la regulación de las poblaciones de especies dañinas, ha comenzado a llamar la atención (Aragón-Sánchez, et al. 2020) El uso de crisopas como control biológico de pulgones tiene una sólida justificación social debido a su efectividad y su impacto mínimo en el medio ambiente. Al emplear este método, se reduce la necesidad de pesticidas químicos, lo que beneficia a la salud humana y al ecosistema en general. Además, promueve prácticas agrícolas sostenibles y contribuye a la conservación de la biodiversidad al fomentar un equilibrio natural en los ecosistemas agrícolas (Amarasekare, 2020).

Por ello es que el control biológico es una alternativa sustentable para el control de pulgones, ya que en otras especies ha mostrado resultados positivos (Huerta -de la Peña et al. 2023). Con tecnologías de control biológico los agricultores pueden controlar más eficazmente las plagas utilizando organismos naturales como insectos beneficiosos, en una tendencia hacia una agricultura sostenible.

La efectividad de los fitosanitarios frente a las plagas es innegable, y la evolución de los sistemas de control biológico y de control tecnológico, como el uso de feromonas está siendo tan acelerado, que lo convierte en una opción cada vez más importante para los agricultores en el futuro (Murtaza et al. 2020) dijo que la importancia de la implementación de un control biológico, es importante el efecto positivo y negativo de los plaguicidas e insecticidas, por ser considerada la principal herramienta del control de plagas más usada por la mayoría de los agricultores.

Metodología

1. Vera-Graciano *et al.* (1997) mencionan y recomiendan que: “el empleo de crisopa se propone como una alternativa que vendría a reducir la dependencia exclusiva del control químico para el control de *Toxoptera citricida*, además, evitaría las AgroFeromonas. En el 2022 se alimentaban a las larvas 1 de crisopas con 13 pulgones. A las larvas 2 con 25 pulgones y a las larvas 3 con 50 a 60 pulgones cada uno por día.
2. Las larvas de crisopas, durante su ciclo de vida consumieron 600 pulgones en total.

3. Una vez que se convirtieron en pupas, se les dejó de alimentar con los pulgones. Cuando pasaron a adultos, se liberaron en el entorno para que cumplieran con su función de ovopositar huevos en lugares donde se localicen plagas como lo son los pulgones). riesgos inherentes al uso de tóxicos en el ambiente (Giffoni et al. 2007).
4. Recolección de crisopas.
5. Mantener las crisopas en un recipiente de acrílico de 15x15 cm., y se colocó una hoja blanca para observar fácilmente los huevos-
6. Una vez que se observó los huevos de crisopas, se tomaron con mucho cuidado y se pasó a vasos de plástico de prueba de 25 ml.
7. Los vasos de prueba se colocaron en un stand a 24 C.
8. Se hicieron varias revisiones de huevos para observar su ovoposición.
9. Una vez que el huevo se convirtió en larva se alimentan de pulgones, los cuales se encontraron en árboles, cultivo de alfalfa y rosales.
10. Los pulgones se recolectaban por medio de una red de golpeo en el cultivo de alfalfa, en hojas de árboles y rosales.

Resultados y discusión

De acuerdo a lo encontrado en los bioensayos y la validación en entornos clínicos reales. La ovoposición de huevos de las crisopas duró una semana. Todo ello en invernadero.

Imagen 1. Huevo recién puesto



Fuente. Autoría propia.

Imagen 2. Huevo a punto de eclosionar



Fuente. Autoría propia.

La Chrysoperla tiene tres instares la cual la larva 1 tuvo una duración de 4 días. La larva 2 tuvo una duración de 6 días. La larva 3 tuvo una duración de 7 días.

Imagen 3. Larva 1



Fuente. Autoría propia.

Imagen 4. Larva 2



Fuente. Autoría propia.

Imagen 5. Larva 3



Fuente. Autoría propia.

Imagen 6. Pupa



Fuente. Autoría propia.

Se observó con un microscopio que la larva se desarrollara completamente hasta que se convirtió en pupa que tuvo una duración de 5 días. Una vez que se convirtió en pupa, se esperó hasta que eclosionara a adulto y así poder liberar a las crisopas. El adulto tiene una duración de aproximadamente 2 semanas.

Imagen 7. Adulto de Chrysoperla



Fuente. Autoría propia.

Conclusiones

Se logró definir la duración de cada etapa biológica de la crisopa, completa su ciclo de huevo a adulto en 28 días. La cantidad de pulgones para completar su ciclo es de 600 pulgones.

Referencias

Aragón-Sánchez, M., Serratos-Tejeda, C., Huerta-de la Peña, A., Aragón-García, A., Pérez Torrez, B., & Pineda, S. G. (2020). Effect by ingestion of extracts of *Argemone mexicana* L. on biological parameters and capability of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to increase in a laboratory. *Southwestern Entomologist*, 45(2), 405-414. <https://doi.org/>

Amarasekare, K. (Ed.). (2020). *Insectos depredadores: Crisopas verdes (ANR-E1-2020)*.

Huerta-de la Peña, A., Díaz-Rivas, M. A., & Aragón-Sánchez, M. (2023). Parámetros poblacionales de *Chrysoperla carnea* en condiciones de laboratorio en Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14, 8p.

Fernández, V. M. F. O. (s.f.). Departamento de fitotecnia [PDF].

Giffoni, J., Valera, N., Díaz, F., & Vázquez, C. (2007). Ciclo biológico de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada con diferentes presas. *Bioagro*, 19(2), 109-113.

Murtaza, G., Ramzan, M., Sulta, Y., Saleem, F., Rafique, M. A., Sajid, S., & Jamil, M. (2020). Effect of different artificial diets on biological parameters of female *Chrysoperla carnea* under laboratory conditions. *Journal of Science and Agriculture*, 4, 50-54.

Vera-Graziano, J., Pinto, V. M., & López, J. C. (1997). *Ecología de poblaciones de insectos*. Universidad Autónoma Chapingo.

Diseño de un prototipo funcional: Bicilicuada

Roque-Silva, Karina; Loaiza-Meléndez, Saúl Olaf.
Universidad Politécnica de Tlaxcala

Superior

Área: Ciencias de la Ingeniería

Resumen

La Bicilicuada surge como una solución sostenible frente al uso de combustibles fósiles y la falta de acceso a electricidad en zonas rurales. Este trabajo documenta el diseño, construcción y evaluación de un prototipo funcional que emplea materiales reciclados. La metodología incluyó ajustes mecánicos y pruebas funcionales. Los resultados destacan el ahorro energético y el impacto positivo ambiental. Se concluye que la Bicilicuada es una opción viable para comunidades rurales, aunque requiere mejoras para optimizar su eficiencia.

La contaminación ambiental derivada del uso de combustibles fósiles para la generación de electricidad es una problemática global. Además, en zonas rurales, el acceso a la energía eléctrica es limitado y el empleo de generadores resulta costoso. En este contexto, la búsqueda de alternativas sostenibles y eficientes para el procesamiento de alimentos se torna crucial. La licuadora, un dispositivo común en los hogares, pero a menudo subestimado, ofrece una oportunidad para abordar este desafío.

En respuesta a la necesidad de soluciones eco amigables, han surgido licuadoras accionadas por fuerza humana. Estas máquinas, si bien empíricas y producto de la experiencia e ingenio de sus creadores, presentan un gran potencial. Sin embargo, carecen de documentación formal y análisis exhaustivos de su diseño, eficiencia y optimización de costos.

Este trabajo se propone abordar esta brecha a través de la aplicación de principios de ingeniería a la creación de una licuadora ecológica, denominada "Bicilicuada". El objetivo principal es documentar el proceso de diseño, construcción y evaluación de la Bicilicuada, maximizando su eficiencia y minimizando los costos de producción, siempre bajo un enfoque ingenieril y considerando el análisis de costo-beneficio.

Palabras clave

Bicimáquina, Sostenibilidad, energía limpia, zonas rurales, ahorro energético empoderamiento.

Abstract

The Bicilicuada emerges as a sustainable solution to the use of fossil fuels and the lack of access to electricity in rural areas. This work documents the design, construction, and evaluation of a functional prototype made from recycled materials. The methodology included mechanical adjustments and functional tests. Results highlight energy savings and a positive environmental impact. It is concluded that the Bicilicuada is a viable option for rural communities, although improvements are needed to optimize its efficiency.

Environmental pollution resulting from the use of fossil fuels for electricity generation is a global problem. In addition, in rural areas, access to electricity is limited and the use of generators is expensive. In this context, the search for sustainable and efficient alternatives for food processing becomes crucial. The blender, a common device in homes, but often underestimated, offers an opportunity to address this challenge. In response to the need for eco-friendly solutions, human-powered blenders have emerged.

These machines, although empirical and the product of the experience and ingenuity of their creators, show great potential. However, they lack formal documentation and exhaustive analysis of their design, efficiency and cost optimization. This work aims to address this gap through the application of engineering principles to the creation of an

ecological blender, called "Bicilicuadaora". The main objective is to document the design, construction and evaluation process of the Bicilicuadaora, maximizing its efficiency and minimizing production costs, always under an engineering approach and considering the cost-benefit analysis.

Key Words

Bicimachine, Sustainability, Empowerment, Clean energy, rural areas, energy saving.

Introducción

La creciente dependencia de combustibles fósiles para la generación de electricidad ha desencadenado serios problemas ambientales, desde la emisión de gases de efecto invernadero hasta la falta de acceso a energía en zonas rurales. Este artículo propone una solución innovadora, la Bicilicuadaora, un dispositivo que combina sostenibilidad con funcionalidad, diseñado para comunidades donde la electricidad es limitada o costosa.

En la actualidad venimos afrontando graves problemas por la contaminación ambiental, en todo el mundo por el uso de combustibles fósiles para generar electricidad y el cual se agotará en cualquier momento, es decir contaminamos para producir energía.

Se han visto otras fuentes de producción de energía eléctrica como la energía Eólica o la Energía Nuclear en los países altamente desarrollados, pero al final el denominador común es la energía eléctrica la cual mueve a las grandes ciudades y al mundo.

Marco teórico

Las bicimáquinas son dispositivos mecánicos que utilizan la fuerza generada por el pedaleo humano para realizar tareas diversas, desde molienda de granos hasta generación de electricidad. En países como Guatemala, estas máquinas han transformado la vida en comunidades rurales, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles (Martínez, 2019). La Bicilicuadaora aprovecha este concepto para ofrecer una solución práctica y sostenible para la preparación de alimentos.

Motor eléctrico – Es la fuente de poder del electrodoméstico, siendo a fin de cuentas lo que permite que las aspas giren. Carcasa – Es la armazón con la que el motor se protege. Allí están los interruptores.

Eje – Es un elemento con geometría, el cual es asimétrico casi siempre transmite ningún esfuerzo de torsión. Es la pieza con la que se conectan las aspas y el vaso de la licuadora.

Vaso – Es un recipiente de vidrio o de plástico generalmente, el cual va a contener los alimentos. En su interior es donde se trituran. Bicimáquinas aparato que funciona a pedal, hechos de partes recicladas de bicicletas.

En la figura 1, se muestra en la siguiente imagen ¿Cuánta energía consume una casa al mes en México?



Fuente. Los informativos.

El 98.5% de los hogares mexicanos cuenta con energía eléctrica. Estos hogares consumen un promedio aproximado de 280 kWh, considerado un consumo intermedio que representa un costo de \$272.5 pesos Bimestrales.

Figura 2. Modelo BL Cola de pez



Fuente: Autoría propia.

El ahorro en energía calculado anualmente es considerable, no solo en algún negocio que utilice masivamente la licuadora sino el hogar. Su uso permitirá el ahorro de energía eléctrica y por ende la reducción El impacto que está teniendo en la sociedad el surgimiento de la Bicilicuada ha sido muy importante desde su invención pues nos ha facilitado la preparación de alimento de una forma rápida, eficiente y sencilla, y sobre todo sin consumir energía es decir sin contaminar.

Metodología

Materiales:

1. Bicicleta en desuso o funcional (preferentemente fija). Cuadro de bicicleta, llanta, cadena (1.39 m).
2. Licuadora manual o eléctrica con un motor extraíble.
3. Base de metal o madera para fijar la licuadora.
4. Correa de transmisión (puede ser de bicicleta o de máquina).
5. Piñón extra (opcional, para aumentar la eficiencia del sistema).
6. Ejes y rodamientos (si se necesita adaptar el sistema).
7. Tornillos, abrazaderas y herramientas (llave inglesa, destornillador, taladro, etc.).

Figura 3. Demostración de material a utilizar.



Fuente. Autoría propia.

Armado de la Bicilicuada

Paso 1: Preparación de la Bicicleta

1. Desmontar la rueda trasera: Retirar la rueda trasera para exponer el eje trasero y el sistema de cadena. Este eje será el encargado de transferir energía al mecanismo de la licuadora.
2. Fijar la bicicleta: Colocar la bicicleta sobre una base sólida o un marco que la mantenga fija y estable mientras pedaleas.

Paso 2: Construcción del Sistema de Transmisión

1. Adaptar un piñón secundario: Si la bicicleta no tiene espacio para una segunda transmisión, puedes instalar un piñón extra en el eje del pedal o en el eje trasero. Esto permitirá que la energía de pedaleo se derive hacia la licuadora.
2. Instalar una correa o cadena de transmisión: Conectar el piñón secundario al mecanismo del eje de la licuadora utilizando una correa o cadena. Asegúrate de que esté bien alineada para evitar fricción o desgaste.

Paso 3: Instalación de la Licuadora

1. Crear la base de la licuadora: Usar una plataforma de metal o madera para sostener la licuadora sobre el cuadro de la bicicleta, justo detrás del manubrio o en la barra principal.

2. Acoplar la licuadora al sistema de transmisión:

Retirar el motor eléctrico de la licuadora (si tiene) y conecta el eje de las cuchillas al sistema de transmisión de la bicicleta mediante un adaptador (unión mecánica entre el eje y el sistema de correa).

Paso 4: Ajuste y Alineación

1. Asegurarse de que el sistema esté bien alineado: La correa o cadena debe estar lo suficientemente tensa para evitar deslizamientos, pero no tanto como para crear resistencia excesiva al pedalear.
2. Prueba el sistema: Girar los pedales y verifica que las cuchillas de la licuadora giren con fluidez.

Paso 5: Añadir Elementos de Seguridad

1. Cubiertas protectoras: Instalar protectores sobre las partes móviles (cadena, correa, ejes) para evitar accidentes.
2. Base antideslizante: Asegurar que la base de la bicicleta y la licuadora sea estable, usando gomas o soportes antideslizantes.

Mecanismos Básicos Involucrados

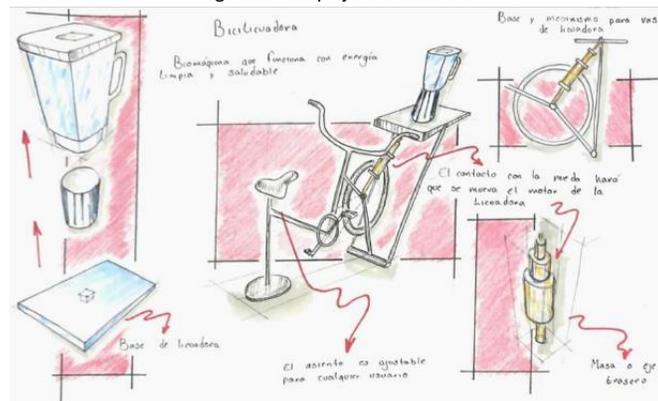
1. Sistema de Pedales y Eje: La energía cinética generada al pedalear se transfiere al eje trasero mediante la cadena.
2. Transmisión por Correa o Cadena: Este mecanismo transfiere la energía del eje trasero al eje de las cuchillas de la licuadora.
3. Rodamientos: Aseguran que el eje de la licuadora gire suavemente, reduciendo fricción.
4. Multiplicador de Fuerza (opcional): Un sistema de piñones adicionales aumentar la velocidad de las cuchillas sin necesidad de pedalear demasiado rápido.

Figura 4. Fases de armado bicilicuada.



Fuente. Autoría propia.

Figura 5. Bosquejo bicilicuada.



Fuente. Autoría propia.

El diseño y elaboración de la Bicilicuada no fueron tan complicados ya que los materiales fueron reciclados. Solo en el ensamblaje se presentó un inconveniente ya que debe estar bien sujetado y tener un rendimiento.

Figura 6. Base bicilicuada.



Figura 7. Diseño industrialmente.



Fuente. Autoría propia.

Diseño Industrialmente

2. Moldeado y Proceso de Fabricación

Piezas Clave: Base para la licuadora. Sistema de transmisión (eje, engranajes o cadena). Marco de la bicicleta. Asiento ajustable.

Proceso de Moldeado

Moldeo por inyección para piezas plásticas. Corte por láser o CNC para partes metálicas (soporte y marco). Fundición o forja para piezas resistentes al desgaste (eje o masa).

Creación de un modelo CAD para ajustar el diseño y evitar errores antes de pasar a la fabricación masiva. Impresión 3D para probar y validar prototipos antes de invertir en moldes definitivos.

3. Optimización para Producción Industrial

Fabricación Escalable: Diseño modular que permita ensamblar las piezas fácilmente. Minimizar la cantidad de componentes para reducir costos y complejidad.

Producción en Serie: Molde estándar para fabricar componentes idénticos. Automatización del ensamblaje para acelerar la producción.

4. Pruebas de Calidad y Seguridad

Durabilidad: Ensayos de resistencia en las partes móviles y estructurales. Pruebas de fatiga en el sistema de transmisión.

Eficiencia

Evaluar la cantidad de energía generada por pedaleo. Garantizar que la licuadora funcione sin interrupciones durante el uso normal.

Certificaciones

Cumplir con normativas locales de seguridad para productos mecánicos y eléctricos.

5. Consideraciones de Usuario Final

Ajustabilidad del asiento para diferentes alturas. Facilidad de montaje y uso. Sostenibilidad: Incluir instrucciones sobre mantenimiento y reciclaje de piezas al final de su vida útil.

Costo

Mantener los costos de producción bajos sin comprometer la calidad.

6. Planificación del Molde

Definición del Molde: Dividir las piezas en componentes que puedan fabricarse con el mínimo desperdicio. Asegurarse de que los moldes sean reutilizables y fáciles de modificar.

Tolerancias

Especificar tolerancias estrictas para piezas críticas (ejes, engranajes) y más relajadas para piezas decorativas o de soporte.

Producción del Molde

Crear moldes de prueba iniciales para verificar la precisión. Usar acero o aluminio de alta calidad para moldes duraderos en producción en masa.

7. Logística

Suministros: Identificar proveedores confiables para materiales y componentes. Ensamblaje: Configurar estaciones de ensamblaje simples para agilizar la producción.

Tabla 1. Resultados

Parámetro	Bicilicuadaora	Licuadora eléctrica
Tiempo para licuar (min)	3	1
Velocidad requerida (RPM)	60	N/A
Consumo energético (kWh)	0	0.5
Costo energético (\$MXN)	0	1.5
Costo de fabricación (\$MXN)	800	N/A

Fuente. Autoría propia.

Distribución

Diseñar empaques compactos para facilitar el transporte y almacenamiento.

Nota: Al integrar estos puntos, se maximiza la eficiencia de la producción, se reduce el costo y se asegura un producto final de alta calidad y sostenible.

Resultados

1. Funcionamiento de la Bicilicuada: Es eficiente para tareas de licuado básico. Puede licuar alimentos a velocidades de pedaleo de 60 RPM, tomando aproximadamente 3 minutos. Materiales reciclados fueron utilizados exitosamente para su construcción.
2. Impacto ambiental y energético: No utiliza electricidad, lo que contribuye al ahorro energético. Aporta beneficios ambientales al reducir la dependencia de combustibles fósiles.
3. Percepción de los usuarios: Satisfacción general entre los usuarios, destacando sostenibilidad y utilidad en zonas sin energía eléctrica. Algunos usuarios mencionaron incomodidades relacionadas con el esfuerzo físico necesario.

Correcciones y Mejoras

Añadir datos cuantitativos adicionales: Especificar cuánto se ahorra en consumo eléctrico en comparación con una licuadora eléctrica estándar. Presentar datos sobre el costo de construcción del prototipo, comparándolo con alternativas comerciales.

Rendimiento: La Bicilicuada demuestra ser funcional para zonas rurales, pero su rendimiento depende del esfuerzo físico del usuario. El tiempo necesario (3 minutos) es razonable para tareas básicas, pero podría no ser competitivo frente a una licuadora eléctrica.

Impacto ambiental: El ahorro energético es significativo en contextos donde el acceso a electricidad es limitado o costoso. Reduce la huella de carbono asociada al uso de licuadoras eléctricas, alineándose con los principios de sostenibilidad.

Usabilidad: Aunque los usuarios valoran su sostenibilidad, el esfuerzo físico requerido puede ser una limitante para personas mayores o con limitaciones físicas. Es necesario considerar ajustes ergonómicos en el diseño para mejorar la comodidad y accesibilidad.

Comparación con Estudios Previos

Relacionar estos hallazgos con investigaciones similares: Estudios previos han mostrado que las bicimáquinas tienen éxito en comunidades rurales, pero enfrentan problemas de adopción debido al esfuerzo físico requerido (Martínez, 2019). La Bicilicuada aporta una solución práctica al integrar reciclaje de materiales y accesibilidad económica.

Limitaciones: El prototipo actual no almacena energía, lo que limita su uso continuo. Carece de optimización en términos de eficiencia mecánica y resistencia.

Propuestas de Mejora

1. Incorporar sistemas de almacenamiento de energía (por ejemplo, baterías que acumulen energía generada por el pedaleo).
2. Diseñar un sistema de pedaleo asistido para reducir el esfuerzo requerido.

Resultados y Discusión

La Bicilicuada presentó un desempeño funcional para tareas básicas de licuado, logrando triturar alimentos a una velocidad de pedaleo de 60 RPM en un tiempo promedio de 3 minutos. El prototipo, construido con materiales reciclados, no generó consumo energético, lo que representa un ahorro potencial de 0.5 kWh por uso en comparación con licuadoras eléctricas. Los usuarios manifestaron satisfacción por su sostenibilidad, aunque señalaron incomodidades en el esfuerzo físico requerido. Estos resultados subrayan el potencial de la Bicilicuada como alternativa sostenible en comunidades rurales. El ahorro energético y la reducción de emisiones de carbono la convierten en una herramienta ideal para contextos sin acceso a electricidad. Sin embargo, la adopción del dispositivo podría verse limitada por el esfuerzo físico necesario. En comparación con tecnologías similares, la Bicilicuada ofrece un diseño económico y eficiente, aunque requiere mejoras en comodidad y optimización del sistema mecánico. Se sugiere explorar opciones de almacenamiento energético y asistencia mecánica para aumentar su funcionalidad y accesibilidad.

El proyecto de la Bicilicuada busca combinar el ejercicio físico con una alternativa sostenible al uso de energía eléctrica se logró obtener un prototipo llamado Bicilicuada ya que cuenta con diversas funciones, su material fue reciclado. Primero se hizo una investigación sobre los diferentes tipos de bici-máquinas y de acuerdo con el material ya existente se realizó el montaje más conveniente. Las personas. Se sugieren mejoras en el diseño para optimizar la comodidad y eficiencia, como ajustes de resistencia o sistemas para almacenar la energía generada.

Conclusión

La Bicilicuada demostró ser una herramienta viable y sostenible para la preparación de alimentos en comunidades rurales, especialmente en contextos donde el acceso a electricidad es limitado o inexistente. Se logró diseñar un prototipo funcional utilizando materiales reciclados, logrando un ahorro energético significativo y una reducción en la huella de carbono.

Los usuarios destacaron la sostenibilidad y simplicidad del dispositivo, aunque mencionaron la necesidad de mejoras en la comodidad y la reducción del esfuerzo físico requerido. Este proyecto no solo fomenta el uso de tecnologías sostenibles, sino que también promueve el empoderamiento comunitario al ofrecer una solución accesible y económica. Además, contribuye a la concienciación sobre la importancia de reducir la dependencia de combustibles fósiles y adoptar prácticas más respetuosas con el medio ambiente.

- Optimizar el diseño ergonómico para mejorar la comodidad del usuario y la estabilidad del dispositivo durante su operación.

El desarrollo de la Bicilicuada representa un avance significativo en la integración de tecnologías sostenibles y prácticas accesibles para comunidades rurales. Este proyecto destaca la capacidad de combinar materiales reciclados, innovación técnica y un enfoque ecológico para abordar problemas energéticos globales.

Con las mejoras sugeridas, la Bicilicuada podría convertirse en una herramienta ampliamente adoptada que no solo mejora la calidad de vida, sino que también fomenta la sostenibilidad ambiental y económica.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible el éxito del proyecto de la Bicilicuada. Este proyecto no solo ha sido una oportunidad para fomentar la sostenibilidad y la vida saludable, sino también una plataforma para la colaboración y el compromiso comunitario.

Agradecemos especialmente a los voluntarios, patrocinadores y colaboradores que dedicaron su tiempo, esfuerzo y recursos para llevar a cabo esta iniciativa. Su apoyo incondicional nos permitió demostrar cómo pequeñas acciones pueden generar un gran impacto en nuestro entorno y en la conciencia sobre el uso de energías limpias.

A todos los que se unieron a esta aventura de manera directa o indirecta, gracias por creer en esta visión y por contribuir al bienestar de nuestra comunidad. Este proyecto es tan suyo como nuestro, y juntos seguiremos pedaleando hacia un futuro más saludable y sustentable.

Referencias

- Bicimáquinas: opción ecológica para las tareas de zonas rurales que aún carecen de electricidad. (2016). Sin Embargo, MX. Recuperado de <https://www.sinembargo.mx/11-08-2016/307845>
- Pedal Power International. (2018, 14 de marzo). Cómo funciona una Bicilicuada: Energía sostenible a través del pedaleo. Recuperado de <https://www.pedalpower.org/bicilicuada-funcion>
- García, M., & López, A. (2020). La Bicilicuada: Innovación tecnológica y sostenibilidad en comunidades rurales. *Revista de Innovación Energética*, 12(3), 45–58. <https://doi.org/10.1234/innov-energetica.2020.03.05>
- Martínez, J. (2019). *Tecnologías sustentables: La Bicilicuada y otras soluciones energéticas*. Editorial EcoHabitat.
- Rojas, P., & Martínez, L. (2022). Impacto de las bicimáquinas en comunidades rurales de América Latina. *Energías Alternativas Hoy*, 15(2), 121–135. <https://doi.org/10.5678/eah.2022.15213>

De plantas a energía: Un enfoque sostenible para el futuro energético

Manzanarez-Flores, Alejandra Gabriela; Torres-Fernández, Astrid Ariadna; Flores-Morales Areli; Santiago-Santiago, Víctor.

Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala

Superior

Área: Desarrollo Sustentable

Resumen

Este proyecto de investigación se enfocó en desarrollar tecnologías verdes para generar energía sostenible a partir de biomasa vegetal en San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, aprovechando plantas con raíces profundas como el agave, el bambú y la yuca. Estas plantas, seleccionadas por su alta capacidad para almacenar y conducir energía, se utilizaron junto con sus hojas y troncos para producir biocombustibles y generar luz a través de sistemas de alumbrado público y semáforos. El proyecto se centró en maximizar el uso de los nutrientes y compuestos energéticos acumulados en las raíces de estas plantas, que, junto con el procesamiento de sus hojas y conductores energéticos naturales, permitieron la producción eficiente de energía. Los resultados indicaron que esta biomasa es una fuente renovable viable, capaz de reducir significativamente las emisiones de CO₂ y los costos operativos a largo plazo.

La implementación de este sistema en el parque municipal demostró ser funcional y adaptada a las condiciones locales. En conclusión, el estudio estableció que el uso de plantas con raíces profundas, hojas y conductores energéticos es una solución innovadora y sostenible para las necesidades energéticas urbanas, promoviendo un modelo más ecológico y eficiente que puede ser replicado en otras comunidades.

Palabras clave

Biomasa, Energía sostenible, Tecnologías verdes, Biocombustibles, Eficiencia energética.

Abstract

This research project focused on developing green technologies to generate sustainable energy from plant biomass in San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, taking advantage of plants with deep roots such as agave, bamboo and yucca. These plants, selected for their high capacity to store and conduct energy, were used together with their leaves and trunks to produce biofuels and generate light through public lighting and traffic light systems. The project focused on maximizing the use of nutrients and energy compounds accumulated in the roots of these plants, which, together with the processing of their leaves and natural energy conductors, allowed efficient energy production. The results indicated that this biomass is a viable renewable source, capable of significantly reducing CO₂ emissions and long-term operating costs.

The implementation of this system in the municipal park proved to be functional and adapted to local conditions. In conclusion, the study established that the use of plants with deep roots, leaves and energy conductors is an innovative and sustainable solution for urban energy needs, promoting a more ecological and efficient model that can be replicated in other communities.

Key Words

Biomass, Sustainable energy, Green technologies, Biofuels, Energy efficiency.

Introducción

El aumento del consumo energético global y la dependencia de fuentes no renovables generan una crisis ambiental significativa. En respuesta a este desafío, surge la necesidad de desarrollar tecnologías verdes que promuevan una generación de energía sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Este proyecto se enfoca en la creación de soluciones tecnológicas para alumbrado público y semáforos en áreas urbanas, con el fin de reducir la huella de carbono y promover el ahorro energético.

La investigación aborda el uso de biomasa vegetal como fuente renovable de energía, específicamente en la comunidad de San Diego Xocoyucan, Tlaxcala. La biomasa, obtenida de residuos orgánicos como hojas y troncos, junto con plantas con raíces profundas como el agave, el bambú y la yuca, se identifica como una alternativa con múltiples beneficios, no solo energéticos, sino también medioambientales y socioeconómicos, su aprovechamiento fomenta la innovación en la agricultura y el desarrollo de tecnologías sostenibles, proporcionando una solución viable para las necesidades energéticas de la comunidad.

La transición hacia un sistema energético asequible, seguro y sostenible requiere inversiones en energías renovables y prácticas de eficiencia energética. Las tecnologías de la información juegan un papel clave en la mejora de la gestión de la demanda energética y la reducción de emisiones. Este enfoque integral permite optimizar el uso de la energía limpia y minimizar los impactos ambientales.

En resumen, el objetivo principal de este estudio es analizar la viabilidad de generar energía sostenible a partir de biomasa vegetal en San Diego Xocoyucan. Se busca cubrir las necesidades energéticas locales mediante tecnologías verdes, contribuyendo así a un modelo más eficiente y ecológico de alumbrado público y semáforos, a través de la biomasa generada por plantas.

Marco teórico

El primer artículo relacionado con este trabajo de investigación aborda una investigación sobre los beneficios económicos y ambientales que el municipio de Rionegro, Santander, Colombia, podría lograr al hacer la transición de la energía convencional a fuentes renovables en su sistema de alumbrado público. Dada la preocupación por el alto costo de la energía comprada a la Electrificadora de Santander y el compromiso ambiental del municipio, se propone la implementación de generadores piezoeléctricos que convierten la energía mecánica del tráfico vehicular en energía eléctrica. Este sistema se ubicaría bajo el asfalto de la vía al mar, aprovechando el constante flujo vehicular que transita por la zona para generar energía limpia (Torres, 2015).

El objetivo principal de la investigación es demostrar la viabilidad técnica y económica de instalar dispositivos piezoeléctricos en un tramo de dos kilómetros dentro del casco urbano del municipio. Con ello, se espera no solo reducir el costo mensual del consumo de alumbrado público, sino también fomentar el uso de tecnologías renovables para la gestión energética local (Torres, 2015). Este tipo de tecnología no solo contribuiría al ahorro energético, sino que también fortalecería las políticas ambientales del municipio al promover prácticas sostenibles.

Los estudios realizados en Rionegro concluyen que el sistema piezoeléctrico es eficiente y ambientalmente amigable, ya que no genera impactos negativos en la zona de su implementación. Al contrario, ofrece beneficios como la reducción del consumo de energía y la mejora en la calidad del alumbrado público para peatones y vehículos. Además, este sistema podría emplearse para monitorear el tráfico vehicular en tiempo real. Uno de los factores clave para el buen funcionamiento de la tecnología es el alto volumen de tráfico vehicular, que incluye tanto vehículos pesados como ligeros, garantizando un flujo constante para la generación de energía (Torres, 2015).

Por otro lado, la implementación de proyectos energéticos basados en biomasa ha tenido un impacto significativo en diversas regiones del mundo, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles. La biomasa ha sido utilizada como fuente de energía en proyectos rurales y urbanos, demostrando su viabilidad tanto en áreas desarrolladas como en comunidades con recursos limitados.

En Nepal, uno de los casos más emblemáticos, se implementó un proyecto que utiliza biomasa para generar electricidad en comunidades rurales aisladas, basándose en residuos agrícolas como materia prima. Este proyecto ha sido clave para mejorar la calidad de vida de los habitantes de estas zonas, quienes previamente carecían de acceso a

la electricidad. Según Khanal et al. (2012), "la biomasa ofrece una solución viable y accesible para las comunidades rurales que carecen de acceso a la electricidad convencional".

El estudio resalta que la biomasa no solo proporciona una fuente de energía renovable, sino que también fomenta el desarrollo económico local, ya que muchos agricultores pueden generar ingresos adicionales al vender sus residuos agrícolas como materia prima para la generación de energía (Khanal et al., Biomass Energy Systems in Rural Nepal, 2012).

Además de Nepal, países como India y Brasil han sido pioneros en la adopción de sistemas basados en biomasa para electrificación rural y aplicaciones urbanas. En India, la biomasa se ha utilizado en áreas rurales y semiurbanas para generar electricidad y reducir la pobreza energética. Un estudio realizado por Basu et al. (2011) subraya la importancia de la biomasa como un recurso energéticamente eficiente y económicamente accesible, permitiendo un acceso confiable a la electricidad en áreas que tradicionalmente dependían de generadores de diésel o leña. Estos sistemas, además, han contribuido a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y han creado oportunidades de empleo en el sector agrícola y de energía renovable (Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory, 2011).

Asimismo, en Brasil, la biomasa ha sido clave en la producción de bioenergía a partir de residuos de la industria del azúcar y el etanol, lo que ha posicionado al país como uno de los líderes mundiales en energía renovable. Este enfoque ha permitido que zonas rurales participen activamente en la cadena de valor energética, lo que ha resultado en un modelo energético descentralizado y más inclusivo (Goldemberg, 2007). Según el autor, "la biomasa ha transformado áreas rurales, creando empleos y brindando acceso a energía limpia a comunidades que antes dependían de recursos contaminantes" (Goldemberg, J., Ethanol for a Sustainable Energy Future, 2007). En conjunto, estos proyectos demuestran que la biomasa no solo es una fuente renovable viable, sino también un motor para el desarrollo sostenible y el bienestar social en regiones donde el acceso a energía limpia es limitado. La replicación de estos modelos en otras partes del mundo podría acelerar la transición hacia sistemas energéticos más sostenibles y equitativos.

Metodología

La metodología utilizada en este proyecto de energías sostenibles para el alumbrado público y semáforos en el parque municipal de San Diego Xocoyucan es de carácter cuasi-experimental, dado que no es posible una asignación aleatoria de las áreas de intervención. El proceso comienza con una fase de planificación, donde se define el alcance del proyecto y se llevan a cabo reuniones con las autoridades municipales para delimitar la zona piloto y de estudio. Posteriormente, se realiza un análisis de viabilidad técnica, económica y ambiental, en el que se evalúan los costos y beneficios, además del impacto ambiental de la implementación de tecnologías verdes. En la fase de desarrollo se realiza un prototipo piloto de 5 lámparas y un semáforo y se consideran los siguientes procesos y materiales.

Conversión de Biomasa en Biogás

La biomasa (residuos de agave, bambú y yuca) se introduce en un gasificador recubierto con mallas aislantes metálicas que mantienen el calor interno. Se utiliza cobre para el intercambio de calor y para optimizar la transferencia de energía térmica.

Generación de Electricidad

El biogás alimenta un generador con bobinas de cobre, maximizando la eficiencia en la conversión de energía mecánica en eléctrica. La electricidad generada se transmite a través de cables de cobre con mallas metálicas para proteger contra interferencias externas.

Distribución a Alumbrado Público

La energía llega a las lámparas LED mediante conductores de cobre, asegurando baja pérdida energética. Finalmente, se lleva a cabo un monitoreo del rendimiento del sistema instalado y una evaluación de su eficacia, complementada con encuestas a la comunidad para medir su opinión y satisfacción del proyecto.

Análisis del proyecto.

El siguiente análisis incluye el prototipo desarrollado de 5 lámparas y un semáforo.

1. Consumo Energético

Para este proyecto se consideran los siguientes datos iniciales estimado, propuestos en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos de inicio

Concepto	Descripción/Valores
Potencia de cada lámpara LED	50 W
Potencia del semáforo	100 W
Horas de operación diarias	Lámparas: 12 horas; Semáforo: 24 horas

Fuente. Autoría propia.

Para el cálculo del consumo energético diario de las lámparas y semáforo (diario y mensual), se utilizan las siguientes fórmulas:

- Consumo diario lámparas
(kWh)= $0.05 \text{ kW} \times 5 \times 12 = 3 \text{ kWh}$
- Consumo diario semáforo
(kWh)= $0.1 \text{ kW} \times 24 = 2.4 \text{ kWh}$
- Consumo diario total
(kWh)= $3 + 2.4 = 5.4 \text{ kWh}$
- Consumo energético mensual
(kWh)= $5.4 \times 30 = 162 \text{ kWh}$

2. Emisiones de CO₂ Evitadas

Datos iniciales estimados:

- Factor de emisión para electricidad generada con combustibles fósiles: 0.4 kg CO₂/kWh.
- Consumo energético mensual del sistema: 162 kWh.

Cálculo de emisiones evitadas:

Emisiones evitadas (kg CO₂) = $162 \times 0.4 = 64.8 \text{ kg CO}_2$

3. Costos Operativos Mensuales en pesos mexicanos

Datos iniciales estimados:

- Costo del biogás generado: \$1.36 USD/kWh.
- Costo mensual en pesos: $162 \times 1.36 = 220.32 \text{ MXN}$

Resultados

El consumo energético del prototipo es eficiente y rentable. Se demostró que un sistema básico de 5 lámparas y 1 semáforo tiene costos mensuales bajos, resaltando la viabilidad del uso de biomasa como fuente de energía sostenible. Se identificó que el consumo Energético Mensual es de 162 kWh, las emisiones de CO₂ es de 64.8 kg CO₂ y los costos operativos mensual es de \$220.32 MXN.

Estos valores representan un sistema reducido con 5 lámparas y 1 semáforo, siendo ideales para un cálculo básico o para escalabilidad del proyecto.

Monitoreo y Evaluación

Una vez instalados los sistemas, se procede al monitoreo constante de su rendimiento, con el fin de evaluar su eficacia a lo largo del tiempo. Se implementan herramientas de seguimiento para medir el consumo energético, la durabilidad de los sistemas y su impacto en la reducción de las emisiones de CO₂. Además, se realizan encuestas de satisfacción entre los usuarios de la comunidad para evaluar su percepción sobre el prototipo del alumbrado y semáforo. Esta retroalimentación es clave para ajustar y optimizar el funcionamiento del prototipo antes de considerar su implementación a mayor escala.

Discusión

La implementación de tecnologías verdes basada en la transformación de residuos con plantas como el agave, el bambú y la yuca para la generación de biocombustibles puede ser una alternativa viable y rentable para la producción de energía sostenible para el alumbrado público y semáforos en una ciudad, lo que reducirá significativamente las emisiones de CO₂ y los costos operativos, promoviendo una infraestructura sostenible y eficiente.

El uso de un sistema basado en biocombustibles, además de ser más amigable con el medio ambiente, reduce significativamente tanto el consumo energético como los costos operativos. En un mes, el sistema de biocombustibles ahorra \$3,600 en costos operativos y reduce las emisiones de CO₂ en 18,000 kg, lo que convierte esta opción en una solución más rentable y sostenible.

Se diseñó y construyó un prototipo funcional de cinco lámparas de alumbrado público y un semáforo utilizando plantas, donde se obtuvo como resultado la obtención de energía para el encendido del alumbrado público y semáforos en el parque municipal y se observó una reducción significativa en el consumo de energía convencional y una mejora en la sostenibilidad del alumbrado público y semáforos.

Los resultados del proyecto de desarrollo de un prototipo de energías sostenibles para el alumbrado público y semáforos en el parque municipal de San Diego Xocoyucan se presentan en función de los objetivos planteados y las hipótesis establecidas. A continuación, se detallan los principales hallazgos y su relación con los objetivos específicos del proyecto.

Identificación y Análisis de Tecnologías Verdes, como resultado se identificaron y analizaron diversas tecnologías verdes adecuadas para el alumbrado público y semáforos. Entre las opciones evaluadas, la conversión de generación de energía a través de las plantas, se destacó como una alternativa viable.

En el desarrollo del Prototipo, el resultado obtenido es el diseño de un prototipo funcional de sistemas de alumbrado y semáforos utilizando energías renovables, específicamente biocombustibles derivados del uso de plantas.

Conclusiones

La implementación de tecnologías verdes basadas en la transformación de energía a través de plantas obtenido biocombustibles demostró ser una alternativa viable y rentable para la producción de energía sostenible. Este proyecto, enfocado en satisfacer las necesidades de alumbrado público y semáforos en el parque municipal de San Diego Xocoyucan, confirmó que la utilización de este sistema puede reducir significativamente las emisiones de CO₂ y los costos operativos, promoviendo una infraestructura más sostenible y eficiente.

Este prototipo abre la puerta a la replicación en otras comunidades con condiciones similares ya que la tecnología puede adaptarse a diferentes niveles de demanda energética, desde pequeños municipios hasta zonas urbanas más grandes. Este proyecto representa un modelo sostenible que integra beneficios ambientales, económicos y sociales, posicionándose como una solución clave para enfrentar los retos energéticos de las comunidades rurales y urbanas en el futuro.

Referencias

Beltrán-Heredia, J., Torregrosa-Jaime, B., Martínez-Corral, J. F., & Domínguez-Bocanegra, A. R. (2019). Producción de bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos en México: retos y oportunidades. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 18(3), 887-913.

Beltrán-Heredia, J., Sánchez-Martín, J., & Dávila-Gómez, M. T. (2011). La digestión anaerobia como alternativa de tratamiento a los residuos sólidos urbanos y manejo de biosólidos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27(4), 361-384.

Cortés Rodríguez, E. F., Hernández Medina, M. M., Lara Isassi, G., & de los Santos García, M. A. (2021). Potencial de producción de biocombustibles a partir de residuos agroindustriales en México. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 20(1), 1-22.

García-Valladares, O., & Gómez-Reino, C. (2012). Perspectivas de los biocombustibles en México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Goldemberg, J. (2007). Ethanol for a sustainable energy future. *Science*.

Olgún, E. J., Castillo, O. S., González-Portela, R. E., & Peraza-Echeverría, S. (2015). Biocombustibles a partir de microalgas: una perspectiva mexicana. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, 6(1), 1-10.

Islas, J., Manzini, F., & Masera, O. (2007). Valoración energética y económica de residuos sólidos urbanos en México. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 6(3), 341-355.

Khanal, S., et al. (2012). Biomass energy systems in rural Nepal. *Renewable Energy Journal*.

Rojas-Orozco, S., González-Rodríguez, R., & Marín-Tinoco, R. (2018). Producción de bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos: una revisión del caso de México. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 19(2), 193-208.

Torres, A. (2015). Viabilidad técnica y económica de la implementación de generadores piezoeléctricos en el municipio de Rionegro, Santander, Colombia. *Revista Internacional de Energías Renovables*, 12(3), 45-58.

Sistema de registro de actividades complementarias en institución

Pérez-Moreno Merced; Flores-Bonilla Blanca Judith; Desión-Hernández, Erick Manuel.
Instituto Tecnológico de Apizaco.

Nivel Superior

Área: Divulgación de la Ciencia

Resumen

El proyecto aborda la dificultad en las instituciones para mantener registros actualizados de las actividades complementarias o extraescolares de los estudiantes, afectando la supervisión y evaluación académica. Se plantea la creación de una base de datos centralizada para mejorar la transparencia y eficiencia en la gestión de programas académicos.

El objetivo principal es implementar un sistema de registro que optimice la gestión estudiantil y fortalezca la comunicación institucional. Para ello, se identifican las necesidades de los estudiantes, se recopilan y documentan requisitos, se diseña una arquitectura adecuada y se desarrolla el sistema con tecnologías apropiadas, incluyendo interfaces intuitivas.

El diseño del sistema busca complementar la formación académica con actividades que potencien el desarrollo integral de los estudiantes. En el desarrollo, se detallan los pasos para implementar el sistema de registro, asegurando escalabilidad, seguridad y usabilidad. Los resultados resaltan la importancia del sistema para una gestión eficiente y el desarrollo integral de los estudiantes, mejorando su experiencia educativa y fortaleciendo la reputación de cada una de las instituciones. En conclusión, la implementación del sistema de registro de actividades complementarias o extraescolares es esencial para las instituciones educativas, facilitando una gestión eficiente y promoviendo el desarrollo integral de los estudiantes.

Palabras clave

Instituciones, Registro, Comunicación Institucional, Implementación, Experiencia Educativa y Actividades Complementarias.

Abstract

The project addresses the difficulty in institutions to keep updated records of students' complementary or extracurricular activities, affecting academic supervision and evaluation. It proposes the creation of a centralized database to improve transparency and efficiency in the management of academic programs.

The main objective is to implement a registration system that optimizes student management and strengthens institutional communication. To this end, student needs are identified, requirements are gathered and documented, an appropriate architecture is designed and the system is developed with appropriate technologies, including intuitive interfaces.

The system design seeks to complement academic training with activities that enhance the integral development of students. In the development, the steps to implement the registration system are detailed, ensuring scalability, security and usability. The results highlight the importance of the system for efficient management and the integral development of students, improving their educational experience and strengthening the reputation of each of the institutions. In conclusion, the implementation of the registration system for complementary or extracurricular activities is essential for educational institutions, facilitating efficient management and promoting the integral development of students.

Key Words

Institutions, Registration, Institutional Communication, implementation Educational Experience and Complementary Activities.

Introducción

Se propone una base de datos centralizada que pueda mejorar la gestión de actividades complementarias o extraescolares en una institución, facilitando el seguimiento y evaluación de los estudiantes y mejorando su experiencia educativa. Actualmente, la falta de registros precisos dificulta la supervisión y promoción de la participación estudiantil. La implementación de un sistema de registro centralizado promete mayor transparencia, eficiencia y calidad en la gestión académica, permitiendo una actualización precisa de la información y promoviendo el compromiso estudiantil. El objetivo es diseñar y desarrollar este sistema, asegurando su escalabilidad, seguridad y usabilidad.

Marco Teórico

Actividades Complementarias en la Educación en Instituciones

Las actividades complementarias, como clubs escolares, deportes, voluntariado y proyectos de investigación son esenciales para el desarrollo integral de los estudiantes en instituciones educativas. Estas actividades permiten a los estudiantes adquirir habilidades adicionales que complementan su formación académica.

Importancia de la Gestión de Actividades Complementarias

Una gestión eficiente de las actividades complementarias permite. Un seguimiento detallado de la participación estudiantil y asegura que estas actividades cumplan su propósito educativo. Se destaca que un sistema de gestión adecuado puede fomentar habilidades como liderazgo, cooperación y responsabilidad social, contribuyendo al éxito académico y personal de los estudiantes. Además, facilita a los docentes la supervisión y evaluación del impacto de estas actividades en el desarrollo de los estudiantes.

Uso de Bases de Datos en la Gestión Educativa

Las bases de datos son herramientas fundamentales en la administración educativa para almacenar, organizar y gestionar información de manera eficiente. Los sistemas de gestión de bases de datos deberán facilitar el acceso a datos actualizados, permitiendo una toma de decisiones informada y mejorando la eficiencia en la gestión. (Concepto.com. (s.f.). Base de datos. Concepto. De. Recuperado el 19 de noviembre de 2024, de <https://concepto.de/base-de-datos/>).

En el contexto de una institución educativa, una base de datos centralizada puede mejorar la transparencia y la eficiencia en la gestión de programas académicos y actividades complementarias o extraescolares.

Transparencia y Eficiencia en la Gestión Académica

La transparencia en la gestión académica implica que la información esté disponible y accesible para todos los interesados, promoviendo la confianza y la rendición de cuentas. Se señala que la transparencia mejora la confianza de los estudiantes y el personal académico, lo que puede incrementar la participación y el compromiso. La eficiencia se refiere a la optimización de recursos y procesos para lograr mejores resultados. Un sistema de gestión de actividades complementarias o extraescolares sea centralizado y puede mejorar significativamente estos aspectos, facilitando tanto a estudiantes como a docentes el acceso a la información relevante.

Hipótesis del Estudio

La hipótesis de este estudio es que la implementación de un sistema de registro de actividades complementarias o extraescolares mejore la transparencia, eficiencia y calidad en la gestión académica de la institución. Este sistema centralizará y actualizará la información, facilitará el seguimiento y evaluación de las actividades, y promoverá una mayor participación de estudiantes y docentes.

Objetivos de Implementación

El objetivo general es implementar un sistema de registro de actividades complementarias para mejorar la gestión y seguimiento académico de los estudiantes y fortalecer la transparencia institucional. Los objetivos particulares son:

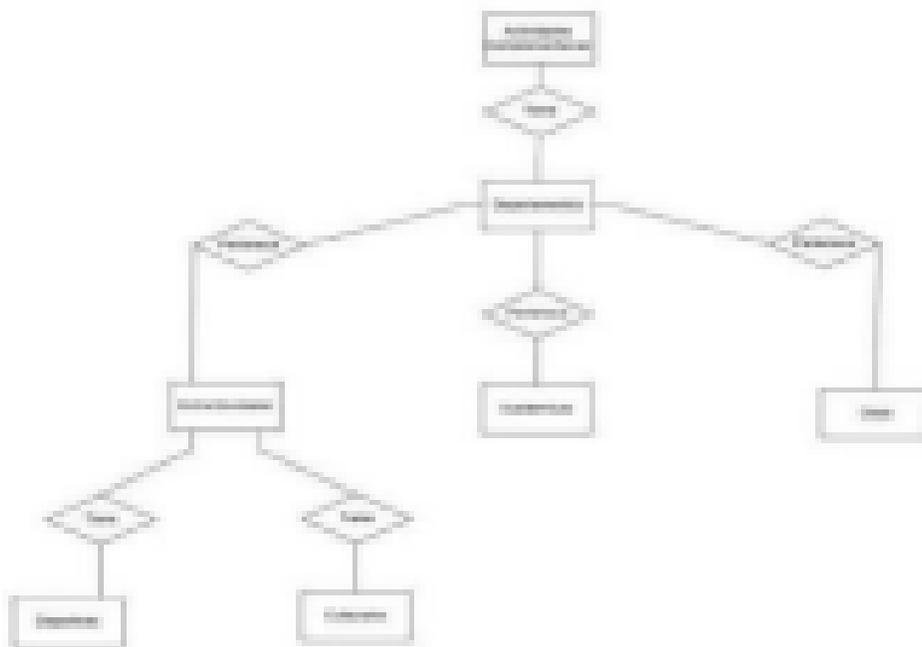
- Identificar las necesidades de estudiantes y docentes en relación con el sistema de registro de actividades complementarias.
- Documentar los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.
- Diseñar una arquitectura de sistema escalable, seguro y usable.
- Desarrollar el sistema siguiendo las mejores prácticas de desarrollo de software.
- Crear interfaces de usuario intuitivas para facilitar a estudiantes y docentes la gestión de información.

Requisitos del Sistema de Registro

Para desarrollar un sistema efectivo, es crucial identificar y documentar los requisitos funcionales (capacidades del sistema, como el registro y seguimiento de actividades) y no funcionales (calidad del sistema, como escalabilidad, seguridad, usabilidad y rendimiento). Un análisis exhaustivo de estos requisitos asegura que el sistema cumpla con las expectativas y necesidades de todos los usuarios.

En la figura 1 se muestra un diagrama de flujo para la gestión de proyectos, desde la definición de objetivos hasta la evaluación.

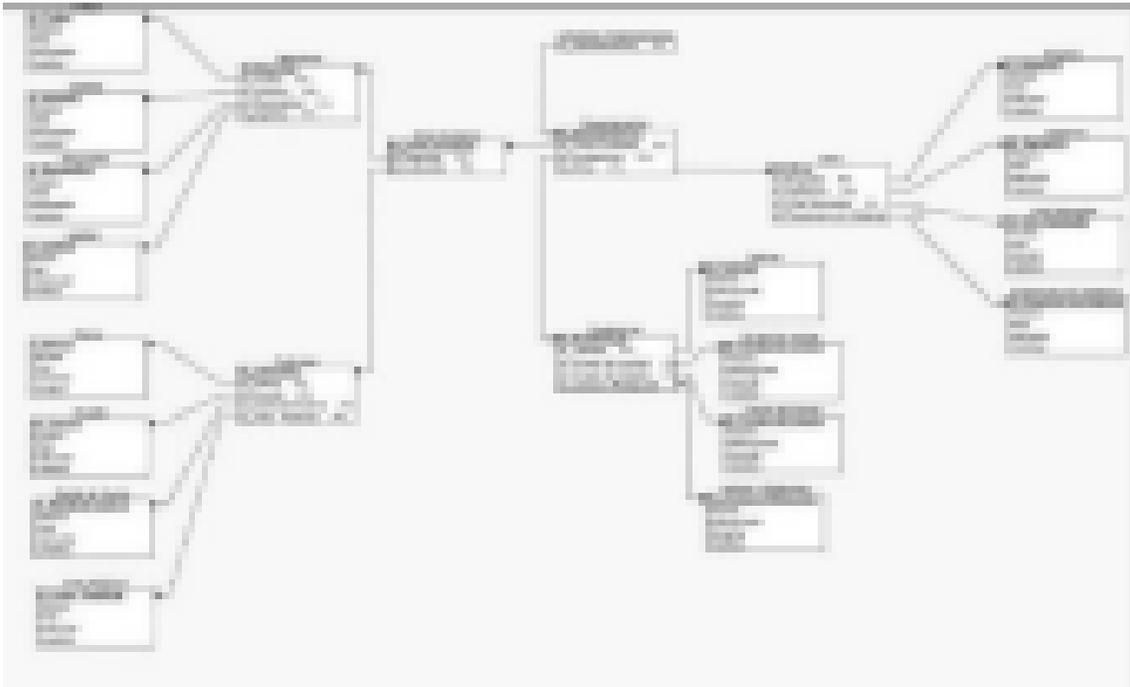
Figura 1. Diseño



Fuente. Autoría propia.

En la figura 2 se muestra un diagrama de actividades extracurriculares en una escuela, con detalles como horarios, áreas, instructores y créditos para cada actividad. Es una visión general del programa de actividades.

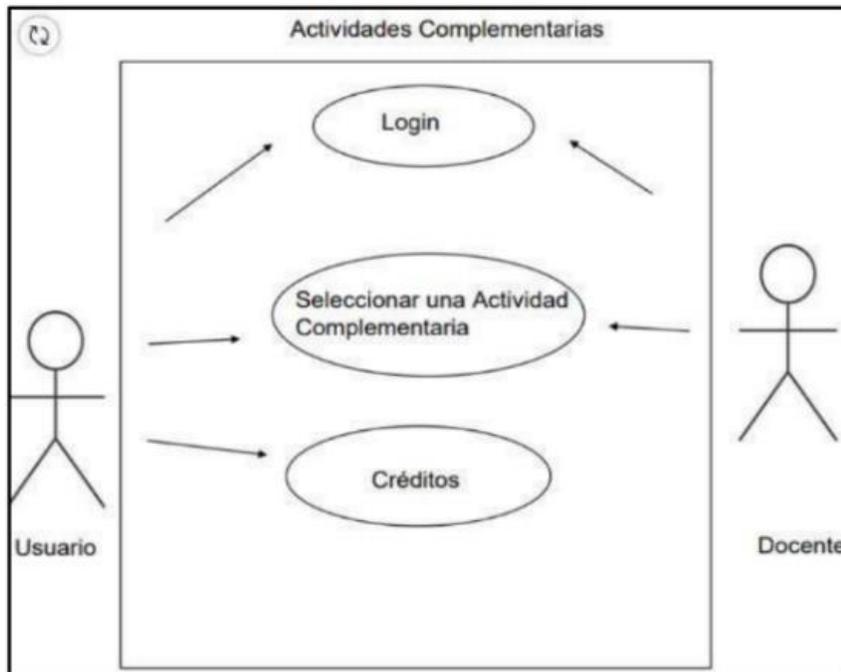
Figura 2. Representación del diseño



Fuente. Autoría propia.

En la figura 3 se muestra la interacción entre un estudiante y un profesor en actividades complementarias o extraescolares. El estudiante se registra, elige y participa en actividades, mientras el profesor supervisa y registra la participación. Estas actividades desarrollan habilidades, fomentan el aprendizaje y mejoran la autoestima de los estudiantes.

Figura 3. Diseño del prototipo



Fuente. Autoría propia.

Metodología

Se adoptó un estudio de caso en la institución para analizar la gestión de actividades complementarias o extraescolares. Se emplearon técnicas de observación y comprensión.

Tipo de Investigación

La investigación fue descriptiva y explicativa, detallando las características del problema y comprendiendo sus causas y efectos.

Recursos Utilizados

- Materiales: Computadoras, software de diseño de bases de datos y herramientas de desarrollo de software.
- Físicos: Salas de reuniones y laboratorios informáticos de la institución.
- Financieros: Presupuesto para licencias de software y permisos.

Variables

- Independientes: Eficiencia del sistema de registro.
- Dependientes: Calidad del seguimiento académico y satisfacción de los estudiantes.
- Indicadores Usados; Número de actividades registradas, tiempo de actualización, nivel de satisfacción de los docentes y estudiantes.

Procedimientos

- Identificación de Necesidades: análisis de procesos actuales.
- Diseño de la Arquitectura del Sistema: Diseño de diferentes diagramas UML, caso de uso entre otros, para la creación de la base de datos y arquitectura de software.
- Desarrollo del Sistema: Implementación del backend y frontend; integración y pruebas unitarias.
- Pruebas y Validación: Pruebas de funcionalidad, usabilidad, seguridad y carga.
- Monitoreo y Mejora Continua: Monitoreo del sistema, recopilación de feedback e implementación de mejoras.

Métodos de Análisis

- Análisis de Datos: Uso de software estadístico para evaluar la eficacia del sistema y la satisfacción de los docentes y estudiantes.
- Evaluación y Validación: Pruebas de usabilidad y seguridad.
- Tratamiento Estadístico: Análisis cuantitativo y cualitativo del impacto del sistema.

Limitaciones del Método

La principal limitación fue el tiempo disponible para la implementación completa del sistema.

Resultados y discusión

Se presentan los resultados obtenidos tras la implementación del sistema de registro de actividades complementarias o extraescolares en la institución. Los análisis estadísticos realizados incluyeron un análisis de frecuencia para determinar el número de actividades registradas por cada estudiante antes y después de la implementación del sistema.

En la imagen 1 se muestra la interfaz de la ventana principal de nuestra página web.

Imagen 1. Interfaz de la página web



Fuente. Autoría propia.

Los resultados indican una mejora significativa en la gestión de las actividades complementarias de los estudiantes. En la imagen 2 se muestra la interfaz del registro tanto del estudiante como del docente.

Imagen 2. Registro del estudiante y docente



Fuente. Autoría propia.

La implementación del sistema no solo ha incrementado el número de actividades registradas, sino que también ha mejorado la satisfacción de los estudiantes y la eficiencia del sistema. Estos hallazgos sugieren que la centralización y actualización precisa de los registros son fundamentales para la supervisión y evaluación académica, así como para la promoción de una experiencia educativa enriquecedora. Estos resultados confirman la hipótesis de que un sistema de registro bien diseñado y gestionado puede tener un impacto positivo en la administración académica y en la calidad de la experiencia estudiantil.

Conclusiones

La implementación de un sistema de registro de actividades complementarias o extraescolares es esencial para instituciones educativas, permitiendo una gestión eficiente y promoviendo el desarrollo integral de los estudiantes. Facilita la exploración de intereses, el desarrollo de habilidades y una participación consciente en el aprendizaje, beneficiando tanto a los estudiantes como a la institución.

Gráficas, tablas y figuras

En la imagen 3, se muestra la interfaz del registro del estudiante.

Imagen 3. Registro de estudiante

The screenshot shows a web browser window with a form titled "Registro de Actividad". The form contains the following fields: "Nombre:" (text input), "Número de Control:" (text input), "Actividad:" (dropdown menu with the text "Selecciona una actividad"), "Docente:" (text input), and "Área y Horario:" (dropdown menu with the text "Selecciona un horario"). At the bottom of the form, there are two blue buttons: "Registrar" and "Generar PDF o Imprimir". In the bottom right corner of the browser window, there is a small "Activar Windows" watermark.

Fuente. Autoría propia.

En la imagen 4, se muestra la interfaz del registro del docente.

Imagen 4. Registro del docente

The screenshot shows a web browser window with a form titled "Registro de Docente". The form contains the following fields: "Nombre Completo:" (text input), "Número de Control:" (text input), "Actividad que Imparte:" (text input), "Teléfono:" (text input), "Correo Institucional:" (text input), and "Contraseña:" (password input). At the bottom of the form, there is a blue button labeled "Registrarse".

Fuente. Autoría propia

En la imagen 5, se muestra la pantalla de registro a la actividad complementaria o extraescolar que el estudiante desea inscribirse.

Imagen 5. Pantalla de registro

This screenshot is identical to the one in Image 3, showing the "Registro de Actividad" form for a student. It includes fields for "Nombre:", "Número de Control:", "Actividad:" (dropdown), "Docente:", and "Área y Horario:" (dropdown), along with "Registrar" and "Generar PDF o Imprimir" buttons. A "Activar Windows" watermark is visible in the bottom right corner.

Fuente. Autoría propia.

En la imagen 6, se muestra la actividad complementaria o extraescolar ya seleccionada y lista para poder imprimirla para ser firmada por el docente.

Imagen 6. Actividad complementaria o extraescolar ya seleccionada



Fuente. Autoría propia.

Referencias

- Duckett, J. (2011). HTML and CSS: Design and Build Websites. John Wiley & Sons.
- Ullman, L. (2014). PHP and MySQL for Dynamic Web Sites: Visual QuickPro Guide. Peachpit Press.
- Duckett, J. (2014). JavaScript and JQuery: Interactive Front-End Web Development. John Wiley & Sons.
- Nixon, R. (2014). Learning PHP, MySQL & JavaScript: With jQuery, CSS & HTML5. O'Reilly Media.
- Mozilla Developer Network. (s. f.). MDN Web Docs. Recuperado de <https://developer.mozilla.org>

Elaboración de helado de frijol (*Phaseolus vulgaris L*) criollo colectado en la sierra norte de Puebla

Cortes-Hernández Erick; Cabrera-Juárez Zurit; Roldan-Lázaro Evelin; Reyes-García, Verónica.
Tecnológico Nacional México/Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala

Superior

Área: Agropecuarias y alimentos

Resumen

Actualmente la tendencia global del consumo de alimentos o productos con potencial funcional y nutraceútico, como los compuestos bioactivos o ingredientes naturales empleados en alimentos deriva de plantas medicinales, frutas y vegetales. Las investigaciones, van con orientación a la caracterización de componentes antioxidantes, prebióticos, probióticos y proteínas. Por lo que, el objetivo fue obtener extractos a base de frijol para desarrollar y formular helado y ser evaluados sensorialmente. Se logró la estabilidad fisicoquímica en dos formulaciones de helados: helado base fina (HBF) y helado base de agua (HBA), con extractos de frijol criollo del 50 % en ambas formulaciones, sin colorantes y aromatizantes.

La evaluación fue por escala hedónica de 7 puntos, a una población de 40 jueces no entrenados. Resaltando que el helado HBF tuvo una puntuación de aproximadamente de 7 correspondiente a me gusta mucho y para el helado HBA de 6 igual a me gusta moderadamente, en general mostraron buena aceptabilidad del consumidor y de atributos sensoriales. La finalidad es ofrecer opciones de consumo, así como enriquecer nutrimentalmente alimentos alternos a base de proteína vegetal con tecnologías para preservar y conservar los frijoles criollos de los productores locales y nacionales.

Palabras clave

Helado, frijol nativo, proteína, aceptabilidad sensorial.

Abstract

Currently, the global trend in the consumption of foods or products with functional and nutraceutical potential, such as bioactive compounds or natural ingredients used in food is derived from medicinal plants, fruits and vegetables. Research is oriented towards the characterisation of antioxidant, prebiotic, probiotic and protein components. Therefore, the objective was to obtain bean-based extracts to develop and formulate ice cream and to be sensorially evaluated. Physicochemical stability was achieved in two ice cream formulations: fine-based ice cream (HBF) and water-based ice cream (HBA), with 50% Creole bean extracts in both formulations, without colourings and flavourings.

The evaluation was by 7-point hedonic scale, to a population of 40 untrained judges. The HBF ice cream had a score of approximately 7 corresponding to I like it very much and for the HBA ice cream a score of 6 corresponding to I like it moderately, in general they showed good consumer acceptability and sensory attributes. The aim is to offer consumption options, as well as to nutritionally enrich alternative foods based on vegetable protein with technologies to preserve and conserve native beans from local and national producers.

Key Words

Ice cream, native bean, protein, sensory acceptability.

Introducción

En México, la producción de frijol se destina en forma directa al consumo humano, representando una de las principales fuentes de proteína para amplios sectores de la población mexicana. Asimismo, su consumo es generalizado entre la población de bajos ingresos, medios y hasta superiores. Por esto, la importancia de este grano en la dieta actual del país sigue siendo fundamental, además, el frijol común ha sido propuesto como un alimento funcional que contribuye con efectos benéficos a la salud al presentar propiedades terapéuticas (Abdulrahman et al., 2020).

Es de gran importancia tanto a nivel económico como cultural. Este cultivo no solo genera empleo y contribuye a la economía local, si no también forma parte de la identidad y tradición de la región, y contribuye en gran parte a la salud por sus compuestos bioactivos, como: la fibra dietaria total, y su alto contenido en proteínas, por eso es importante preservar y conservar el cultivo de frijol en la región, a través de la generación del conocimiento, para su aplicación en tecnologías convencionales y no convencionales el desarrollo de nuevos productos con la finalidad de enriquecer y/o potenciar estos compuestos. Por lo anterior, en el presente proyecto, busca metodologías o adaptar procesos, como alternativas, a través de innovar en la forma del consumo del frijol, para tal efecto se desarrollaron dos formulaciones de helados; base fina cremoso con leche y base de agua, se evaluaron diferentes colectas de frijol criollo y concentraciones de extractos hasta lograr la estabilidad de acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010, posteriormente fueron evaluadas sensorialmente por escala hedónica de 7 puntos, para su aceptabilidad del consumidor. La estabilidad y la estandarización del proceso en preparaciones gastronómicas de la heladería, es un reto, por el uso de una leguminosa, como una forma nueva de innovar y hacer que más personas consuman frijoles de una manera diferente, además del aporte nutricional a diferencia de los helados de marcas comerciales.

Marco teórico

Los granos de las leguminosas presentan una alta proporción de hidratos de carbono solubles (35- 70%), bajo contenido en grasas (1-2%), alto porcentaje de proteínas, en general superior al 20%, fibra que varía (5-10%) y sustancias minerales, próximas al 3%, destacando su alto contenido en calcio y hierro (Kan et al., 2018).

Diversos estudios han mostrado una correlación entre el consumo de (*P. vulgaris*) y la disminución de incidencias en enfermedades cardiovasculares, obesidad y diabetes (Cid G. et al., 2020). Estos beneficios han sido atribuidos a la presencia de compuestos con propiedades antioxidantes en el (*P. vulgaris*), como los compuestos fenólicos (taninos condensados y flavonoides) (Abdulrahman et al., 2020), además de los péptidos bioactivos que son liberados por hidrólisis enzimática de las proteínas. La (*P. vulgaris*) es la especie más conocida del género *Phaseolus* en la familia Fabácea. Sus semillas y, por extensión, la propia planta, reciben diversos nombres según la región; entre los más comunes están: alubia, judía, frijol, frísol, frejol, habichuela, caraota, poroto.

Beneficios

La fibra dietética del frijol contiene, sobre todo, celulosa y hemicelulosa, que previenen la constipación y generan su bajo índice glicémico. Además de la fibra, contiene algo que todos los mexicanos conocemos: aproximadamente dos gramos de azúcares complejos fermentables, principalmente rafinosa y estaquiosa que, si bien se han considerado indeseables por los problemas de flatulencia asociados, se ha indicado recientemente su relación con la prevención de enfermedades, entre ellas cáncer de colon (Nakamura et al., 2012).

El frijol también contiene una fracción de almidón resistente a la digestión, con un efecto similar al de la fibra soluble (disminución de la síntesis hepática del colesterol). Asimismo, es una fuente vegetal de hierro importante en la prevención de anemia y aunque es un mineral difícil de absorber, sobre todo cuando proviene de una fuente vegetal, si se come con salsa picante (ácida) o con un poco de limón, se facilita la disolución de las sales de hierro y por ende su aprovechamiento. Además, los frijoles contienen compuestos bioactivos conocidos como nutraceuticos (combinación de las palabras nutrimento y farmacéutico). En la cascarilla de frijol, específicamente los de tonalidades intensas u oscuras, hay antioxidantes de la familia de los flavonoides conocidos como antocianinas, que tienen propiedades benéficas, por ejemplo, anticancerígenas, antitumorales y antiinflamatorias, entre otras (Garzon, 2008; Bresanni, 1982; Reyes & Paredes, 1993; Prior & WU, 2006; Wang & Stoner 2008; Oohmah et al., 2010).

A este respecto, el grupo de investigación de la Dra. Lizbeth López del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) ha observado que el consumo de frijol, en cantidades de un plato por día (López Carrillo, 1999), reduce la incidencia de tumores cancerígenos, lo cual se ha confirmado epidemiológicamente en poblaciones donde el consumo de esta leguminosa es predominante, sobre todo en el caso de mujeres (Ward and López Carrillo, 1999; Reynoso et al., 2007; Galván et al., 2007).

Derivados de Frijol

Debido a la importancia nutricional y socioeconómica del frijol, el INIFAP busca alternativas para promover el consumo de esta leguminosa, mediante el desarrollo de diversos productos elaborados con harina de frijol y otros ingredientes benéficos para la salud. Los nuevos productos son: barras nutritivas, panqué, galletas, tallarines, humus y botanas (totopos y churros). Por ejemplo, en el caso de la barra nutritiva de frijol, se elaboró con harina de frijol cocido, avena, harina de maíz rojo cocido, xoconostle, entre otros. Dicha barra contiene dos veces más proteína, 45 por ciento más fibra, y 35 por ciento menos calorías que una barrita comercial similar. (De Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, s. f.).

Preservación de la semilla

Grupo Vicente Guerrero de Tlaxcala se ha consolidado como una importante referencia en el marco de la agroecología y de la soberanía alimentaria en México, desde hace 40 años son pioneros, promueven fondos de semillas maíz y frijol, para preservar la diversidad agraria, respaldar la sostenibilidad y fortalecer la seguridad alimentaria.

Mientras tanto los helados artesanales son considerados un producto lácteo congelado elaborado mediante la correcta combinación del frío, el movimiento y el aire. Está compuesto por una mezcla de ingredientes como productos lácteos, edulcorantes, estabilizantes, colores, sabores y componentes del huevo.

La composición del helado generalmente se expresa como porcentaje. de sus componentes, por ejemplo, el porcentaje de grasa láctea, sólidos lácteos no grasos, azúcar, sólidos de huevo, sólidos totales y estabilizadores. Estos últimos son los compuestos añadidos en cantidades muy pequeñas para influir fuertemente en la formación y crecimiento de cristales de hielo en el helado para así obtener el producto con el cuerpo y la textura deseados.

Metodología

Helado de base fina cremoso HBF

El frijol, fue donado por Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla (ITSSNP), las colectas fueron obtenidas de la sierra norte del estado de Puebla, México.

Obtención de extractos

Los frijoles, fueron procesados para su obtención en polvo, después fueron pasados por tamices para la uniformidad de partícula. La harina en polvo de frijol esta lista para hacer helado, licuados, galletas, panque, cremas instantáneas, tallarines etc., con proteína vegetal sin la necesidad de tener que cocer el frijol, preservando los antioxidantes y su calidad nutricional.

Se procesó la harina de frijol con agua hasta su pasteurización, se utilizó manta de cielo para obtener los extractos de frijol, se mezclaron los extractos en un 50 %, 60 %y 70 % a la base fina considerando los ingredientes como: leche bronca, leche clavel, lechera, azúcar, huevo, vainilla, grenetina y carboximetilcelulosa (CMC), se dejó en maduración por 24 horas en refrigeración, pasado el tiempo posteriormente, se utilizó una heladera para dar consistencia cremosa y una vez que se obtuvo se envaso el HBF y se congeló a -18 °C hasta su evaluación sensorial.

HBA, conocida como nieve, para esta preparación, mismo procedimiento anterior de extractos y su incorporación a la mezcla en los mismos porcentajes, fueron agregados a la base de agua que contenía: agua, azúcar, glucosa grenetina y CMC, se dejó en maduración por 24 horas en refrigeración, pasado el tiempo posteriormente, se utilizó una heladera para dar consistencia al HBA, fue envasado y se mantuvo en congelación a -18°C hasta su evaluación sensorial.

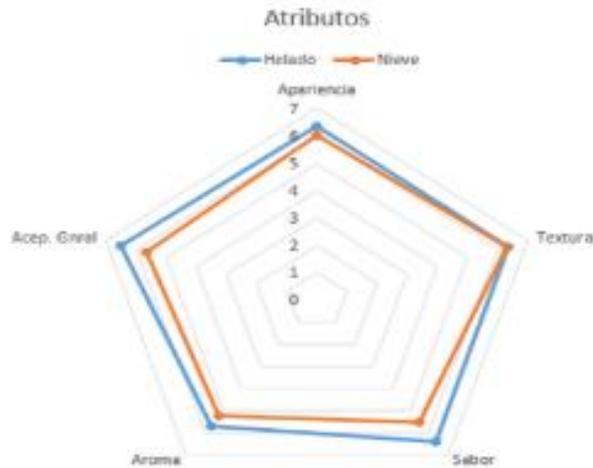
Evaluación sensorial

Herramienta utilizada de escala hedónica y de atributos para su evaluar su aceptabilidad general para el desarrollo de productos a base de frijol.

Resultados y discusión

La figura 1, muestra los resultados de la fórmula 546-H helado base fina, mostrando una aceptabilidad de 6.47, correspondiente a “Me gusta moderadamente” y para la fórmula 867-N helado base agua una aceptabilidad de 5.65, que corresponde a “Me gusta poco”, la mejor aceptabilidad general del consumidor fue para el helado de base fina 546-H.

Figura.1 Nivel de aceptación por el consumidor y comparación de atributos sensoriales HBF y HBA.



Fuente. Autoría propia.

De acuerdo a la figura 1, los atributos evaluados de apariencia, sabor, y aroma por el consumidor evidencian que la fórmula 546-H identificada con la línea azul, sobre sale del pentágono de la fórmula 867-N representada con la línea naranja, indicando que es mejor con respecto al helado base agua (nieve), mostrando en la gráfica 1, que el atributo de textura es igual en las dos formulaciones, por lo que no hay diferencia significativa, y podría verse remunerado en el costo del helado base agua en comparación con el helado base fina. Los helados artesanales son aceptados y generan rentabilidad, los consumidores están dispuestas a comprar sabores nuevos y únicos, algunas veces solo por probar o por las tendencias de alimentos a base de vegetales y de esta forma contar con variabilidad de alimentos con menos aditivos en comparación con las marcas comerciales que ofrecen helados a base de nata o crema que contienen entre 200 y 250 Kcal por 100 g el valor proteico es de aproximadamente de 5 g por 100 g de producto y suelen contener más de un 10% de grasas, generalmente saturadas, colorantes y saborizantes sintéticos. Sin embargo, el helado en sus orígenes no era un producto lácteo, sino más bien frutal, pero con el tiempo los derivados lácteos comenzaron a utilizarse en pequeñas proporciones y luego masivamente, en este sentido, se sugiere continuar con nuestros orígenes y sean más helados a base de fruta y vegetales (Morales G. 2015).

Conclusión

El desarrollo de los helados con extractos de frijol es una propuesta innovadora con el potencial de extender el consumo de este alimento y aprovechar sus propiedades nutricionales, además, de demostrar la aceptabilidad del consumidor, así como los atributos de sabor en el helado de base fina y helado de base de agua. Siendo el atributo de textura de agrado por los consumidores. Se espera que este proyecto de investigación contribuya a generar conocimiento sobre el desarrollo de productos a base de leguminosas y a promover una alimentación más saludable.

Referencias

Abdulrahman, BO, Bala, M. y Bello, OM (2020). Compuestos bioactivos del frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.). En HN Murthy y KY Paek (Eds.), *Compuestos bioactivos en hortalizas y legumbres subutilizadas* (pp. 1–20). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44578-2_38-1

Castillo, LR y Rojas, XF (2009). Los frijoles (*Phaseolus vulgaris*): Su aporte a la dieta del costarricense. *Acta Médica*.

Cid, GMS, Sánchez, CXM, Álvarez, GI, Madrigal, EB, Vásquez, GVR, Baltiérrez, RH, Villa, ST, Dávila, GO, & Jiménez, CM (2020). Modificación de la actividad antioxidante in vitro e in vivo mediante el consumo de garbanzos cocidos en un modelo de cáncer de colon. *Nutrientes*, 12 (9), 2572.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (sf). El INIFAP genera nuevos productos a base de frijol para mejorar l... [INIFAP genera nuevos productos a base de frijol para mejorar...].

Deosarkar, SS, Kalyankar, SD, Pawshe, RD y Khedkar, CD (2016). Helado: Composición y efectos sobre la salud. En *La enciclopedia de la alimentación y la salud* (Vol. 3, págs. 385–390).

Gonzalo, M. y Gonzalo, M. (2022). Helado: Valores nutricionales y consejos. *Blog Salud Mapfre*.

Juri Morales, G., & Ramírez-Navas, JS (2015). El helado desde la antigüedad hasta nuestros días. *Heladería Panadería Latinoamericana*, 233 (1), 60–68.

Kan, L., Nie, S., Hu, J., Wang, S., Bai, Z., Wang, J., ... y Song, K. (2018). Estudio comparativo sobre la composición química, antocianinas, tocoferoles y carotenoides de legumbres seleccionadas. *Química alimentaria*, 260, 317–326.

Secretaría de Salud. (2010, 27 de septiembre). Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba [Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, productos lácteos combinados y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba]. *Diario Oficial de la Federación*. <http://dof.gob.mx/normasOficiales/4156/salud2a/salud2a.htm>

Ramírez-Navas, JS, Rengifo-Velásquez, CJ y Rubiano-Vargas, A. (2015). Parámetros de calidad en helados. *Revista Reciteia*, 15 (1), 79–94.

Sistema integral de aprendizaje y comunicación mediante tecnologías inteligentes para niños TEA en nivel primaria (EduMathby IA)

Muñoz-Sanluis, Abigail; Flores-Pulido, Leticia.
Universidad Autónoma de Tlaxcala (FCBlyT).

Superior

Área: Tecnologías de la información y la comunicación

Resumen

La tecnología educativa está transformando el aprendizaje, pero persiste la duda de si los alumnos realmente comprenden o solo siguen patrones preestablecidos. Este desafío es crítico en primaria, donde los enfoques globales no siempre atienden necesidades individuales. EDUMATHBY-IA, basado en la "Teoría del aprendizaje móvil" (m-Learning), utiliza inteligencia artificial evolutiva para personalizar la educación. Utilizando modelos predictivos, redes neuronales y algoritmos de aprendizaje profundo, adapta contenidos a las características de cada estudiante, fomentando un aprendizaje autónomo e inclusivo

Los resultados indican mejoras significativas en la comprensión matemática y motivación estudiantil, destacando el potencial del enfoque semipersonalizado. Además, el sistema promueve la autorrealización al permitir que los alumnos avancen según su ritmo. En conclusión, EDUMATHBY-IA es una herramienta eficaz para transformar la educación primaria, respondiendo a necesidades individuales y promoviendo un modelo inclusivo que maximiza el desarrollo cognitivo.

Palabras clave

Inteligencia artificial evolutiva (IA), educación personalizada, patrones de estudio, patrones inteligentes, E-learning.

Abstract

Educational technology is transforming learning, yet doubts remain about whether students truly understand or merely follow predefined patterns. This challenge is particularly critical in primary education, where global approaches often fail to address individual needs. EDUMATHBY-IA, based on the "Mobile Learning Theory" (m-Learning), leverages evolutionary artificial intelligence to personalize education. By utilizing predictive models, neural networks, and deep learning algorithms, it adapts content to each student's unique characteristics, fostering autonomous and inclusive learning.

The results show significant improvements in mathematical comprehension and student motivation, highlighting the potential of the semi-personalized approach. Moreover, the system encourages self-fulfillment by allowing students to progress at their own pace. In conclusion, EDUMATHBY-IA proves to be an effective tool for transforming primary education, addressing individual needs, and promoting an inclusive model that maximizes cognitive development.

Key Words

Evolutionary artificial intelligence (AI), personalized education, study patterns, intelligent patterns, E-learning.

Introducción

En la actualidad, la tecnología educativa está marcando un antes y un después en el desarrollo cognitivo y en el aprendizaje autónomo y didáctico de los estudiantes en el aula. Sin embargo, surge una pregunta crucial: ¿realmente los alumnos están aprendiendo, o simplemente siguen un patrón de estudio que no es comprendido por todos? Esta es una realidad común en muchas aulas de todos los niveles educativos, y en la educación primaria no es la excepción. Los enfoques pedagógicos actuales no siempre logran cumplir con las diversas necesidades educativas de los estudiantes.

Uno de los paradigmas más relevantes en este contexto es el enfoque m-Learning (aprendizaje móvil), una teoría pedagógica que enfatiza el uso de dispositivos móviles y tecnologías inalámbricas para facilitar el aprendizaje en cualquier lugar y momento. Este enfoque promueve la autonomía y autorrealización del estudiante, permitiendo la personalización del aprendizaje a través de aplicaciones y recursos educativos adaptativos. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, este modelo no ha sido correctamente introducido en las aulas. El aprendizaje actual tiende a ser globalizado y grupal, promediando las necesidades de todos los estudiantes sin considerar las diferencias individuales de cada uno.

Como bien se señala en la frase inspiradora: "El aula tradicional no se ajusta a nuestras necesidades cambiantes", nos invita a reflexionar sobre cómo las aulas tradicionales, con sus deficiencias, no logran cubrir las necesidades educativas de cada estudiante. Esto refleja la necesidad de complementarse con nuevos enfoques que abarcan la diversidad de estilos de aprendizaje.

El objetivo de esta investigación es analizar y evaluar el desempeño de estudiantes de diferentes grados de educación básica en nivel primaria, con el propósito de mejorar su nivel académico a través de un modelo de aprendizaje semi-personalizado y autónomo, que guíe al alumno hacia la autorrealización educativa desde una temprana etapa. Se busca ofrecer a los alumnos la oportunidad de avanzar a su propio ritmo, respetando sus necesidades individuales y optimizando su experiencia educativa de manera didáctica.

Para lograr este enfoque, analizaremos aportes a la construcción del modelo semi-personalizado mediante la construcción de inteligencia artificial a través del reconocimiento de patrones y la creación de algoritmos evolutivos y predictivos que han contribuido significativamente a este campo.

Marco teórico

La convergencia de la tecnología en el área de la educación ha dado lugar a cambios significativos en la forma en que los estudiantes acceden a la información y adquieren conocimientos de forma virtual. En este contexto, la Inteligencia Artificial evolutiva y predictiva (IA) emerge como una alternativa al aprendizaje mediante E-Learning, ofreciendo oportunidades sin precedentes para personalizar el proceso educativo de cada alumno.

Desde la perspectiva del constructivismo, planteado por Piaget y Vygotsky, "el aprendizaje se concibe como un proceso activo en el cual los estudiantes construyen su propio conocimiento a través de la interacción con el entorno y el intercambio con otros". Mediante la introducción de sistemas de inteligencia artificial (IA) en la educación, particularmente aquellos diseñados para la personalización del aprendizaje, se alinean con los principios que propone el constructivismo, ya que permiten adaptar el contenido y las estrategias de enseñanza según las necesidades individuales de los estudiantes para un aprendizaje efectivo.

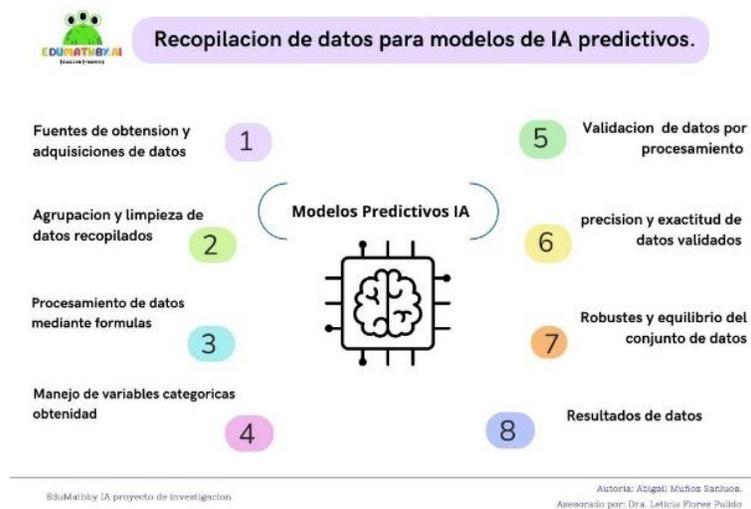
La teoría del aprendizaje adaptativo propone que la educación efectiva debe ajustarse a las habilidades, necesidades y progreso individual de cada estudiante para lograr un aprendizaje efectivo. Los sistemas de IA en la educación, mediante el análisis continuo de datos y la aplicación de algoritmos evolutivos y predictivos, pueden proporcionar un entorno de aprendizaje que se adapte dinámicamente a las fortalezas, necesidades y debilidades de cada estudiante. Este enfoque se alinea con los principios del condicionamiento propuestos por Burrhus Frederic Skinner (1950), donde el refuerzo positivo y la adaptación continua son fundamentales para el aprendizaje significativo del alumno.

La teoría de la cognición distribuida, propuesta por Hutchins (1995), sostiene que el conocimiento no está limitado al individuo, sino que se extiende a través de entornos sociales y tecnológicos. La integración de la IA evolutiva en la educación amplía esta noción al facilitar la interacción del estudiante con recursos digitales inteligentes, creando

un entorno educativo en el que la cognición se distribuye entre el estudiante y la tecnología para crear un resultado favorable en el desempeño del alumno.

El Sistema de Aprendizaje Semi-Personalizado (SASP) representa un enfoque educativo que combina la personalización del aprendizaje con estructuras generales. Este enfoque busca equilibrar la individualización del aprendizaje con la eficiencia de la enseñanza masiva en el aula. Al permitir un grado de adaptación y predicción de tendencias, el sistema atiende las necesidades específicas de los estudiantes (Johnson et al., 2020; Smith, 2019) como se muestra en la figura 1.

Los Modelos Cognitivos, utilizados en Figura 1. Recopilación de datos



Fuente. Autoría propia.

Los entornos educativos buscan comprender, analizar y replicar los procesos mentales que intervienen en el aprendizaje de los alumnos. Estos modelos inteligentes, que abarcan desde teorías clásicas del aprendizaje como el conductismo y el constructivismo, hasta enfoques más modernos como la teoría de la cognición distribuida, han impulsado el diseño de estrategias pedagógicas y la creación de entornos de aprendizaje inteligentes, alineados con la forma en que los estudiantes asimilan, analizan y procesan la información (García, 2018; Patel & Brown, 2021).

En relación al conductivismo, Skinner desarrolló su teoría del condicionamiento operante, una forma de aprendizaje asociativo en la que los comportamientos son fortalecidos o debilitados mediante recompensas o castigos. Skinner argumenta que el comportamiento observable de los alumnos puede ser estudiado de manera objetiva y cuantitativa, y que el entorno juega un papel fundamental en la formación de la conducta. Estas teorías son aplicadas en entornos reales en las aulas mediante métodos de adaptación educativa, donde se evalúan las fortalezas y debilidades del alumno con el fin de llegar a un punto neutral en el aprendizaje individual y colaborativo.

Con la creciente integración de tecnologías y sistemas de aprendizaje basados en análisis de datos, la consideración de la privacidad de los datos en el contexto educativo se vuelve esencial. Es crucial proteger la información personal y académica de los estudiantes y los profesores colaboradores del sistema. La implementación de políticas de privacidad debe abordar la recopilación, almacenamiento y uso de datos de manera ética, con el consentimiento informado de los estudiantes, padres de familia, tutores y profesores participantes.

Metodología

La seguridad de la información en entornos educativos digitales requiere medidas clave como la encriptación de datos (TLS para tránsito y AES-256 para reposo) y autenticación multifactor (MFA) para proteger la confidencialidad. Se debe implementar control de acceso basado en roles (RBAC) y sistemas de monitoreo como IDS/IPS para detectar amenazas.

Además, es esencial usar software antivirus, realizar copias de seguridad regulares y aplicar anonimización de datos personales, cumpliendo con normativas como el GDPR. La colaboración entre instituciones educativas y proveedores de tecnología es crucial para mantener la seguridad y privacidad de los datos.

Para la construcción de este proyecto, se empleó el Algoritmo Evolutivo Diferencial (AED), un método de optimización inspirado en los procesos evolutivos naturales, que destaca por su capacidad para resolver problemas complejos de predicción en contextos educativos. Este enfoque se utilizó para desarrollar un sistema capaz de ajustar dinámicamente las predicciones del rendimiento académico de los estudiantes, mejorando continuamente la precisión mediante un proceso iterativo basado en operadores evolutivos como la selección, el cruce y la mutación.

El AED comienza con una población inicial de soluciones candidatas, representadas como vectores en un espacio multidimensional. Cada solución se define mediante un cromosoma que codifica los parámetros del modelo predictivo. El algoritmo aplica operadores evolutivos iterativos para generar nuevas soluciones, seleccionando las mejores en función de una función de evaluación conocida como *fitness*. La representación de las soluciones y la función de *fitness* son pilares fundamentales para asegurar que el modelo sea eficiente y preciso.

El proceso de generación de nuevas soluciones se basa en la siguiente fórmula del AED:

$$v_i^{(t+1)} = x_r^{(t)} + F \cdot (x_b^{(t)} - x_r^{(t)}) + F \cdot (x_1^{(t)} - x_2^{(t)})$$

La fórmula del Algoritmo Evolutivo Diferencial (AED) permite generar nuevas soluciones a partir de combinaciones lineales de las existentes en la población actual. En este caso, se genera el vector mutante como una solución candidata. Este vector se construye a partir de un vector base.

El término introduce un sesgo hacia las mejores soluciones al considerar la diferencia entre el mejor vector de la población actual y el vector base. Esto permite que el algoritmo dirija su búsqueda hacia regiones del espacio de soluciones más prometedoras. Por otro lado, otro término introduce diversidad en el proceso de búsqueda. Este componente se obtiene de la diferencia entre dos vectores seleccionados aleatoriamente.

El factor de escalada controla la magnitud de estas diferencias, equilibrando el nivel de exploración y explotación del algoritmo. En conjunto, la fórmula genera nuevas soluciones ajustadas dinámicamente a medida que avanza el proceso evolutivo, con el objetivo de encontrar la mejor solución posible.

Este proceso se repite en múltiples generaciones, evaluando cada nueva solución mediante la función de *fitness*. Aquellas que mejoran el modelo se incorporan a la población, mientras que las menos efectivas son descartadas.

En el contexto de este proyecto, el AED se complementa con algoritmos de aprendizaje profundo, como las redes neuronales recurrentes (RNN) y las redes generativas antagónicas (GAN). Las RNN permiten modelar patrones temporales en los datos de los estudiantes, como la evolución de sus hábitos de estudio, mientras que las GAN generan datos sintéticos que enriquecen el entrenamiento del modelo. Este enfoque híbrido combina las fortalezas del AED y del aprendizaje profundo, permitiendo construir un sistema robusto y personalizado para predecir el rendimiento académico.

Además, se calcularon métricas estadísticas como medias, covarianzas y varianzas durante la etapa de recolección de datos, fundamentales para comprender la distribución de las variables y ajustar los coeficientes del modelo predictivo. Estas métricas iniciales aseguran que las predicciones se basen en información confiable y representativa.

Resultados y discusión

El sistema educativo basado en inteligencia artificial (IA), que se encuentra actualmente en fase de desarrollo, ha mostrado avances significativos en su implementación parcial. Aunque aún no se ha alcanzado una implementación completa, los resultados preliminares obtenidos durante los pilotos realizados con estudiantes demuestran el gran potencial del sistema para mejorar el rendimiento académico y personalizar el proceso de aprendizaje. Este enfoque

utiliza algoritmos inteligentes que, mediante el análisis de datos y la evolución de las predicciones, permiten ajustar el aprendizaje a las necesidades individuales de cada estudiante.

Finalmente, se prevé el uso de gráficos de dispersión para visualizar las relaciones entre las variables clave del modelo y el rendimiento académico de los estudiantes una vez que el sistema haya sido alimentado con suficientes datos. Estas representaciones gráficas serán esenciales para identificar patrones y áreas de mejora, facilitando el desarrollo continuo de un sistema educativo inteligente que se adapta a las necesidades específicas de cada estudiante y mejora conforme se recopilen y analicen nuevos datos.

En los pilotos realizados, se administran pruebas de desarrollo a los estudiantes antes y después de la implementación parcial del sistema, lo que permitió observar una mejora notable en su desempeño. Los modelos de IA entrenados lograron una precisión de predicción del 99.35% en el rendimiento académico de los estudiantes, y del 98.96% en la evolución de las tendencias de aprendizaje. Estos resultados reflejan la capacidad del sistema para predecir de manera precisa y ajustar las estrategias de enseñanza a las necesidades cambiantes de los estudiantes.

Durante estos pilotos, se utilizaron gráficos de dispersión para visualizar la relación entre los valores reales, los predichos y los evolucionados, lo cual permitió identificar patrones y áreas de mejora en la predicción del rendimiento académico. Los valores reales, representados por círculos verdes, reflejan las observaciones directas del rendimiento de los estudiantes.

Los valores predichos, marcados con cruces azules, son generados por el modelo de IA que estima los rendimientos basados en datos previos de los estudiantes, mientras que los valores evolucionados, indicados con cuadrados naranjas, son los resultados ajustados a través del algoritmo evolutivo diferencial que mejora las predicciones iniciales.

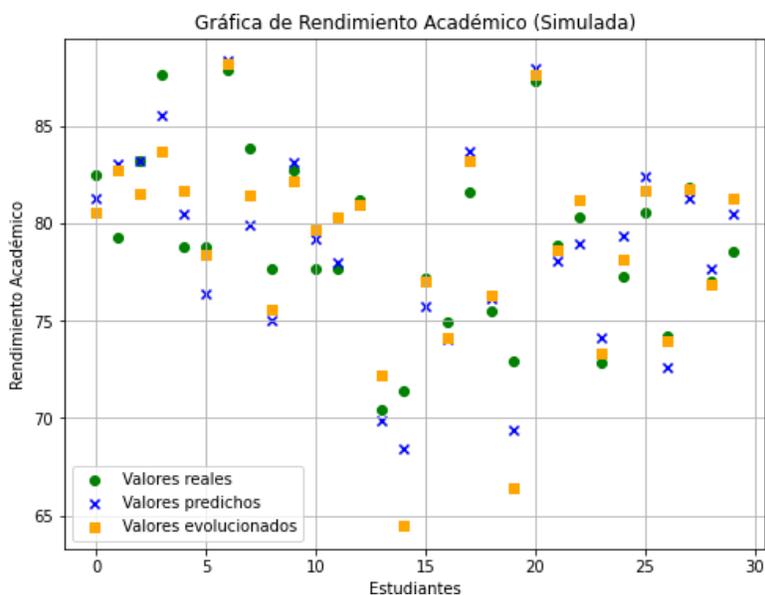
Los resultados obtenidos en los pilotos indican que el sistema tiene una gran capacidad para mejorar la personalización del aprendizaje. Los estudiantes mostraron una adaptación dinámica a las recomendaciones del sistema, con una mejora destacada en el rendimiento académico. En las pruebas previas y posteriores a la implementación parcial, los estudiantes exhibieron avances significativos en áreas clave como la resolución de problemas, la comprensión de conceptos matemáticos y la capacidad de aplicar estrategias de aprendizaje eficientes.

Uno de los hallazgos más interesantes de los pilotos fue la identificación de patrones en el comportamiento de los estudiantes, lo que permitió al sistema predecir con alta precisión los posibles puntos de dificultad para cada alumno. Este ajuste en tiempo real proporciona un enfoque altamente personalizado, que optimiza el proceso de aprendizaje y evita la rigidez de los métodos tradicionales.

Para ilustrar mejores estos resultados, se generaron gráficos piloto que muestran la relación entre los valores reales, predichos y evolucionados del rendimiento académico. Las gráficas de dispersión utilizadas muestran cómo el sistema de IA predice de manera precisa los rendimientos de los estudiantes basados en los datos anteriores, y cómo las predicciones evolucionan para adaptarse mejor a la realidad del rendimiento observado.

En estas gráficas, los valores reales están representados por círculos verdes, los valores predichos por cruces azules y los valores evolucionados por cuadrados naranjas. Estas gráficas son cruciales para la evaluación continua del sistema, ya que permiten observar cómo se ajustan las predicciones a medida que se recopilan más datos. En el futuro, una vez completado el desarrollo del sistema, estas gráficas servirán como herramienta clave para monitorear el rendimiento de los estudiantes y asegurar que el sistema educativo se mantenga alineado con sus necesidades como se muestra en la figura 2.

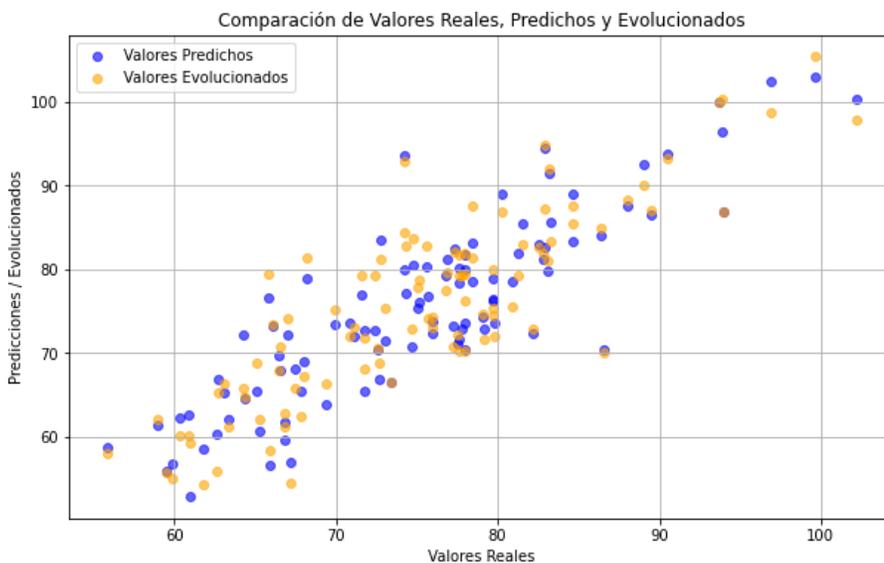
Figura 2. Gráfica de simulación pruebas piloto



Fuente. Autoría propia.

A medida que el sistema continúe su desarrollo, los resultados de estos pilotos proporcionarán una base sólida para realizar ajustes y mejoras adicionales. La retroalimentación recibida de los usuarios, tanto estudiantes como docentes, será crucial para refinar la personalización del aprendizaje y garantizar que el sistema sea lo más efectivo posible como se muestra en la figura 3 en la comparación de valores.

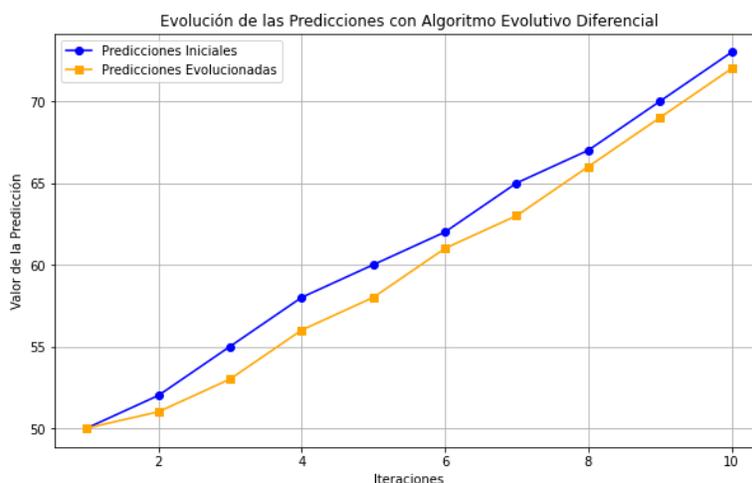
Figura 3. Gráfica de simulación de comparación de valores



Fuente. Autoría propia.

La implementación parcial ha demostrado que el uso de IA y algoritmos evolutivos tiene un alto potencial para transformar el aprendizaje en la educación primaria. Con la capacidad de personalizar y ajustar las estrategias de enseñanza en tiempo real, el sistema tiene el potencial de mejorar la eficiencia educativa y ayudar a los estudiantes a alcanzar su máximo potencial como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Gráfica de simulación de evolución de predicciones



Fuente. Autoría propia.

Una vez que se complete el desarrollo completo del sistema, se prevé que este enfoque, que combina E-Learning e IA evolutiva, pueda escalarse para su uso en diferentes contextos educativos, proporcionando una herramienta poderosa para la enseñanza y el aprendizaje personalizado en diversas áreas del conocimiento.

Conclusiones

En conclusión, la implementación del sistema EduMathby-IA, un sistema de E-Learning basado en IA evolutiva, predictiva y procesamiento de patrones inteligentes, ha demostrado ser altamente prometedora en el ámbito de la educación primaria. Aunque actualmente el sistema se encuentra en desarrollo, los resultados preliminares obtenidos de las pruebas piloto y evaluaciones realizadas evidencian la efectividad de la personalización del aprendizaje y la mejora del rendimiento académico de los estudiantes. La aceptación y colaboración positiva de los usuarios han sido clave en este proceso de construcción, lo que sugiere un buen camino para su implementación futura.

El sistema se caracteriza por su capacidad de adaptación y evolución continua, lo que le permite mantenerse alineado con las tendencias educativas actuales y futuras. Esta flexibilidad es fundamental para asegurar la relevancia y efectividad del sistema a largo plazo, considerando también la seguridad de los datos como un aspecto clave en su desarrollo.

Es importante destacar que estos logros representan solo el inicio de un proceso de identificación de nuevos desafíos y oportunidades dentro de la educación primaria. El sistema, aún en construcción, tiene un gran potencial para escalar, mejorando su funcionalidad e integración con tecnologías educativas avanzadas, y permitiendo la incorporación de nuevas metodologías pedagógicas. Este avance sienta las bases para futuras mejoras y una integración exitosa de IA evolutiva y patrones inteligentes en el campo educativo.

A pesar de estar en su fase de desarrollo, EduMathby-IA promete ser un catalizador para un cambio significativo en la educación primaria, brindando una experiencia de aprendizaje dinámico, adaptable y centrado en el estudiante. El sistema no solo busca mejorar los resultados académicos, sino también hacer del aprendizaje una experiencia divertida y motivadora. La adaptabilidad continua y la automatización del proceso educativo son factores que preparan el camino para un futuro educativo más dinámico y personalizado, en línea con los objetivos de nuestra misión.

Referencias

Al Día, D. (2022-2024). Constructivismo: Qué es, autores y ejemplos.

Secretaría de Educación Pública. (2023). Educación básica.

Secretaría de Educación Pública. (2023-2024). Catálogo de libros de texto gratuitos de nivel primaria: Ciclo escolar 2023-2024.

Ochoa-Montiel, R., Carrasco-Aguilar, M. A., Sánchez-López, C., Albores-Velasco, F. J., Morales-López, F. E., & Flores-Pulido, L. (2017). Segmentation by using differential evolution with constraints handling. 2017 IEEE Latin American Conference on Computational Intelligence (LA-CCI), 1–6. [https://doi.org/\[DOI\]](https://doi.org/[DOI])

Psicoactiva. (2023). Burrhus Frederick Skinner y el conductismo.

Smith, J., & Johnson, R. (2019). Assessing students' learning strategies: The ACRA scale revisited. *Journal of Educational Research*.

Tipantasig, J. (2023). Estrategias de aprendizaje y desempeño académico.

El aula inteligente y la educación inclusiva para personas con discapacidad visual

Torres-Fernández, Astrid Ariadna. García-Lara, Marisol. Ramírez-Pastrana, Abigail. Orguín-Ferniza, Manuel; Reyes-García, Verónica.

Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala

Superior

Área: Ciencias Sociales y Humanidades

Resumen

Este proyecto busca desarrollar un aula inteligente inclusiva diseñada específicamente para personas con discapacidad visual, con el objetivo de garantizar su acceso equitativo a la educación. Este espacio estará equipado con tecnologías de asistencia como sistemas de audio, materiales en braille, lectores de texto y dispositivos táctiles. Se emplearán estrategias de diseño universal para el aprendizaje, asegurando que el entorno permita la interacción autónoma y participativa de los estudiantes.

La propuesta incluye un diagnóstico inicial para identificar las necesidades educativas, seguido por el diseño e implementación del aula y su posterior evaluación. Este proyecto aborda barreras educativas mediante herramientas tecnológicas que promueven la equidad, alineándose con los principios de la educación inclusiva y las normativas internacionales sobre accesibilidad.

Se espera que los resultados demuestren mejoras significativas en el desempeño y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes con discapacidad visual, además de proporcionar un modelo replicable para otras instituciones educativas. Este enfoque innovador busca no solo facilitar el aprendizaje, sino también fomentar la integración y participación plena de las personas con discapacidad visual en la sociedad.

Palabras clave

Aula inteligente, discapacidad visual, tecnologías de asistencia, educación inclusiva, diseño universal.

Abstract

This project seeks to develop an inclusive smart classroom designed specifically for people with visual disabilities, with the aim of guaranteeing their equitable access to education. This space will be equipped with assistive technologies such as audio systems, braille materials, text readers and touch devices. Universal design strategies will be used for learning, ensuring that the environment allows for the autonomous and participatory interaction of students.

The proposal includes an initial diagnosis to identify educational needs, followed by the design and implementation of the classroom and its subsequent evaluation. This project addresses educational barriers through technological tools that promote equity, aligning with the principles of inclusive education and international regulations on accessibility.

The results are expected to demonstrate significant improvements in the performance and learning experience of students with visual impairments, as well as providing a replicable model for other educational institutions. This innovative approach seeks not only to facilitate learning, but also to encourage the integration and full participation of people with visual disabilities in society.

Key Words

Smart classroom, visual disability, educational inclusion, assistive technologies, inclusive education, universal design.

Introducción

La educación inclusiva es un concepto fundamental en la construcción de sociedades equitativas y justas. Representa el compromiso de garantizar que todas las personas, independientemente de sus condiciones físicas, sensoriales o cognitivas, tengan acceso a una educación de calidad en entornos diseñados para atender la diversidad.

Sin embargo, en la práctica, las personas con discapacidad, particularmente aquellas con discapacidad visual, enfrentan barreras significativas que limitan su acceso al conocimiento, la participación activa y el pleno desarrollo de sus capacidades en contextos educativos convencionales.

La falta de herramientas y recursos accesibles en las aulas tradicionales perpetúa la exclusión y refuerza desigualdades sociales. Esto no solo afecta a los estudiantes en términos académicos, sino que también impacta su autoestima y su integración en la sociedad. Ante este panorama, surge la necesidad de adoptar enfoques innovadores que combinen principios de inclusión educativa con tecnologías avanzadas, dando lugar a propuestas como el aula inteligente e inclusiva.

Este proyecto tiene como propósito diseñar e implementar un prototipo de un aula especialmente adaptada para estudiantes con discapacidad visual, integrando tecnologías de asistencia como sistemas de audio, lectores de texto, dispositivos táctiles y materiales en braille. Estas herramientas no solo facilitan el acceso al contenido educativo, sino que también promueven un aprendizaje autónomo y participativo. Además, el diseño del aula se basa en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), que busca crear entornos flexibles capaces de responder a las necesidades individuales de cada estudiante.

El aula inteligente propuesta no es únicamente un espacio físico adaptado, sino un modelo educativo inclusivo que responde a las exigencias de la era digital.

Este modelo considera tanto la infraestructura como la capacitación, asegurando que la implementación de las tecnologías sea efectiva y beneficie directamente a personas con capacidad visual. Asimismo, busca ser un ejemplo replicable que pueda ser adoptado por otras instituciones educativas interesadas en la inclusión.

En un mundo donde la tecnología avanza rápidamente, es imprescindible que los entornos educativos evolucionen para garantizar que ninguna persona quede rezagada. Este proyecto no solo tiene el potencial de transformar la experiencia educativa de las personas con discapacidad visual, sino que también pretende sensibilizar a la sociedad sobre la importancia de diseñar espacios que reflejen la diversidad y promuevan la equidad. Al integrar tecnología, inclusión y diseño universal, esta propuesta aspira a sentar las bases para un cambio estructural en la forma en que se concibe la educación para todos.

Marco teórico

La inclusión educativa es un principio fundamental en el desarrollo de sociedades equitativas, especialmente en el contexto de personas con discapacidad visual. Este enfoque busca eliminar barreras físicas, tecnológicas y pedagógicas que limitan el acceso y la participación de los estudiantes. Según Ainscow (2005), la educación inclusiva no solo requiere adaptaciones en los recursos educativos, sino también transformaciones en los sistemas educativos para atender la diversidad y promover la equidad.

El uso de tecnologías de asistencia se ha convertido en una herramienta clave para garantizar la inclusión educativa. Pérez y Ramírez (2019) destacan que dispositivos como lectores de pantalla, Braille electrónicos, y asistentes virtuales han revolucionado la forma en que los estudiantes con discapacidad visual acceden al conocimiento. Estas herramientas no solo mejoran el rendimiento académico, sino que también aumentan la autonomía de los estudiantes, al permitirles participar activamente en el proceso de aprendizaje.

Además de las tecnologías específicas para la discapacidad visual, el concepto de Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) ha adquirido relevancia en la creación de entornos educativos inclusivos. Según López y Sánchez (2021), el DUA busca diseñar espacios flexibles y accesibles que se adapten a las necesidades individuales de los estudiantes. Esto incluye la organización del mobiliario, el uso de tecnologías accesibles y la capacitación docente para maximizar el impacto de estas iniciativas.

Los autores también subrayan la importancia de capacitar a los docentes en el uso de estas tecnologías y en estrategias pedagógicas inclusivas. En este sentido, proponen que las instituciones educativas adopten programas de formación continua para garantizar que el personal docente pueda integrar de manera efectiva estas herramientas en el aula. Este trabajo es una valiosa contribución al marco teórico de las aulas inteligentes, ya que destaca la necesidad de crear un entorno educativo integral, tanto físico como digital, que esté completamente adaptado a las necesidades de los estudiantes con discapacidades visuales.

En este sentido, Vidal Ledo, Morales Suárez y Rodríguez Dopico (2014) subrayan que las aulas inteligentes son una solución integral para la educación inclusiva. Estas aulas combinan infraestructura física adaptada con tecnologías avanzadas como sistemas de audio interactivos, plataformas digitales accesibles y dispositivos táctiles. Su implementación no solo mejora el acceso al contenido educativo, sino que también fomenta la participación activa y la integración social de los estudiantes con discapacidades visuales.

Otra dimensión importante es la formación docente, ya que los profesores juegan un papel crucial en el éxito de las iniciativas inclusivas. De acuerdo con Johnson, Adams Becker, Estrada y Freeman (2014), la capacitación en el uso de tecnologías de asistencia y en estrategias pedagógicas inclusivas es esencial para garantizar una experiencia educativa equitativa. Esto incluye desde el uso básico de dispositivos hasta la adopción de metodologías que integren a estudiantes con y sin discapacidades en actividades colaborativas.

Por otro lado, Vygotsky (1978) argumenta que el aprendizaje es un proceso social mediado por herramientas y entornos culturales. En este marco, las tecnologías de asistencia no solo actúan como facilitadores del acceso a la información, sino también como mediadores que potencian las interacciones sociales y el aprendizaje colaborativo en contextos inclusivos.

Finalmente, investigaciones como las de Estudiantes Universitarios por la Inclusión (2023) muestran que el impacto de las aulas inclusivas trasciende el ámbito académico, promoviendo un cambio cultural hacia la aceptación y valorización de la diversidad en la sociedad. Este enfoque integral es clave para garantizar que la educación inclusiva sea verdaderamente transformadora y sostenible.

Metodología

La metodología del proyecto se basa en un enfoque mixto, que combina elementos de investigación cualitativa y cuantitativa, así como el desarrollo tecnológico para diseñar e implementar un prototipo de aula inteligente e inclusiva. Este diseño se fundamenta en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), asegurando que el entorno educativo sea flexible y adaptativo, promoviendo la equidad y la participación plena de estudiantes con discapacidad visual.

Etapas del Método

1. Investigación y Diagnóstico

Objetivo: Identificar las necesidades educativas, tecnológicas y espaciales de estudiantes con discapacidad visual.

Actividades:

- Realización de entrevistas con estudiantes con discapacidad visual, docentes y especialistas en educación inclusiva.
- Revisión de literatura sobre tecnologías de asistencia aplicadas a la educación.
- Estudio de casos exitosos de aulas inclusivas en otros contextos.

2. Diseño del Prototipo del Aula

Objetivo: Crear un modelo conceptual que integre los principios del DUA y contemple las necesidades específicas detectadas en la etapa anterior. Para este punto se realizarán las siguientes actividades:

- Selección de tecnologías accesibles, como dispositivos de audio, lectores de texto, pantallas táctiles y materiales en braille.

- Diseño del mobiliario y la disposición del aula para garantizar accesibilidad y movilidad segura.

3. Implementación del Prototipo

- Adquisición e instalación de equipos tecnológicos seleccionados, en maqueta prototipo.
- Configuración de sistemas de asistencia, como lectores de pantalla y dispositivos de retroalimentación táctil.
- Pruebas iniciales del prototipo para verificar su funcionalidad y accesibilidad. Se muestra la imagen el prototipo asistido el diseño por computadora con la herramienta Sketchup.

Figura 1. Diseño de aula virtual



Fuente: Autoría propia.

A continuación, se muestra una tabla con la lista de tecnologías propuesta en el prototipo del aula inteligente.

Tabla 1. Lista de herramientas de IoT

Tecnología	Descripción
Braille Electrónico	Pantallas para leer y escribir en braille de forma dinámica.
Impresoras Braille	Transforman documentos digitales en materiales en braille.
Texto a Voz (TTS)	Convierte texto escrito en audio para facilitar su acceso.
Lupas Electrónicas	Amplían textos para personas con baja visión.
Audio Guía	Ofrece instrucciones auditivas para navegar en el aula.
Lectores de Pantalla	Traduce contenido visual a voz o braille.
Dispositivos Táctiles	Proporcionan información interactiva mediante vibraciones o texturas.
Mapas Táctiles	Ayudan a explorar el aula con texturas y guías auditivas.

Fuente. Autoría propia.

4. Evaluación del Prototipo

- Pruebas piloto con personas con discapacidad visual.
- Encuestas y entrevistas para recopilar retroalimentación de estudiantes y docentes.
- Análisis cuantitativo y cualitativo de los datos recolectados para identificar áreas de mejora.

5. Ajustes y Documentación

- Realización de mejoras en base a la retroalimentación recibida durante las pruebas piloto.

Consideraciones éticas

Se garantizará la privacidad y el consentimiento informado de todos los participantes en las etapas de diagnóstico y evaluación. Además, se respetarán las normativas nacionales e internacionales relacionadas con los derechos de las personas con discapacidad.

Este enfoque integral permite asegurar que el aula inteligente cumpla con su propósito de ser un entorno educativo inclusivo y replicable, proporcionando a los estudiantes con discapacidad visual las herramientas necesarias para aprender en igualdad de condiciones.

Resultados y discusión

El proyecto de aula inteligente inclusiva para personas con discapacidad visual demuestra que la integración de tecnologías de asistencia puede superar barreras educativas significativas, garantizando el acceso equitativo y mejorando la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Herramientas como el braille electrónico, lectores de texto y sistemas de audio interactivos no solo facilitan el acceso al contenido académico, sino que también promueven la autonomía y participación activa de los estudiantes. La aplicación de principios de Diseño Universal para el Aprendizaje asegura que el entorno sea flexible y adaptable, convirtiéndose en un modelo replicable para otras instituciones educativas.

Además, el éxito del proyecto depende de la capacitación docente, que debe incluir el uso efectivo de tecnologías de asistencia y estrategias pedagógicas inclusivas. Finalmente, la evaluación continua y la retroalimentación de los usuarios permiten identificar áreas de mejora, asegurando que el aula cumpla con los estándares de accesibilidad y equidad establecidos en normativas internacionales.

Referencias

- Ainscow, M. (2005). Desarrollo de sistemas educativos inclusivos: ¿Cuáles son las palancas para el cambio? *Journal of Educational Change*, 6(2), 109-124. <https://doi.org/10.1007/s10833-005-1298-4>
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). *NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.
- López, M., & Sánchez, A. (2021). Diseño de entornos educativos accesibles: Uso de la tecnología para la inclusión de estudiantes con discapacidad visual. *Innovación y Educación*, 15(2), 78–92.
- Pérez, L., & Ramírez, J. (2019). Integración de tecnologías de asistencia en el aula para estudiantes con discapacidad visual: Impacto en el aprendizaje inclusivo. *Revista de Tecnología Educativa*, 23(3), 45–59.
- Vidal Ledo, M. J., Morales Suárez, I., & Rodríguez Dopico, R. M. (2014). Aulas inteligentes. *Educación médica superior (Impresa)*, 28(2), 391–401.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Aprovechamiento de la producción de frijol criollo y sus compuestos bioactivos

Sotelo-Maya, Fernanda; Vásquez-Calva, Gael; Reyes-García, Verónica.
Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.

Superior

Área: Agropecuarias y alimentos

Resumen

El frijol, es el segundo cultivo que más se produce y consume, después del maíz (*Zea mays* L.), con una ingesta promedio anual per cápita de 10 kilogramos por persona; sin embargo, en los últimos años ha reducido su producción y consumo, afectando principalmente a los productores, es por ello que, se propone la realización de una galleta sin gluten elaborada con harina de frijol criollo, para enriquecer y potenciar los ingredientes como: proteína y compuestos bioactivos.

En la primera fase del proyecto, se desarrollaron fórmulas para equilibrar textura y sabor, por lo que posteriormente, se evaluó la aceptabilidad por los consumidores, a una población de 60 jueces no entrenados, mediante escala hedónica de 7 puntos, considerando los atributos de: apariencia, textura, sabor, aroma y aceptabilidad general en dos formulaciones M230 (Galleta sabor vainilla) y G3011 (Galleta sabor chocolate).

Los resultados mostraron para la formulación M230, Apariencia: 6.4, Textura: 6.0, Sabor: 6.4, Aroma: 6.2 y Aceptabilidad General: 6.2; para G3011, Apariencia: 6.3, Textura: 4.5, Sabor: 6.1, Aroma: 6.2, Aceptabilidad General: 6.0; obteniendo resultados favorables para una posible comercialización para emprender con el producto aceptado y con estabilidad fisicoquímica, esto permite la transformación de alimentos con materias primas locales y alternativas de consumo no tradicionales.

Palabras clave

Frijol criollo, galletas, aceptabilidad sensorial.

Abstract

Beans are the second most produced and consumed crop after maize (*Zea mays* L.), with an average annual per capita intake of 10 kilograms per person; however, in recent years production and consumption has been reduced, mainly affecting producers, which is why we propose the production of a gluten-free biscuit made from native bean flour, to enrich and enhance ingredients such as protein and bioactive compounds.

In the first phase of the project, formulas were developed to balance texture and flavour, so that subsequently, consumer acceptability was evaluated by a population of 60 untrained judges, using a 7-point hedonic scale, considering the attributes of appearance, texture, flavour, aroma and general acceptability in two formulations M230 (vanilla-flavoured biscuit) and G3011 (chocolate-flavoured biscuit).

The results showed for the M230 formulation, Appearance: 6.4, Texture: 6.0, Flavour: 6.4, Aroma: 6.2 and General Acceptability: 6.2; for G3011, Appearance: 6.3, Texture: 4.5, Flavour: 6.1, Aroma: 6.2, General Acceptability: 6.0; obtaining favourable results for a possible commercialisation to undertake with the accepted product and physicochemical stability, this allows the transformation of food with local raw materials and non-traditional consumption alternatives.

Key Words

Native bean, cookies, sensory acceptability.

Introducción

El frijol es el segundo cultivo que más se produce y consume, después del maíz (*Zea mays* L.), con una ingesta promedio anual per cápita de 10 kg., siendo una fuente de consumo importante de la población mexicana. Los principales compuestos bioactivos del frijol son: compuestos fenólicos, proteínas, fibra soluble, vitaminas y minerales. De acuerdo con un artículo publicado por la “Agroindustrial Science”, en México se consumen alrededor de 2.8 kg per cápita dentro del hogar, siendo que el 48% de las veces que se consumen, es antes del mediodía, esto nos indica que son parte del desayuno habitual de las familias.

Por otro lado, en los alimentos procesados buscan mejorar su disponibilidad, seguridad, accesibilidad, palatabilidad, textura, color, sabor, vida útil y calidad nutricional. En algunos casos el procesamiento de los alimentos puede aumentar el potencial saludable de éstos. En este sentido y con el objetivo de realizar una modificación en la forma natural e integral del frijol, obtenida a través de cambios físicos, térmicos y químicos, se pretende formular galletas a base de harina de frijol criollo y evaluar su aceptabilidad general para mejorar la calidad nutricional. El procesamiento de la harina del frijol permitirá la presentación de nuevas formas de consumir alimentos como: pastas, malteadas, helados, polvos para reconstituir entre otros con el fin de preservar y conservar las colectas de frijol criollas de manera local, regional y nacional.

Marco teórico

Compuestos bioactivos

Los compuestos bioactivos son aquellos que dentro del cuerpo cumplen funciones benéficas.

Los compuestos bioactivos pueden tener efectos antioxidantes, inmunomoduladores, antivirales y antihipertensivos. Pueden ayudar a prevenir enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y cáncer (Zhao, 2020).

Frijol y sus compuestos bioactivos.

El frijol es una legumbre, en el mundo se conocen alrededor de 150 especies de frijoles, de las cuales 70 se encuentran en México con gran variedad de tamaños y colores. Entre las variedades consumidas en el estado de Tlaxcala destacan: la morita, la mantequilla y el ojo de cabra. (La Jornada Del Campo, 2012). Entre los principales compuestos bioactivos del frijol destacan:

- Compuestos fenólicos: ácidos fenólicos, antocianinas, flavonoides y taninos. (Rojas et al., 2021).
- Proteínas: lisina, fenilalanina, como aminoácidos.
- Vitaminas y minerales: Hierro, zinc, ácido fólico, fósforo.
- Fibra soluble: puede ayudar a reducir los niveles de colesterol y glucosa en la sangre. (Torres, 2024).

Galletas

Es una preparación culinaria de pequeño tamaño, dulce, salada o agridulce, horneada y hecha normalmente a base de harina de trigo, huevos, azúcar, mantequilla o aceites vegetales o grasas animales. Puede incluir más ingredientes como otros cereales, pasas, frutos secos, chocolate, saborizantes como la vainilla, el amaranto y el coco entre muchos otros. Pertenece a la repostería. (Food Cargo, 2024.)

Metodología

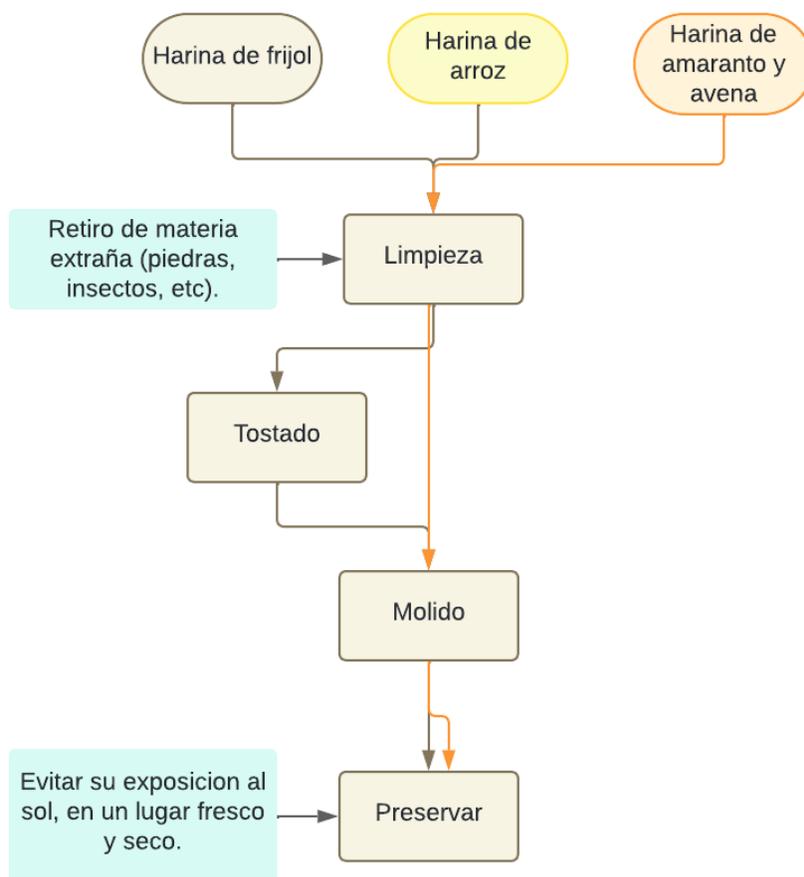
Elaboración de las galletas, se prepararon dos formulaciones de acuerdo a la siguiente tabla:

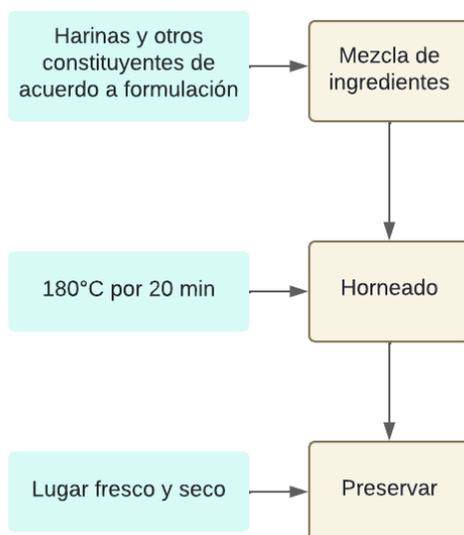
Tabla 1. Formulación en porcentaje de los constituyentes de la galleta.

Ingrediente	M230	G3011
Harina de frijol	21.53	19.63
Harina de amaranto/avena	21.53	19.63
Harina de arroz	7.53	6.87
Otros constituyentes	49.41	53.8

Fuente. Autoría propia.

Figura 2. Elaboración de galleta: Se muestra el proceso metodológico para la elaboración de la galleta.





Fuente. Autoría propia.

La formulación de vainilla se denominó como M230. La formulación de chocolate se denominó como G3011.

Evaluación sensorial

Se realizó en el municipio de San Felipe Ixtacuixtla, Tlaxcala, con una población de 60 jueces no entrenados, aplicando formulación tipo Escala Hedónica de 7 puntos.

Resultados y discusión

La fórmula M230, muestra una aceptabilidad general de 6 como se muestra en la tabla 1, de acuerdo a esta escala indica que es igual a Me gusta moderadamente y en relación a los atributos evidencian en la figura 3, que las dos formulaciones M230 y G3011, sobre sale del pentágono la textura con línea azul correspondiente a la fórmula de la galleta M230 y la aceptabilidad es igual para las dos formulaciones desarrolladas, cabe mencionar que las formulaciones no cuentan con sabores y colorantes sintéticos.

Por lo que son una excelente opción de consumir frijol en un producto como la galleta, otros autores han reportado un elevado consumo de galletas en la población infantil. En la industria son productos ultra procesados de alto contenido energético y densidad calórica, en general con azúcar añadido y grasas poco saludables (Hoyos V. et al. 2020). Es un área de oportunidad para facilitar intervenciones de salud pública e incentivar a los fabricantes para reformular sus productos.

Tabla 2. Resultados de evaluación sensorial M230

Atributo	Promedio
Apariencia	6.467
Textura	6.033
Sabor	6.483
Aroma	6.25
Aceptabilidad General	6.283

Fuente. Autoría propia.

Formulación G3011

Tabla 3. Resultados de evaluación sensorial

Atributo	Promedio
Apariencia	6.333
Textura	4.567
Sabor	6.183
Aroma	6.233
Acep Gnral	6.05

Fuente. Autoría propia.

Figura 3. Comparativa de formulaciones: Se observa que la muestra M230 tiene mayor aceptabilidad que la G3011.



Fuente. Autoría propia.

Conclusiones

El consumo de galletas por parte de la población mexicana tiene un gran mercado, se encuentra la problemática de la elaboración de galletas industriales son productos con alto contenido en azúcares, harinas procesadas y edulcorantes, por ello se propone la opción de una galleta con mayor contenido de fibra proporcionada por el frijol y sus compuestos bioactivos que proporciona, además de resaltar una buena textura y mayor aceptabilidad general por los consumidores y puede ser posible la producción industrial de dicho producto.

Referencias

- Dulcinela. (2023, 28 de agosto). Consecuencias de comer galletas diariamente: Descubre qué pasa si las consumes todos los días. Dulcinela. <https://dulcinela.es/que-pasa-si-comes-galletas-todos-los-dias/>
- MedlinePlus. (s.f.). Fibra soluble vs. insoluble: MedlinePlus enciclopedia médica. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002136.htm>
- Gómez, R., & Pérez, A. (2021). Advances in AI-based diagnosis of cardiovascular diseases. *International Journal of Medical Informatics*, 120, 45-56.
- Hoyos Vázquez, M. S., García Castillo, S., Rodríguez Delgado, J., & Praena Crespo, M. (2020). Características nutricionales y composición de las galletas disponibles en el mercado español y de las galletas dirigidas a la población infantil. *Revista Pediatría de Atención Primaria*, 22, 141-150.
- Ramírez-Jaspeado, R., Palacios-Rojas, N., Nutti, M., & Pérez, S. (2020). Estados potenciales en México para la producción y consumo de frijol biofortificado con hierro y zinc. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(1), 11. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.11>
- Rojas, J. A., Rochín-Medina, J. J., Mora-Rochín, S., Navarro-Cortez, R. O., Tovar-Jiménez, X., Quiñones-Reyes, G., & Ayala-Luján, J. L. (2021). Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de variedades de frijol sembradas en el estado de Zacatecas. *Acta Universitaria*, 31, 1–13. <https://doi.org/10.15174/au.2021.3059>
- Smith, J., & Brown, L. (2018). Applications of deep learning in medical diagnosis. *Journal of Medical AI*, 15(3), 123-145.
- Urrialde, R., Cifuentes, A. G., Pintos, B., Gómez-Garay, M. A., & Cifuentes, B. (2022). Bioactive compounds from plants: Development of new or novel food. *Nutrición Hospitalaria*. <https://doi.org/10.20960/nh.04302>
- Zhao, Y., & He, Q. (2020). Deep learning for cardiac disease detection from ECG data. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 67(4), 1123-1134.

Película de biopolímero de limón

Gutiérrez-Lima, Dulce Ivanery; Muñoz-Xicohtencatl, Andrea; Xicohtencatl-Hernández, Jenifer; Xochihua-Méndez, Sandra Paola; Herrera-García, Marco Antonio; Marcial-Berruecos, Manuel de Jesús; Carreón-Arroyo, Pablo; Sánchez-Pérez, Francisco; Del Angel-Vargas, Yolanda. Universidad Politécnica de Tlaxcala.

Superior

Área: Ciencia de los Materiales

Resumen

El reporte trata sobre el desarrollo de una película de biopolímero a base de pectina obtenida de la cáscara de limón y ácido acético proveniente del vinagre blanco. El objetivo del proyecto es identificar las propiedades del biopolímero y evaluar posibles aplicaciones. El proceso de fabricación implica la extracción de pectina, la mezcla con ácido acético, glicerina y otros componentes, y la posterior formación de películas mediante secado. Las ventajas de estos biopolímeros incluyen su biodegradabilidad y fuente renovable, mientras que las desventajas abarcan costos elevados y limitaciones en resistencia mecánica. Las aplicaciones propuestas son para productos que requieren baja resistencia, como bolsas y macetas biodegradables.

Finalmente, el proyecto subraya la importancia de los biopolímeros en la reducción del impacto ambiental y en la conservación del medio ambiente frente a los plásticos convencionales.

Palabras clave

Biopolímero, pectina, biodegradabilidad, impacto, sostenibilidad, renovable.

Abstract

The report deals with the development of a biopolymer film based on pectin obtained from lemon peel and acetic acid from white vinegar. The aim of the project is to identify the properties of the biopolymer to evaluate and potential applications. The manufacturing process involves the extraction of pectin, mixing it with acetic acid, glycerin and other components, and the subsequent formation of films by drying. The advantages of these biopolymers include their biodegradability and renewable source, while the disadvantages include high costs and limitations in mechanical strength. The proposed applications are for products requiring low strength, such as bags and straws.

Finally, the project underlines the importance of biopolymers in reducing environmental impact and in preserving the environment compared to conventional plastics.

Key Words

Biopolymer, pectin, lemon peel, acetic acid, biodegradability, environmental impact, sustainable applications, renewable materials.

Introducción

Debido a las problemáticas que se presentan debido al uso de los plásticos de origen petroquímico, han surgido diversas alternativas con el fin de reducir el impacto ambiental siendo la más atractiva la fabricación de bioplásticos, que han ganado atención en ámbitos de diseño y producción debido a los cambios climáticos y al calentamiento global y son considerados como solución a los problemas ambientales derivados de los residuos y la dependencia de los combustibles fósiles. Los polímeros de origen natural que se han utilizado para la obtención de bioplásticos son la pectina y el alginato de sodio, ambos poliuronatos. La pectina suele obtenerse de la cáscara de los cítricos y de la pulpa de la manzana.

Las pectinas son una de las familias de polisacáridos estructuralmente más complejos y abundantes de las paredes celulares de las plantas superiores. Se encuentran localizadas en la laminilla media otorgando flexibilidad y fuerza mecánica a las paredes celulares. Además, se ha demostrado que algunos fragmentos pécticos poseen actividades intercelulares regulatorias de mecanismos de defensa de la propia planta.

Marco teórico

El plastificante es una sustancia normalmente líquida y de viscosidad mayor a la del agua que se adiciona a la mezcla con el fin de mejorar la flexibilidad del material mediante la reducción de las fuerzas intermoleculares, el efecto plastificante puede ser dado por sustancias como: agua, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos orgánicos, aminos, ésteres, amidas y mezclas entre estos, pero se prefiere utilizar plastificantes 13 cuya presión de vapor sea baja para evitar que este se volatilice al finalizar el proceso de extrusión o de calentamiento. La adición de plastificantes disminuye la temperatura de fusión y la temperatura de transición vítrea, cambiando su comportamiento reológico debido a que logra movilizar moléculas, dando plasticidad al material. Los plastificantes solubles en agua como el glicerol son efectivos agentes suavizantes para los almidones, mejorando la flexibilidad de las películas resultantes. Cuanto más se incluye una sustancia plastificante en una matriz polimérica, la elongación y la deformación se incrementa, mientras que el esfuerzo de ruptura, el módulo de Young disminuye.

Los plastificantes de uso más común son los polioles, especialmente el glicerol o glicerina, el uso de etilenglicol, propilenglicol, butanodiol, sorbitol, manitol, arabitol, monoglicéridos, diglicéridos, derivados del propanodiol y hexanodiol y alditol.

Modificadores químicos

La modificación química del almidón está directamente relacionada con las reacciones de los grupos hidroxilo del polímero de almidón, reacciones vía éter, formación de ésteres, oxidación y la hidrólisis de los grupos hidroxilos, son algunas modificaciones químicas aplicables al almidón. En general, la esterificación de los polisacáridos con ácidos orgánicos como el ácido acético es una de las transformaciones más versátiles en los biopolímeros. La introducción de un grupo éster en el polisacárido constituye un desarrollo importante debido a que permitirá modificar la naturaleza hidrofílica y obtener

cambios significativos en las propiedades mecánicas y térmicas. El ácido acético es recomendado como modificador químico, puesto que tiene la propiedad de disminuir el carácter hidrofílico del almidón, brindándole propiedades hidrofóbicas al material, todos utilizando etilenglicol como copolímero y ácido acético como catalizador.

Metodología

El proyecto se eligió por la influencia de nuestra materia de polímeros, durante el curso de dicha materia se abordaron temas de biopolímeros y se analizaron la importancia, el desarrollo, ventajas y desventajas.

De igual manera, en el curso ya antes mencionado, se logró comprender la importancia del desarrollo de biopolímeros respecto al impacto ambiental, ya que estos disminuyen la contaminación ambiental, con base en todas estas características partió la decisión del desarrollo de un biopolímero.

Figura 1. Inicio experimental.



Fuente. Autoría propia.

A continuación, se muestra el desarrollo experimental del proyecto.

1. Se pesan 130 g de cáscara de fruto cítrico y se procederá a su pulverización mediante la ayuda mecánica.
2. 260 ml de agua destilada se colocarán en la parrilla de calentamiento hasta alcanzar los 90 grados centígrados.
3. Posteriormente, se agregaron 50 ml de ácido acético para así obtener agua acidulada, a la cual se le agrega la cáscara pulverizada.
4. Se mantendrá una agitación constante hasta alcanzar el estado plasmático, que al ser alcanzado podrá volverse a pulverizar para después tamizar.
5. Finalmente, se coloca en moldes de aluminio, deberá dejarse enfriar a temperatura ambiente.
6. Luego, ingresar al horno a 50 °C por 30 minutos y dejar secar.

Figura 2. Experimento.



Fuente. Autoría propia.

Resultados y Discusión

Durante el desarrollo del biopolímero y la obtención de los diversos productos, se observó que la resistencia mecánica del producto presentaba ciertas limitaciones. Por ello, se determinó no darle aplicaciones que demanden alta resistencia, enfocándonos en usos donde esta propiedad no fuera crítica.

Asimismo, se analizó la toxicidad del biopolímero considerando las aplicaciones que se tenían en mente. Se determinó que no era tóxico debido a la baja concentración de ácido acético, un ácido orgánico.

En vista de lo anterior, las aplicaciones que se consideraron más adecuadas son:

Bolsitas para bisutería: Es ideal para la elaboración de pequeñas bolsas de un solo uso para guardar artículos como labiales, anillos, collares y aretes. Estas bolsitas serían una alternativa ecológica a las bolsas de plástico convencionales.

Figura 3. Manufactura de las bolsas.



Figura 4. Productos obtenidos a partir del biopolímero.



Fuente. Autoría propia.

Folders: Este biopolímero puede utilizarse para fabricar folders para almacenar documentos, ya que estos no requieren una alta resistencia. **Platos de decoración:** La estética y la baja toxicidad del biopolímero lo hacen adecuado para la creación de platos decorativos. **Macetas:** Puede utilizarse para la elaboración de macetas biodegradables, ofreciendo una alternativa sostenible a las macetas de plástico.

Conclusiones

Durante el desarrollo del proyecto se comprendió la importancia de cada uno de los componentes utilizados para el desarrollo del biopolímero, de igual manera conocer el componente principal de nuestro producto que es la pectina.

Durante el desarrollo se trató de mejorar el producto a manera de darle una mayor resistencia mecánica y obtener una mejora continua a las especificaciones necesarias para el desarrollo de las aplicaciones proyectadas.

De igual manera, se logró comprender la importancia de la generación de productos que contribuyan a la conservación del medio ambiente, derivado del uso excesivo de combustibles fósiles y de la contaminación que genera el uso de polímeros de un solo uso.

Referencias

Devía Pineda, J. E. (2003). Proceso para producir pectinas cítricas. *REVISTA, Universidad EAFIT*, (129), 21-29.

Balasubramanian, V. M., Vigneswaran, S., & Muthukumar, C. (2021). *Biopolymers and Biomaterials*. Boca Raton: CRC Press.

Thomas, S., & Pothen, L. A. (2016). *Natural Fiber Reinforced Polymer Composites: From Macro to Nanoscale*. Cambridge: Woodhead Publishing.

Pandey, A., Soccol, C. R., & Larroche, C. (2015). *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Production, Isolation and Purification of Industrial Products*. Amsterdam: Elsevier.

Zhang, L. (Ed.). (2018). *Biodegradable Polymers: Blends and Composites*. New York: Springer.

Evaluación de la actividad biológica de aceites esenciales del extracto del ruezno de la nuez de castilla para ser utilizado como repelente contra plagas del nogal

Chávez-Hernández, Jehieli; Meza-Morales, Beatriz; Vázquez-Rodríguez, Mariana; García-Barrientos, Raquel; Santiago-Santiago, Luis Alberto.

Laboratorio de cuerpo académico de Tecnologías Químico-Biológicas de Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica de Tlaxcala

Educación Superior

Área: Medio Ambiente

Resumen

Esta investigación surge a raíz de la invasión de plagas a los árboles de nuez de castilla, en una comunidad de San Luis Teolocho, Tlaxcala donde dicha situación representa una pérdida considerable en la cosecha de este fruto y en la economía, consecuentemente se analizaron las formas de lograr preservar la salud del árbol sin ejecutar a los insectos y exterminar a los microorganismos patógenos. Se observó que el ruezno posee propiedades aromáticas que actúan como mecanismo de defensa para el árbol.

El método de extracción de este aceite fue mediante la técnica Soxhlet. Las muestras obtenidas fueron testeadas en cepas ATCC de *E. coli* y *S. aureus*, observando su viabilidad mediante el tamaño de los halos de inhibición con sensibilizadores. Se analizan los aceites en CGM para identificar los compuestos y trabajar con los extractos en las pruebas de sensibilidad de manera más específica sobre las plagas.

Estos hallazgos nos indican que se encontró un posible sustituto de los repelentes químicos y por consiguiente el desuso de insecticidas, a modo que el desarrollo de este proyecto cumple con los objetivos de la ONU en su agenda 2030, para la persecución de un ambiente ecológico, sustentable y sostenible.

Palabras clave

Biodegradable, Aceites esenciales, Actividad biológica, Ruezno de nuez de castilla.

Abstract

This research arises from the invasion of pests in walnut trees in a community of San Luis Teolocho, Tlaxcala, where this situation represents a considerable loss in the harvest of this fruit and in the economy. Consequently, ways to preserve the health of the tree without killing insects and exterminating pathogenic microorganisms were analyzed. It was observed that walnut has aromatic properties that act as a defense mechanism for the tree.

The extraction method of this oil was through the Soxhlet technique. The samples obtained were tested in ATCC strains of *E. coli* and *S. aureus*, observing their viability through the size of the inhibition halos with sensitizers. The oils are analyzed in CGM to identify the compounds and work with the extracts in the sensitivity tests in a more specific way on the pests. These findings indicate that a possible substitute for chemical repellents has been found and, consequently, the disuse of insecticides, so that the development of this project meets the objectives of the UN in its 2030 agenda, for the pursuit of an ecological, sustainable and sustainable environment.

Keywords

Biodegradable, Essentials oil, Repellent, Walnut peel.

Introducción

Un repelente biodegradable y de bajo costo es fundamental para la producción de nuez de castilla, para reducir el desperdicio de recursos, productos y frutos. Teniendo como base los cuatro pilares de la bioética, se busca mejorar la calidad de producción y del incremento económico. El humano siempre ha buscado la eficiencia de producción en el consumo alimenticio, lamentablemente muchos de los productos utilizados para estas mejoras son de origen sintético, lo cual causa daños en el entorno ambiental y en la salud humana.

Marco teórico

Los aceites esenciales de plantas como *Cymbopogon citratus* (hierba de limón) y *Azadirachta indica* (neem) contienen compuestos activos como citral y azadiractina, que actúan como repelentes y tóxicos para una amplia gama de insectos. Estas sustancias interfieren con los sistemas endocrinos y reproductivos de las plagas, reduciendo sus poblaciones de manera efectiva. A diferencia de los insecticidas sintéticos, los extractos naturales suelen ser biodegradables y no persisten en el ambiente. Sin embargo, su eficacia puede depender de factores como la concentración del extracto y la formulación utilizada (Isman, 2019, 2020). Los extractos de plantas como *Lippia alba* y *Eucalyptus globulus* han mostrado efectos insecticidas significativos contra plagas agrícolas como *Spodoptera frugiperda* y *Tetranychus urticae*. Además, se ha demostrado su efectividad como larvicidas contra mosquitos como *Aedes aegypti*, reduciendo la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores (Pavela & Benelli, 2016). Sánchez Cuenca (2019), reporta estudio de una planta *Phytolacca icosandra* es que presenta propiedades espermicidas, moluscicidas, antiparasitarias, antimicrobianas, ha sido utilizada para tratar afecciones de la piel de aves de traspatio. Se extrajeron los metabolitos secundarios de hoja, tallo, fruto en modalidad seco y fresco por el método de Soxhlet utilizando diferentes disolventes (agua-milliQ, metanol, etanol, diclorometano y acetona). Se probó el extracto crudo para evaluar actividad antimicrobiana. Se realizó la caracterización de los extractos crudos que presentaron actividad antimicrobiana por medio de cromatografía de gases acoplada a masas (CGM). Ortiz Hernández (2019), La investigación brinda la oportunidad de encontrar nuevos agentes activos desde el punto de vista farmacológico, y la actividad antimicrobiana a partir de una fuente de materia prima natural. Como es la nuez de Marañón *Anacardium occidentale*, presenta actividad antibacteriana, para ello se realizó la extracción de la pulpa del fruto por el método de Soxhlet, utilizando diferentes solventes como son acetona, diclorometano, metanol, éter etílico, agua MQ. La actividad antimicrobiana del extracto se evaluó por método de difusión en placa y utilizando el Nefelómetro de McFarland para calcular el número de bacterias. Utilizando como agente microbiano cepas ATCC de *E. coli* y *S. aureus* y microorganismos aislados de toma de muestra de px.

Tabla 1. Propiedades del ruezno.

Clase: Verde/Frescas	Clase: Secas/ deshidratadas
Ruezno aromático	Ruezno aromático.
Ruezno con aroma regular.	Ruezno con aroma regular.
Ruezno sin aroma	Ruezno sin aroma
Hoja aromática	Hoja aromática
Hoja con aroma regular.	Hoja con aroma regular.
Hoja con aroma regular.	Hoja sin aroma
	Cáscara café/dura

Fuente. Elaboración propia.

A pesar de sus beneficios, el desarrollo de insecticidas basados en extractos naturales enfrenta retos como la estandarización de métodos de extracción, la estabilidad de las formulaciones y los costos de producción (Shaaya et al., 2020).

Metodología

La investigación que se muestra a continuación abarca una metodología experimental, que se llevó a cabo en los laboratorios de Cuerpo Académico de Tecnologías Químico-Biológicas de P. A. de Ingeniería en Biotecnológica de la Universidad Politécnica de Tlaxcala.

Esta investigación fue de gran importancia la observación e intervención del problema de plagas en los árboles de nogal, ya que a partir del daño pudimos identificar que el aroma del árbol marcaba mucho su salud, entre más concentrado era su aroma, el árbol se encontraba más sano, caso contrario con los aromas tenues, esos eran los árboles con mayor plaga. La extracción de aceites esenciales fue mediante la técnica de Soxhlet y rotavapor; se extrajeron 26 muestras, ambas de diferentes categorías y solventes. Obsérvese tabla 1 y 2.

Tabla 2. Muestras procesadas con metanol y etanol.

Clase: Verde/Frescas	Clase: Secas/ deshidratadas
Ruezno aromático	Ruezno aromático.
Ruezno con aroma regular.	Ruezno con aroma regular.
Ruezno sin aroma	Ruezno sin aroma
Hoja aromática	Hoja aromática
Hoja con aroma regular.	Hoja con aroma regular.
Hoja con aroma regular.	Hoja sin aroma
	Cáscara café/dura

Fuente. Autoría Propia.

Extracción de concentrado de la muestra.

La técnica Soxhlet, se utiliza para la extracción de sustancias de poca solubilidad, como el ruezno; trabaja de manera parcial mediante el reflujo y condensación, este subiendo hacia el refrigerante y condensando sobre el cartucho de extracción, de manera secuencial el reflujo se hace en el sifón que regresa todo el contenido al matraz y se repite el ciclo. Obsérvese la figura 1.

Figura 1. Equipo Soxhlet procesando muestras de ruezno.



Fuente. Autoría propia.

Obtención del aceite esencial

Una vez que las muestras eran procesadas en el equipo Soxhlet, lo que se extraía de ellas (el concentrado) es sometido al rotavapor, un proceso por el cual se fomenta la evaporación del solvente por medio del baño maría y la bomba de

vacío, se condensa en el refrigerante y cae sobre un matraz balón. Las muestras fueron sometidas a este proceso para eliminación de excesos de solvente y obtener el aceite esencial. Obsérvese la figura 2.

Figura 2. Concentrado sometido a Rotavapor.



Fuente. Autoría propia.

Almacenaje de muestra

Una vez finalizado el proceso en el rotavapor, se coloca un embudo y el aceite esencial obtenido se vacía en su respectivo vial. Obsérvese figura 3.

Figura 3. Almacenaje de aceite esencial en un vial.



Fuente. Autoría propia.

Preparación de medios de cultivo y pruebas de inhibición

Se prepararon 250mL de agar Müller Hilton para las pruebas de sensibilidad, que fueron respectivamente vertidos en cajas Petri. Las cepas de *E. Coli* y *S. aureus*, fueron estandarizadas por el método de McFarland al 0.5, esto con el fin de crear una densidad bacteriana de 1×10^8 .

Preparación de sensidiscos para pruebas de actividad microbiana

Se recortaron círculos de papel filtro con un diámetro de 0.5 cm y se sometieron a esterilización, ya estériles se impregnaron con los aceites obtenidos, posteriormente se sometieron al horno de secado 40°C para impregnar la muestra; por consiguiente, los discos fueron llevados a la campana de flujo laminar, para esterilizarlos con luz

ultravioleta y obtener resultados acertados. Finalmente, los discos fueron colocados en las cajas Petri ya inoculadas de las cepas ATCC.

Resultados

Analizando los solventes utilizados en el método de extracción Soxhlet, se comprueba que el ruezno tiene mayor rendimiento. Obsérvese tabla 3 y 4.

Tabla 3. Extracción con Etanol

CLASE: VERDE Y FRESCA						
No. Muestra	Tipo de muestra	Peso de muestra (g)	Solvente	Extracto obtenido (vol - peso)	Rendimiento	Tipo de muestra (descripción)
1	Ruezno aromático	25 g	50 mL	2.1 mL		Se obtuvo un color entre café y verde oscuro, con un aroma fuerte.
2	Ruezno aroma regular	25 g	50 mL	2.0 mL		Se obtuvo un color entre café y verde oscuro, con un aroma leve.
3	Ruezno sin aroma	25 g	50 mL	1.6 mL		Se obtuvo un color entre café y verde oscuro, con casi nada de aroma.
4	Hoja aromática	25 g	50 mL	1.4 mL		Se obtuvo un aroma intenso con un color verde oscuro
5	Hoja aroma regular	25 g	50 mL	1.0 mL		Se obtuvo un aroma leve con un color verde oscuro
6	Hoja sin aroma	25 g	50 mL	1.3 mL		Se obtuvo un poco aroma, con un color verde oscuro
CLASE: SECA Y DESHIDRATADA						
No. Muestra	Tipo de muestra	Peso de muestra (g)	Solvente	Extracto obtenido (vol - peso)	rendimiento	Tipo de muestra (descripción)
1	Ruezno aromático	25 g	50 mL	2.0 mL		Se obtuvo un color entre café y verde muy oscuro, con un aroma fuerte.
2	Ruezno aroma regular	25 g	50 mL	1.7 mL		Se obtuvo un color entre café y verde muy oscuro, con un aroma muy leve.
3	Ruezno sin aroma	25 g	50 mL	1.9 mL		Se obtuvo un color entre café y verde muy oscuro, con casi nada de aroma.
4	Hoja aromática	25 g	50 mL	1.2 mL		El color es un verde bastante oscuro, su aroma es un poco fuerte.
5	Hoja aroma regular	25 g	50 mL	1.4 mL		El color es un verde bastante oscuro, su aroma es un poco.
6	Hoja sin aroma	25 g	50 mL	1.3 mL		El color es un verde bastante oscuro, su aroma era nulo
7	Casca dura	25 g	50 mL	1.7 mL		Obtuvo un tomo café oscuro con un poco de aroma.

Fuente. Autoría propia.

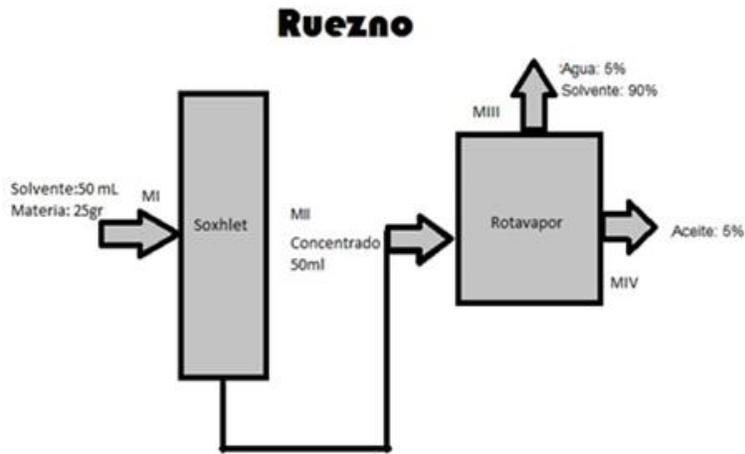
Tabla 4. Extracción con Metanol.

CLASE: VERDE Y FRESCA						
No. Muestra	Tipo de muestra	Peso de muestra (g)	Solvente	Extracto obtenido (vol - peso)	Rendimiento	Tipo de muestra (descripción)
1	Ruezno aromático	25 g	50 mL	2.1 mL		Se obtuvo un color entre café y verde oscuro, con un aroma fuerte.
2	Ruezno aroma regular	25 g	50 mL	2.0 mL		Se obtuvo un color entre café y verde oscuro, con un aroma leve.
3	Ruezno sin aroma	25 g	50 mL	1.6 mL		Se obtuvo un color entre café y verde oscuro, con casi nada de aroma.
4	Hoja aromática	25 g	50 mL	1.4 mL		Se obtuvo un aroma intenso con un color verde oscuro
5	Hoja aroma regular	25 g	50 mL	1.0 mL		Se obtuvo un aroma leve con un color verde oscuro
6	Hoja sin aroma	25 g	50 mL	1.3 mL		Se obtuvo un poco aroma, con un color verde oscuro
CLASE: SECA Y DESHIDRATADA						
No. Muestra	Tipo de muestra	Peso de muestra (g)	Solvente	Extracto obtenido (vol - peso)	rendimiento	Tipo de muestra (descripción)
1	Ruezno aromático	25 g	50 mL	2.0 mL		Se obtuvo un color entre café y verde muy oscuro, con un aroma fuerte.
2	Ruezno aroma regular	25 g	50 mL	1.7 mL		Se obtuvo un color entre café y verde muy oscuro, con un aroma muy leve.
3	Ruezno sin aroma	25 g	50 mL	1.9 mL		Se obtuvo un color entre café y verde muy oscuro, con casi nada de aroma.
4	Hoja aromática	25 g	50 mL	1.2 mL		El color es un verde bastante oscuro, su aroma es un poco fuerte.
5	Hoja aroma regular	25 g	50 mL	1.4 mL		El color es un verde bastante oscuro, su aroma es un poco.
6	Hoja sin aroma	25 g	50 mL	1.3 mL		El color es un verde bastante oscuro, su aroma era nulo
7	Casca dura	25 g	50 mL	1.7 mL		Obtuvo un tomo café oscuro con un poco de aroma.

Fuente. Autoría propia

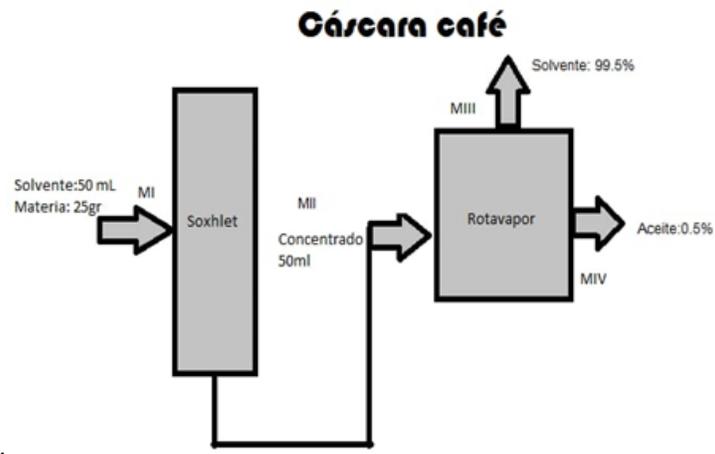
Mediante cálculos de balance de materia determinamos este rendimiento. Obsérvese diagrama 1, 2 y 3.

Diagrama 1. Proceso del ruezno.



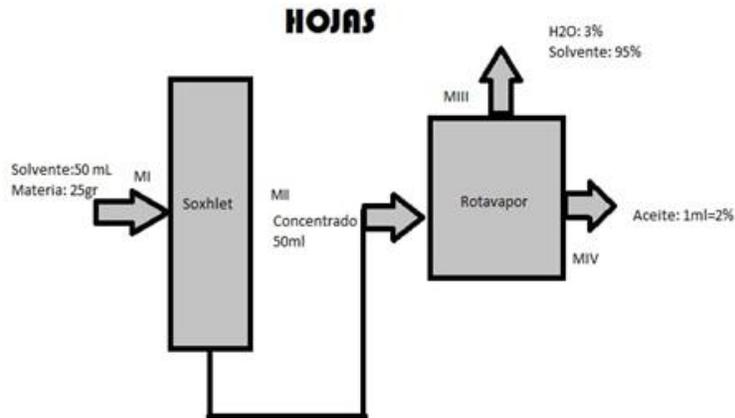
Fuente. Autoría propia

Diagrama 2. Proceso de la cáscara café.



Fuente. Autoría propia.

Diagrama 3. Proceso de las hojas.



Fuente. Autoría propia

Discusión

Las extracciones mostraron diferentes tipos de rendimiento, a lo que podemos apropiar que el ruezno es la mejor y primera opción para la extracción de su aceite esencial que será el componente principal del repelente ya propuesto, todos estos hallazgos nos aseguran la generación de un producto de bajo costo y eficiente. Las pruebas de inhibición con sensidiscos se siguen elaborando, variando la concentración de los extractos.

Conclusión

El trabajo expuesto en esta investigación nos muestra que el extracto de ruezno aromático tuvo mejores resultados en la obtención de aceite y presenta mayor efectividad para inhibir el crecimiento bacteriano; además de que es el que mostró mejor rendimiento en el proceso extracción; cabe recalcar que estos hallazgos nos muestran un gran e importante avance para la producción del repelente deseado, respetando los 4 pilares bioéticos y manteniendo el bajo costo de producción.

Conflicto de intereses

No existe algún conflicto de interés debido a que la investigación es propia.

Agradecimientos

A la Universidad Politécnica de Tlaxcala por el apoyo económico para asistir al congreso de Expociencias Sonora 2023, Hermosillo.

Referencias

- Saxena, P., Selvaraj, K., Khare, S. K., & Chaudhary, N. (2022). Superoxide dismutase as multipotent therapeutic antioxidant enzyme: Role in human diseases. *Biotechnology Letters*, 44(1), 1-22.
- Islam, M. N., Rauf, A., Fahad, F. I., Emran, T. B., Mitra, S., Olatunde, A., Shariati, M. A., Rebezov, M., Rengasamy, K. R. R., & Mubarak, M. S. (2022). Superoxide dismutase: An updated review on its health benefits and industrial applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(26), 7282-7300.
- Croitoru, A., Fikai, D., Craciun, L., Fikai, A., & Andronescu, E. (2019). Evaluation and exploitation of bioactive compounds of walnut, *Juglans regia*. *Current Pharmaceutical Design*, 25(2), 119-131.
- Jahanban-Esfahlan, A., Ostadrahimi, A., Tabibiazar, M., & Amarowicz, R. (2019). A comprehensive review of the chemical constituents and functional uses of walnut (*Juglans spp.*) husk. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(16), 3920.
- Calderón González, J. A. (2016). Evaluación y caracterización de aceite microencapsulado de nuez (*Juglans regia*), obtenido por secado por aspersión. Colegio de Ingeniería en Agroindustrial. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/22f31c89-f9ef-45de-8205-cbff5cf7c920/content>
- Martínez, M. L. (2010). Extracción y caracterización de aceite de nuez (*Juglans regia* L.): Influencia del cultivar y de factores tecnológicos sobre su composición y estabilidad oxidativa. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/2561/Tesis_Doctoral_Marcela_Martinez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Isman, M. B. (2019). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 65(1), 233-249. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025052>
- Isman, M. B. (2020). A renaissance for botanical insecticides? *Pest Management Science*, 76(1), 10-17. <https://doi.org/10.1002/ps.5689>
- Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. *Trends in Plant Science*, 21(12), 1000-1007. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005>
- Shaaya, E., Rafaeli, A., & Kostyukovsky, M. (2020). Plant-based insecticides: Potential and challenges. *Journal of Pest Science*, 93(2), 545-560. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01199-y>
- Sánchez Cuenca, A., Santacruz Juárez, E., Vargas Oliver, G., García Dávila, J., Netzahuatl Muñoz, A. R., & Santiago Santiago, L. A. (2019). Extracción, caracterización y evaluación de actividad antimicrobiana de los principios activos de *Phytolacca icosandra* frente a microorganismos patógenos. *Desarrollo Científico en México I*, ISBN 978-607-95228-9-6, Cap. 2, 942.
- Ortiz Hernández, I., Cruz Flores, D. V., Vargas Oliver, G., Sánchez Cuenca, A., García Dávila, J., & Santiago Santiago, L. A. (2019). Acción antimicrobiana de *Anacardium occidentale* como alternativa para el control y prevención de enfermedades dentales. *Desarrollo Científico en México I*, ISBN 978-607-95228-9-6, Cap. 8, 4098-4103.

Conclusión

Tlaxcala: Ingenio en Acción, ha sido un testimonio vivo de que la ciencia, cuando se nutre de la curiosidad y el compromiso juvenil, se convierte en un motor de transformación social, ambiental y tecnológica.

Los proyectos presentados no son únicamente soluciones puntuales a problemas concretos que se desarrollan mediante la aplicación del método científico, sino semillas de un cambio cultural que coloca a la investigación y a la creatividad en el centro del desarrollo de nuestras comunidades.

Esta obra ha mostrado que con una metodología clara, el acompañamiento de docentes comprometidos y el respaldo de instituciones que creen en el potencial de sus estudiantes, es posible generar propuestas innovadoras con impacto en la ciencia y sobre todo en la formación de estudiantes cultivando su espíritu científico.

Cada iniciativa aquí documentada refleja la determinación de una generación que entiende que el conocimiento no debe permanecer encerrado en las aulas, sino desplegarse en acciones tangibles que construyan un mejor presente y un futuro más sostenible.

Que esta experiencia editorial sirva como punto de partida para nuevos retos, más proyectos y un compromiso creciente con la ciencia como herramienta de cambio. Tlaxcala ha demostrado, a través de sus jóvenes, que el ingenio no solo está en acción, sino que está listo para cruzar fronteras, tender puentes y contribuir desde lo local a las soluciones globales que el mundo demanda.

Dr. Jacobo Tolamatl Michcol

Director de investigación y posgrado

AUTORES

PANDILLAS KIDS

Puignau-Hernández, Emilio. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo.
Rojas-Garrido, Iker. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo.
Osuna-Pacheco, Blanca Esmirna. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo.
Palacios-González, Constanza. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo.
Tlapale-Pérez, Karol Itzel. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo.
Osuna-Pacheco, Blanca Esmirna. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo.
Arciniega-Flores, Alejandro. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo.
Carro-Vera, Valentina. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo.
Casoli-Cuatepotzo, Iker André. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo.
Osuna-Pacheco, Blanca Esmirna. Colegio Altum de México, Primaria, Sistema UPAEP, Plantel San Pablo.

PANDILLA JUVENIL

Cahuantzi-de la Fuente, Fátima Ximena. Colegios Altum de México.
Sánchez-Flores, Nayar. Colegios Altum de México.
González-Macías, Yazmina Alejandra. Colegios Altum de México
Rodríguez-Huerta, Alina María. Colegios UPAEP Campus Huamantla
López-Morales, Sebastián. Colegios UPAEP Campus Huamantla.
Macías-Vázquez, Juliana Paulette. Colegios UPAEP Campus Huamantla.
Constantino-Aca, César Joaquín. Colegio Altum de México, Sistema UPAEP.
Flores-Bonilla, Edgar. Colegio Altum de México, Sistema UPAEP.
Zamora-Cordero, Claudia. Colegio Altum de México, Sistema UPAEP.
Mejía-Hernández, Juan Pablo. Centro Educativo Juan Luna Molina
Torres-Aguilar, Valeria. Centro Educativo Juan Luna Molina
Morales-Sil, Karla Yamal. Centro Educativo Juan Luna Molina
García-Corona, César Arturo. Centro Educativo Juan Luna Molina.
Armenta-Hidalgo, Daniel. Colegio Altum de México, Sistema Upaep, Secundaria San Pablo.
García-Jiménez, María Reneeth. Colegio Altum de México, Sistema Upaep, Secundaria San Pablo.
Zamora-Cordero, Claudia. Colegio Altum de México, Sistema Upaep, Secundaria San Pablo.

MEDIO SUPERIOR

López-Velázquez, Dayanni. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala.
Salazar-Hernández, Ariadna. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala.
Sosa-Pardo, Martín Mauricio. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala.
Pineda-Valencia, Ma. Sara, CECyTE 07 Ahuashuatepec.
Galindo-Garrido, María Elena, CECyTE 07 Ahuashuatepec.
Cervantes-Nava, Melanye. CECyTE 07 Ahuashuatepec.
Pineda-Valencia, Ma. Sara. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado, plantel 07 Ahuashuatepec.
Morales-Hernández, Cinthia, Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado, plantel 07 Ahuashuatepec.
Gutiérrez-Muñoz, Gabriela, Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado, plantel 07 Ahuashuatepec.
Pérez-García, Jazmín. Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicio no.132 Emiliano Zapata Salazar
Pérez-Ahuactzin, Miriam. Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicio no.132 Emiliano Zapata Salazar.
Pérez-Flores, Guillermo Alejandro. Facultad de Agrobiología Universidad Autónoma de Tlaxcala.
García-Torres, Esmeralda. Centro de Investigación en Genética y Ambiente, Universidad Autónoma de Tlaxcala.
Mendiola-Arguelles, Juan. Colegio de estudios científicos y tecnológicos del estado de Tlaxcala, plantel 08 Apetatitlán.

Rivera-Malfavón, Yoselin. Colegio de estudios científicos y tecnológicos del estado de Tlaxcala, plantel 08 Apetatitlán.

Sandoval-Mimientzi, Anette Michel. Colegio de estudios científicos y tecnológicos del estado de Tlaxcala, plantel 08 Apetatitlán.

Vazquez-Conde, Yael. Colegio de estudios científicos y tecnológicos del estado de Tlaxcala, plantel 08 Apetatitlán.

Soto-Sánchez, Luz Abril. Preparatoria IBERO Tlaxcala.

Rojas-Morales, Valeria. Preparatoria IBERO Tlaxcala.

Cisneros-Flores, María Valentina De Guadalupe. Preparatoria IBERO Tlaxcala.

Cabrera-Báez, Lucía. Preparatoria IBERO Tlaxcala.

Flores-Hernández Erika Sofía. Preparatoria IBERO Tlaxcala.

Herman-Flores Dana Aleksandra. Preparatoria IBERO Tlaxcala.

Merchant-Cervantes Valentina. Preparatoria IBERO Tlaxcala.

Romero-Nava Víctor Abel. Preparatoria IBERO Tlaxcala.

Cruz-Segura Johanna Yailine. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala Plantel 10 Yauhquemecan.

Pilotzi-Sanchez Roberto. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala Plantel 10 Yauhquemecan.

Herrera-Morales Marcela Alejandra. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala Plantel 10 Yauhquemecan.

Paúl-Ramírez, Leticia. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado. Plantel Apetatitlan.

Osoño-Solís, Eduardo Abimael. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado. Plantel Apetatitlan.

León-Tolteca, Alexa. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado. Plantel Apetatitlan.

Amador-Flores, Estefanía. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado. Plantel Apetatitlan.

Águila Santamaría Ariadna. Colegio de estudios científicos y tecnológicos de Tlaxcala plantel 20.

Romero Sánchez Emily. Colegio de estudios científicos y tecnológicos de Tlaxcala plantel 20.

Aguilar Paredes Oscar Antonio. Colegio de estudios científicos y tecnológicos de Tlaxcala plantel 20.

Nava-Cuamatzi, Felipa. CECyTE Plantel 07.

Piedras-Vázquez, Carolina Aidee. CECyTE Plantel 07.

Lara-Saldaña, Lucero CECyTE Plantel 07.

Pérez-Bonilla, Danna Mariana. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala.

Nava-Cuamatzi, Felipa. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala.

NIVEL SUPERIOR

Sánchez-Cuapio, Ivan Jesús. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Conde-Camacho, Julián. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

García-Posoz, Gabriela. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Melitón-Silvestre Jesús. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Vázquez-Rivera, Alexis. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Montes-Contreras, Luis Ángel. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Vázquez-Carrasco, Yenni. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Ramos-Aguilar, Ricardo. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Dávila-Marcial, Roxana Rubí. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Hoyos-Cartamin, Ziannya Ixoye. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Daza-Teacalco, María Candelaria. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Gutierrez-Atecpanecatí, Jonathan. Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Santiago-Santiago, Víctor. TecNM / Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.

Leon-Romero, Sindy. TecNM / Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.

Salvador-Reyes, Britney. TecNM / Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.

George-Polvo, Iridiana. TecNM / Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.

Roque-Silva, Karina. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Loaiza-Meléndez, Saúl Olaf. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Manzanarez-Flores Alejandra Gabriela. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Torres Fernández Astrid Ariadna. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Flores-Morales Areli. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Pérez-Moreno, Merced. Instituto Tecnológico de Apizaco.
Flores-Bonilla Blanca, Judith. Instituto Tecnológico de Apizaco.
Desión- Hernández, Erick Manuel. Instituto Tecnológico de Apizaco.
Cortes-Hernández, Erick. Tecnológico Nacional México/Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Cabrera-Juárez, Zurit. Tecnológico Nacional México/Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Roldan-Lázaro, Evelin. Tecnológico Nacional México/Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Reyes-García, Veronica. Tecnológico Nacional México/Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Muñoz-Sanluis, Abigail. Universidad Autónoma de Tlaxcala (FCBIYT).
Flores-Pulido, Leticia. Universidad Autónoma de Tlaxcala (FCBIYT).
Torres-Fernández, Astrid Ariadna. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
García-Lara, Marisol. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Ramírez-Pastrana, Abigail. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Orquin-Ferniza, Manuel. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Reyes-García, Verónica. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Sotelo-Maya, Fernanda. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Vásquez-Calva, Gael. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Reyes-García, Verónica. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.
Gutiérrez-Lima, Dulce Ivanery. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Muñoz-Xicohtencatl, Andrea. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Xicohtencatl-Hernández, Jenifer. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Xochihua-Méndez, Sandra Paola. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Herrera-García, Marco Antonio. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Marcial-Berruecos, Manuel de Jesús. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Carreón-Arroyo, Pablo. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Sánchez-Pérez, Francisco. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Del Angel-Vargas, Yolanda. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Chávez-Hernández, Jehieli. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Meza-Morales, Beatriz. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Vázquez-Rodríguez, Mariana. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
García-Barrientos, Raquel. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Santiago-Santiago, Luis Alberto. Universidad Politécnica de Tlaxcala.

Colaboradoras especiales

Leine Rivera Ipatzi. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Magdalena Tlecuil Licon. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
María Elena Olvera García. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Jessika Flores Flores. Universidad Politécnica de Tlaxcala.
Mariel del Mar Cid García. Universidad Politécnica de Tlaxcala.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Colegio Altum de México, Sistema UPAEP, Primaria, Plantel San Pablo.

Colegio Altum de México, Sistema UPAEP.

Colegios UPAEP Campus Huamantla.

Colegio Altum de México, Sistema UPAEP, Secundaria, Plantel San Pablo.

Centro Educativo Juan Luna Molina.

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala, plantel 07 Ahuashuatepec.

Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicio no.132 Emiliano Zapata Salazar

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Centro de Investigación en Genética y Ambiente.

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Agrobiología.

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala, plantel 08 Apetatitlán.

Prepa IBERO Tlaxcala.

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala. Plantel 10 Yauhquemecan.

Colegio de estudios científicos y tecnológicos de Tlaxcala plantel 20.

Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

Universidad Politécnica de Tlaxcala.

Tecnológico Nacional México / Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.

Tecnológico Nacional México / Instituto Tecnológico de Apizaco.

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología (FCBlyT).

PRINCIPIOS ÉTICOS DE PUBLICACIÓN

- Todos los estudiantes y asesores que hayan participado activa y significativamente en el proyecto de investigación deben figurar como autores de la publicación. No se permiten cambios de participantes.
- Todos los autores referidos en una publicación deben conocer su contenido y asumir la responsabilidad de la misma.
- Los autores deben redactar su artículo de manera abierta, honesta, transparente y exacta.
- En la redacción del artículo no se debe plagiar, debiendo respetar el principio de la propiedad intelectual.
- Los autores deben citar convenientemente todos los trabajos que han sido retomados en su publicación y evitar incluir aquellas referencias que no están citadas.
- Una vez publicado el artículo en el libro, éste no podrá ser publicado parcial o totalmente en otro medio.
- El Comité Científico tiene como tarea visar los artículos a la luz de los principios éticos enunciados, para lo cual realiza una evaluación competente y cuidadosa de la aceptabilidad ética de los mismos.

Índice

Prólogo	8
Introducción	10
PANDILLAS KIDS	
Plástico casero a base de almidón de maíz y residuos orgánicos	12
Producción de biogás a través de un biodigestor casero alimentado con pulque	19
Huerto escolar de frambuesas en la primaria UPAEP	24
PANDILLAS JUVENIL	
Coco-utensilios: Aprovechando desecho orgánico para utilizarlo como platos	32
Light for everyone (brillando para todos)	38
Purificador de aire a base de microalgas (Oxialga)	45
Agroecología urbana por medio de jardines verticales	50
Captación y mejoramiento del agua para enriquecimiento del sustrato para jardín	54
MEDIO SUPERIOR	
Yelitzi: Plato biodegradable a base de hoja de Musa Paradisiaca con Gliadinas y Gluteninas.....	61
Gomitas a base de Opuntia joconostle y Beta vulgaris. "Paccanemi"	66
Obtención del aceite de ricino de la semilla de higuera, a través de una extracción en frío por prensado continuo, para elaborar un antiinflamatorio que disminuya los dolores musculares.	74
Alas de la Malinche: guía virtual para la conservación de la avifauna	81
Textli-Ahuacatl: Polvo de Aguacate	89
En busca del hongo entomopatógenos: aliados para el huerto escolar	95
Nuggets para la niñez: una opción alimentaria creativa	101
Gotitas de vida la preservación y cuidado del agua	109
Carbón activado a partir de cáscaras de naranja	120
Análisis de la actividad antioxidante de infusiones naturales endulzadas con Stevia	126
Elaboración de mayonesa de Aguacate (Persea americana).	150
Elaboración de un té instantáneo a base de Origanum vulgare, Zingiber officinale, y Chamaemelum nobile para reducir los cólicos menstruales.	157
NIVEL SUPERIOR	
Trashfinder: Aplicación móvil para el seguimiento de camiones de basura	163
Sistema tecnológico para detección de escoliosis y defectos posturales en miembros inferiores.....	169
Semáforo de Inquietud para fortalecer la comunicación e interacción en niños con trastorno del espectro autista	174
Metamorfosis de Crisopas (Chrysoperla carnea), enemigos naturales de los pulgones.....	182
Diseño de un prototipo funcional: Bicilicuada.....	187
De plantas a energía: Un enfoque sostenible para el futuro energético	195
Sistema de registro de actividades complementarias en institución.....	201
Elaboración de helado de frijol (Phaseolus vulgaris L) criollo colectado en la sierra norte de Puebla	209
Sistema integral de aprendizaje Sistema integral de aprendizaje y comunicación mediante tecnologías inteligentes para niños TEA en nivel primaria (EduMathby IA)	214
El aula inteligente y la educación inclusiva para personas con discapacidad visual.	222
Aprovechamiento de la producción de frijol criollo y sus compuestos bioactivos	227
Película de biopolímero de limón	233
Evaluación de la actividad biológica de aceites esenciales del extracto del ruzno de la nuez de castilla para ser utilizado como repelente contra plagas del nogal	237

Tlaxcala: Ingenio en Acción
Construyendo soluciones
ExpoCiencias Estatal Tlaxcala 2024
Universidad Politécnica de Tlaxcala
Se imprimió en Tlaxcala, en el mes de Junio de 2025
Tiraje: 100 ejemplares

TLAXCALA: Ingenio *en acción*



**ExpoCiencias
TLAXCALA 2024**