



UNIPAZ®
Instituto Universitario de la Paz

ANUARIO INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIONES

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ - UNIPAZ

www.unipaz.edu.co

**20
24**

ISSN: 2344-7397
ISSN de enlace (ISSN-L): 2344-7397
Fechas de publicación: noviembre de 2024
Periodicidad: Anual
Tipo de recurso: Revista de divulgación
Editor: Instituto Universitario de la Paz - UNIPAZ

Los trabajos firmados son de responsabilidad de cada autor.
Prohibida la reproducción total o parcial de esta revista, por cualquier medio, sin permiso expreso de la editorial.

Se puede acceder a una versión en PDF en www.unipaz.edu.co
País Colombia, departamento de Santander, municipio de Barrancabermeja

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ
www.unipaz.edu.co

Autoridades Académicas

PhD. Oscar Orlando Porras Atencia / Presidente
Biol. MBA. Kelly Cristina Torres Angulo / Vicerrectora
Ing. Esp. Ana Milena Salazar Beleño / Directora Escuela de Ingeniera Agroindustrial
Ing. Mg. Sergio Antonio Rodríguez Arieta/ Director Escuela Ingeniería Ambiental y de Saneamiento
Ing. MBA. Angélica María Cervantes Ordóñez / Directora Escuela Ingeniería de Producción
MVZ. MBA. Jorge Eliécer Franco Rodríguez / Director Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Ing. Rafael Calderón Silva/ Director Escuela Ingeniería Agronómica
Lic. Mg. Kelly Johana Gómez Jiménez / Directora Escuela Ciencias

Comité Editorial

MSc. Mónica María Pacheco Valderrama
MBA. Janice Ballesteros Bandera
Ing. Astrid Yeritza Agudelo Beltrán
Ing. Martha Patricia Aparicio

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ
www.unipaz.edu.co

Tabla de Contenido

	Pág
PRESENTACIÓN	6
PROYECTOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN EN ESCENARIOS NACIONALES E INTERNACIONALES	¡Error! Marcador no definido.
ASISTENTE DE VOZ INTELIGENTE “ÁLE”	8
CREACIÓN DEL LIBRO DIDÁCTICO: “LEYENDAS DE BARRANCABERMEJA” COMO ESTRATEGIA PARA FORTALECER LA ENSEÑANZA DE LAS DISCIPLINAS ARTÍSTICAS: ARTES PLÁSTICAS Y LITERATURA	10
DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE NANOPARTÍCULAS DE CALCIO Y DIÓXIDO DE TITANIO	12
ESTUDIO DEL HONGO BJERKANDERA ADUSTA COMO AGENTE BIORREMEDIADOR DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS EN EL MAGDALENA MEDIO	14
LA MONTAÑA	16
PLATAFORMA WEB PARA LA GESTIÓN DE EVENTOS DEPORTIVOS – “UNISCORE”	18
SERENA: APLICATIVO WEB PARA EL APOYO EN EL SEGUIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE ESTUDIANTES CON DIVERSIDAD FUNCIONAL EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA PRIMER SEMESTRE DEL INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ 2024 B	20
PRÁCTICAS Y PROCESOS DE RESILIENCIA COMUNITARIA MEDIANTE LA TAMBORA EN RÍO VIEJO, BOLÍVAR	22
APROVECHAMIENTO DE LA POMARROSA (<i>Syzygium Malaccense</i>) PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE EN LA AGROINDUSTRIA	24
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS OBTENIDOS DE RIO SOGAMOSO PARA LA ELABORACIÓN DE BIOCOMPOST	26
CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ (<i>Coffea Arabica L.</i>) OBTENIDO EN EL MUNICIPIO DE EL CARMEN DE CHUCURÍ, SANTANDER	28
EFFECTO COMBINADO DE LA ADICIÓN DE NARANJA (<i>Citrus sinensis</i>)	30
CON FINAS HIERBAS EN SALMUERA PARA LA CONSERVACIÓN DE	30
COSTILLAS DE CERDO AHUMADAS EMPACADAS AL VACÍO	30
EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES EN LA TRANSESTERIFICACIÓN DE ACEITE VEGETAL USADO DERIVADO DE FRITURA DE PESCADO, EN RESTAURANTES DEL SECTOR EL MUELLE, COMO FUENTE ALTERNATIVA DE BIODIÉSEL EN BARRANCABERMEJA	32

FORMULACIÓN Y DESARROLLO DE UN ALIMENTO FUNCIONAL TIPO GELATINA SUPLEMENTADO CON ESPIRULINA Y COLÁGENO COMO CONTRIBUCIÓN ESTRATÉGICA A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN COLOMBIA	34
OBTENCIÓN DE CARAMELO SIN AZÚCARES AÑADIDOS A PARTIR DEL MUCÍLAGO DE CACAO <i>Theobroma Cacao L.</i> , VARIEDAD CRIOLLA EN LA FINCA EL CAIRO UBICADA EN LA VEREDA EL PERTRECHO UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ	36
PRÁCTICAS Y PROCESOS DE RESILIENCIA COMUNITARIA MEDIANTE LA TAMBORA EN RÍO VIEJO, BOLÍVAR	38
LOS BANCO DE SEMILLAS FORESTALES COMO ESTRATEGIA SOSTENIBLE PARA LA PRESERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DEL MAGDALENA MEDIO SANTANDER – COLOMBIA	40
APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN SANTA LUCÍA UNIPAZ	42
EVALUACIÓN DE COMPATIBILIDAD GENÉTICA EN CLONES DE CACAO (<i>Theobroma cacao L.</i>) EN EL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ, SANTANDER, COLOMBIA	44
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA DE LA QUEBRADA PEROLES PERTENECIENTE A LA MICROCUENCA EL ZARZAL DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER	46
CULTIVO HIDROPÓNICO DE PIMIENTO (<i>Capsicum annuum</i>) CON CALDOS MICROBIANOS COMO SUSTRATO EN DIFERENTES CONCENTRACIONES	48
EVALUACIÓN DE ACEITES ESENCIALES, A PARTIR DE LA CÁSCARA DE NARANJA (<i>Citrus sinensis</i>) UTILIZANDO DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN PARA SU POSIBLE USO INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA	50
MEMORIA HISTÓRICA DEL USO DE MEDICINA ANCESTRAL DE LA COMUNIDAD INDÍGENA ZENÚ DE BARRANCABERMEJA	54
IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA PILOTO DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA PARA EL CUIDADO DE LA VOZ A PERSONAL QUE LABORA EN INSTITUCIÓN PRIVADA DE BARRANCABERMEJA	54
PROTOTIPO DE SILLA VIBRATORIA MEDIANTE UN MECANISMO ELECTROMECAÁNICO PARA FACILITAR LA ENSEÑANZA SOBRE LOS RIESGOS FÍSICOS ASOCIADOS A LA VIBRACIÓN EN LOS PROGRAMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DEL INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ - UNIPAZ.	58

CAPÍTULOS DE LIBRO COMO RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

IMPLEMENTACIÓN DE HUERTAS ESCOLARES COMO ESPACIOS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE PARA CONTRIBUIR AL DESARROLLO SOSTENIBLE Y A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA	61
PRODUCCIÓN DE PROTEASAS EXTRACELULARES DEL GÉNERO (<i>Bacillus subtilis</i>) PARA SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA MEDIANTE PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS	73

PRESENTACIÓN

Es un gusto presentarles el Anuario Institucional de Investigaciones volumen 14, correspondiente al año 2024. Este documento es el reflejo del compromiso y la dedicación de nuestra comunidad académica en el desarrollo de proyectos de investigación de alto impacto.

A lo largo de este anuario, podrán encontrar una recopilación de los principales trabajos realizados por nuestros semilleros de investigación, grupos de investigación y docentes investigadores. Estos proyectos abarcan diversas áreas del conocimiento, desde las ciencias agrarias hasta las ciencias sociales y de la salud, demostrando la riqueza y la versatilidad de nuestra institución.

Algunos de los temas destacados en este anuario incluyen:

- Implementación de huertas escolares como espacios de enseñanza-aprendizaje para contribuir al desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria.
- Producción de proteasas extracelulares del género *Bacillus subtilis* para su aplicación en la industria alimentaria.
- Diseño de un sistema de alertas tempranas para la evaluación de la calidad hídrica en la quebrada Peroles.
- Cultivo hidropónico de pimiento con caldos microbianos como sustrato.
- Aprovechamiento de residuos orgánicos generados en el Centro de Investigación Santa Lucía.

Estos son solo algunos de los proyectos destacados, los cuales demuestran la capacidad innovadora y el compromiso de nuestra comunidad con la generación de conocimiento y la búsqueda de soluciones a problemáticas relevantes.

Quiero felicitar a todos los investigadores, estudiantes y docentes que han contribuido a la elaboración de este anuario. Su esfuerzo y dedicación son fundamentales para posicionar a UNIPAZ como una institución líder en investigación e innovación.

Invito a toda la comunidad a explorar este anuario y a conocer más sobre los avances y logros de nuestra institución. Juntos, seguiremos fortaleciendo nuestra vocación investigativa y aportando al desarrollo de nuestra región y del país.

Oscar Orlando Porras Atencia
Rector Instituto Universitario de la Paz

***PROYECTOS DE SEMILLEROS DE
INVESTIGACIÓN EN ESCENARIOS NACIONALES
E INTERNACIONALES***

ASISTENTE DE VOZ INTELIGENTE “ÁLE”

Ronaldo Romero Vergel¹, Karen Jhoanna Salom Mantilla²

¹Semillero de Investigación Soluciones Informáticas - SISINFO, Escuela de Ciencias, Programa de Ingeniería Informática, Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ.

²Grupo de Investigación en Ciencias e Ingeniería-CIPAZ, Escuela de Ciencias,
XXVII ENCUENTRO

NACIONAL Y XXI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

El proyecto "Asistente de Voz Inteligente - ÁLE" consiste en el desarrollo de un asistente inteligente basado en inteligencia artificial (IA) que proporciona información sobre el Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ) a través de comandos de voz. Esta solución innovadora tiene como objetivo hacer que la información administrativa y general sea accesible para todos los estudiantes, incluyendo aquellos con discapacidades, aliviando la carga administrativa y garantizando la seguridad y privacidad de los datos de los estudiantes. El objetivo de ofrecer información a los usuarios de la Escuela de Ciencias mediante comandos de voz, promoviendo la inclusión y optimizando la gestión administrativa. Para lograr esto, se han establecido varios objetivos específicos: identificar las necesidades de la herramienta mediante recolección de datos en la Escuela de Ciencias, desarrollar el asistente "ÁLE" utilizando Python, y evaluar su efectividad y aceptación a través de pruebas piloto. Se utilizó la metodología de enfoque cuantitativo, permitiendo la recolección de datos numéricos para medir la efectividad y aceptación del asistente mediante encuestas, garantizando así la confiabilidad de los resultados y evaluando objetivamente el impacto del asistente de voz en la comunidad educativa de UNIPAZ. Los resultados del proyecto destacan la creación de un asistente accesible que incorpora IA y procesamiento de lenguaje natural, contribuyendo a la investigación en tecnologías de asistencia. Además, se ha facilitado el acceso a información administrativa y académica, promoviendo la equidad en el acceso al conocimiento. La optimización de la gestión administrativa se traduce en una reducción de la carga de trabajo del personal, permitiendo un enfoque en tareas más estratégicas. En conclusión, el desarrollo del asistente de voz "ÁLE" ha sido un avance significativo en la innovación tecnológica y la mejora de la eficiencia administrativa en UNIPAZ. Se ha fortalecido la capacidad del equipo en tecnologías de IA, lo que potencia la capacidad científica y tecnológica de la institución. La automatización de tareas repetitivas permite al personal centrarse en actividades estratégicas, optimizando así los recursos institucionales y mejorando la experiencia educativa de los estudiantes.

Palabras clave: Asistente de voz, Innovación tecnológica, Inteligencia artificial, Seguridad de datos.

INTELLIGENT VOICE ASSISTANT “ÁLE”

Abstract

The project "Intelligent Voice Assistant - ÁLE" involves the development of an intelligent assistant based on artificial intelligence (AI) that provides information about the University Institute of Peace (UNIPAZ) through voice commands. This innovative solution aims to make administrative and general information accessible to all students, including those with disabilities, alleviating the administrative burden and ensuring the security and privacy of student data. The goal is to provide information to users of the School of Sciences through voice commands, promoting inclusion and optimizing administrative management. To achieve this, several specific objectives have been established: to identify the needs of the tool through data collection in the School of Sciences, to develop the assistant "ÁLE" using Python, and to evaluate its effectiveness and acceptance through pilot tests. A quantitative approach methodology was used, allowing for the collection of numerical data to measure the effectiveness and acceptance of the assistant through surveys, thereby ensuring the reliability of the results and objectively evaluating the impact of the voice assistant on the educational community of UNIPAZ. The project results highlight the creation of an accessible assistant that incorporates AI and natural language processing, contributing to research in assistive technologies. Additionally, access to administrative and academic information has been facilitated, promoting equity in access to knowledge. The optimization of administrative management translates into a reduction of the staff's workload, allowing for a focus on more strategic tasks. In conclusion, the development of the voice assistant "ÁLE" has been a significant advancement in technological innovation and the improvement of administrative efficiency at UNIPAZ. The capacity of the team in AI technologies has been strengthened, enhancing the scientific and technological capabilities of the institution. The automation of repetitive tasks allows staff to focus on strategic activities, thus optimizing institutional resources and improving the educational experience of students.

Keywords: Voice Assistant, Technological Innovation, Artificial Intelligence, Data Security.

CREACIÓN DEL LIBRO DIDÁCTICO: “LEYENDAS DE BARRANCABERMEJA” COMO ESTRATEGIA PARA FORTALECER LA ENSEÑANZA DE LAS DISCIPLINAS ARTÍSTICAS: ARTES PLÁSTICAS Y LITERATURA

Maira Alejandra Rivera Santos¹, Darys Patricia Hernández Marmol², Catalina Silva³

¹Semillero de Investigación TEXARVI, Escuela de Ciencias, Programa de Licenciatura en Artes, XXVII ENCUENTRO NACIONAL Y XXI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

El proyecto de investigación se centra en el diseño de un libro didáctico que recopila leyendas rurales y urbanas de Barrancabermeja, con el objetivo de fomentar las Artes plásticas y literarias en las clases de Educación Artística y Cultural. La obra incluirá una selección cuidadosa de leyendas relevantes, acompañadas de diversas actividades que promuevan la lectura a través del arte, ofreciendo a los educadores de Educación Primaria y Secundaria una herramienta pedagógica efectiva. La propuesta busca crear un libro guía atractivo que enriquezca la labor docente, mejorando los procesos de lectura en sus niveles literal, inferencial y crítico, al mismo tiempo que incorpora elementos del contexto cultural local. Se pretende que la lectura sea una experiencia enriquecedora, introduciendo a los estudiantes a manifestaciones artísticas más allá del simple acto de colorear. El proyecto también investiga la importancia cultural de las leyendas de Barrancabermeja en el contexto de la cultura popular, se destaca su valor histórico y metafórico, así como su transmisión a través de diversas expresiones artísticas, como la tradición oral, la danza, la música, y el teatro. Esto no solo ayuda a comprender la historia local, sino que también fomenta habilidades como la oralidad, la motricidad, la escritura y la expresión creativa. Además, se identifica la escasa difusión de libros guía que apoyen a docentes, especialmente aquellos que no están especializados en Artes, pero que desean enriquecer sus métodos pedagógicos. Las encuestas realizadas indican que pocos docentes utilizan estos recursos, lo que plantea la pregunta de cómo fortalecer las Artes plásticas y la literatura mediante las leyendas locales. Este proyecto se fundamenta en una investigación cualitativa y etnográfica, analizando las dinámicas escolares y proponiendo mejoras en la enseñanza de la lectura y su relación con las Artes. En resumen, busca desarrollar una guía de lectura que integre las leyendas de Barrancabermeja con las disciplinas artísticas, promoviendo un ambiente de aprendizaje creativo y culturalmente significativo.

Palabras clave: Cultural local, Educación Artística y Cultural, Expresión creativa, Herramienta pedagógica, Leyendas rurales.

CREATION OF THE TEXTBOOK: 'LEGENDS OF BARRANCABERMEJA' AS A STRATEGY TO STRENGTHEN THE TEACHING OF ARTISTIC DISCIPLINES: PLASTIC ARTS AND LITERATURE

Abstract

The research project focuses on the design of a didactic book that compiles rural and urban legends from Barrancabermeja, with the aim of promoting visual and literary arts in Artistic and Cultural Education classes. The book will include a careful selection of relevant legends, accompanied by various activities that promote reading through art, offering Primary and Secondary Education educators an effective pedagogical tool. The proposal seeks to create an attractive guidebook that enriches the teaching process, improving reading skills at literal, inferential, and critical levels, while incorporating elements of the local cultural context. The goal is to make reading an enriching experience, introducing students to artistic expressions beyond mere coloring activities. The project also investigates the cultural importance of the legends of Barrancabermeja within the context of popular culture, highlighting their historical and metaphorical value, as well as their transmission through various artistic expressions, such as oral tradition, dance, music, and theater. This not only helps to understand the local history but also fosters skills such as orality, motor skills, writing, and creative expression. Moreover, it identifies the limited dissemination of guidebooks that support teachers, especially those not specialized in arts, but who wish to enrich their teaching methods. Surveys conducted indicate that few teachers use these resources, raising the question of how to strengthen visual arts and literature through local legends. This project is based on qualitative and ethnographic research, analyzing school dynamics and proposing improvements in reading instruction and its relationship with the arts. In summary, it aims to develop a reading guide that integrates the legends of Barrancabermeja with artistic disciplines, promoting a creative and culturally significant learning environment.

Keywords: Local culture, Artistic and Cultural Education, Creative expression, Pedagogical tool, Rural legends.

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE NANOPARTÍCULAS DE CALCIO Y DIÓXIDO DE TITANIO

Jhon Arguello¹, Stella Yisel Rodas², Juan Carlos Amezcuita³

¹Semillero de Investigación de Tecnologías Limpias - SITEC, Escuela de Ciencias, programa de química, Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ.

²Grupo de Investigación en Ciencias e Ingeniería-CIPAZ, Escuela de Ciencias,
XXVII ENCUENTRO NACIONAL Y XXI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE
INVESTIGACIÓN
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

Este proyecto aborda la problemática de la contaminación del agua por coliformes totales, que son bacterias Gram negativas indicadoras de la presencia de desechos fecales. En Colombia, se generan diariamente 32,580 toneladas de residuos sólidos, de las cuales solo una pequeña fracción se aprovecha, lo que resalta la necesidad urgente de una gestión más eficiente de estos desechos. La problemática aborda la contaminación del agua por coliformes totales, que son bacterias Gram negativas indicadoras de la presencia de desechos fecales, centrándose en métodos para eliminar estos microorganismos, proponiendo el uso de nanopartículas de óxido de calcio (NPs de CaO) obtenidas a partir de cáscaras de huevo, un residuo común que puede ser reciclado. El objetivo general del proyecto es evaluar la actividad antimicrobiana de estas nanopartículas dopadas con dióxido de titanio en cultivos de bacterias Gram negativas. Los objetivos específicos incluyen la obtención de nanopartículas de óxido de calcio mediante un proceso de calcinación de cáscaras de huevo, la dopación de estas nanopartículas con dióxido de titanio a través de un método de precipitación, y la evaluación de su eficacia en la inhibición de coliformes totales. Para ello, se recolectaron cáscaras de huevo, que fueron lavadas, secadas y molidas antes de ser calcinadas a 900°C. La caracterización de las nanopartículas se realizó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). El cultivo de bacterias se llevó a cabo utilizando Agar Chromocult, y se tomaron muestras de coliformes de ciénagas locales, siguiendo el protocolo de la IDEAM. Se espera que la efectividad de inhibición del óxido de calcio y dióxido de titanio alcance el 99%. Las conclusiones subrayan la ventaja de utilizar cáscaras de huevo para la producción de nanopartículas de óxido de calcio, dado su bajo costo y efectividad, así como el papel del dióxido de titanio como dopante que mejora la eficacia antimicrobiana de las nanopartículas, contribuyendo así a la salud pública y a la sostenibilidad ambiental.

Palabras clave: Coliformes totales, Contaminación del agua, Dióxido de titanio, Gestión de residuos, Nanopartículas de óxido de calcio.

DETERMINATION OF THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF CALCIUM AND TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES

Abstract

This project addresses the issue of water contamination by total coliforms, which are Gram-negative bacteria indicating the presence of fecal waste. In Colombia, 32,580 tons of solid waste are generated daily, of which only a small fraction is utilized, highlighting the urgent need for more efficient waste management. The issue focuses on water contamination by total coliforms, which are Gram-negative bacteria indicating the presence of fecal waste, concentrating on methods to eliminate these microorganisms, proposing the use of calcium oxide nanoparticles (CaO NPs) obtained from eggshells, a common waste that can be recycled. The general objective of the project is to evaluate the antimicrobial activity of these nanoparticles doped with titanium dioxide in cultures of Gram-negative bacteria. The specific objectives include obtaining calcium oxide nanoparticles through a calcination process of eggshells, doping these nanoparticles with titanium dioxide through a precipitation method, and evaluating their effectiveness in inhibiting total coliforms. To this end, eggshells were collected, washed, dried, and ground before being calcined at 900°C. The characterization of the nanoparticles was carried out using scanning electron microscopy (SEM). The bacterial culture was conducted using Chromocult Agar, and samples of coliforms from local swamps were taken, following IDEAM protocols. It is expected that the inhibition effectiveness of calcium oxide and titanium dioxide will reach 99%. The conclusions emphasize the advantage of using eggshells for the production of calcium oxide nanoparticles, given their low cost and effectiveness, as well as the role of titanium dioxide as a dopant that enhances the antimicrobial efficacy of the nanoparticles, thus contributing to public health and environmental sustainability.

Keywords: Total coliforms, Water contamination, Titanium dioxide, Waste management, Calcium oxide nanoparticles.

ESTUDIO DEL HONGO *BJERKANDERA ADUSTA* COMO AGENTE BIORREMEDIADOR DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS EN EL MAGDALENA MEDIO

Oswaldo Fonseca Alvarez¹, Evelyn Vanesa Meriño Guzman¹, Martha Isabel Rubio Salas²

¹Semillero de Investigación de Tecnologías Limpias - SITEC, Escuela de Ciencias, programa de química, Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

²Grupo de Investigación en Ciencias e Ingeniería-CIPAZ, Escuela de Ciencias,
XXVII ENCUESTRO

NACIONAL Y XXI ENCUESTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

La contaminación del suelo por hidrocarburos representa un desafío ambiental significativo, con impactos negativos en la salud humana y los ecosistemas. En este contexto, la biorremediación, que utiliza organismos vivos para degradar contaminantes, se presenta como una solución sostenible. Este estudio evalúa la eficiencia del hongo *Bjerkandera adusta* en la degradación de hidrocarburos en suelos contaminados de la región de Barrancabermeja, Santander. Este hongo es reconocido por su capacidad para metabolizar compuestos orgánicos y se investiga como un agente potencialmente efectivo en la eliminación de contaminantes petrolíferos. El objetivo principal del estudio es investigar el potencial de *Bjerkandera adusta* para descomponer hidrocarburos y evaluar la efectividad de este proceso de biorremediación en la restauración de la calidad del suelo. Para lograrlo, se llevarán a cabo experimentos que incluyen la caracterización de suelos contaminados, la inoculación controlada del hongo y el monitoreo de la degradación de hidrocarburos a lo largo del tiempo. La metodología incluye la recolección del hongo en San Vicente de Chucurí y la preparación de un medio de cultivo a base de aserrín, que se deja reposar durante 24 horas para luego incubar el hongo por cuatro días. Posteriormente, se contamina artificialmente el suelo y se toma una muestra inicial para realizar una prueba de hidrocarburos totales de petróleo (TPH). Después, se agrega micelio y se toman tres muestras que se colocan en condiciones naturales de Barrancabermeja. Un mes después, se realizan nuevamente pruebas de TPH. Los resultados preliminares indican que el hongo posee una notable capacidad para biorremediar el suelo, logrando una reducción del hidrocarburo de 6 mL a valores entre 2 y 3 mL tras un mes de tratamiento. Esto sugiere que *Bjerkandera adusta* puede eliminar aproximadamente un 70% del hidrocarburo presente. En conclusión, el estudio destaca la efectividad de *Bjerkandera adusta* en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos, sugiriendo que una mayor duración del tratamiento podría resultar en una degradación más completa. Se recomienda mantener los suelos aireados después de la biorremediación para favorecer la regeneración de la flora local.

Palabras clave: Biorremediación, Contaminación del suelo, Degradación, Eliminación de contaminantes, Hidrocarburos totales de petróleo (TPH).

STUDY OF THE FUNGUS BJERKANDERA ADUSTA AS A BIOREMEDIATION AGENT FOR SOILS CONTAMINATED BY HYDROCARBONS IN THE MAGDALENA MEDIO

Abstract

Soil contamination by hydrocarbons represents a significant environmental challenge, with negative impacts on human health and ecosystems. In this context, bioremediation, which uses living organisms to degrade contaminants, emerges as a sustainable solution. This study evaluates the efficiency of the fungus *Bjerkandera adusta* in the degradation of hydrocarbons in contaminated soils from the Barrancabermeja region of Santander. This fungus is recognized for its ability to metabolize organic compounds and is investigated as a potentially effective agent in the removal of petroleum contaminants. The main objective of the study is to investigate the potential of *Bjerkandera adusta* to decompose hydrocarbons and assess the effectiveness of this bioremediation process in restoring soil quality. To achieve this, experiments will be conducted that include the characterization of contaminated soils, the controlled inoculation of the fungus, and the monitoring of hydrocarbon degradation over time. The methodology includes the collection of the fungus in San Vicente de Chucurí and the preparation of a sawdust-based culture medium, which is allowed to rest for 24 hours before incubating the fungus for four days. Subsequently, the soil is artificially contaminated, and an initial sample is taken to perform a total petroleum hydrocarbons (TPH) test. Afterward, mycelium is added, and three samples are taken and placed in natural conditions in Barrancabermeja. One month later, TPH tests are conducted again. Preliminary results indicate that the fungus has a remarkable ability to bioremediate the soil, achieving a reduction of hydrocarbons from 6 mL to values between 2 and 3 mL after one month of treatment. This suggests that *Bjerkandera adusta* can eliminate approximately 70% of the present hydrocarbon. In conclusion, the study highlights the effectiveness of *Bjerkandera adusta* in the bioremediation of hydrocarbon-contaminated soils, suggesting that a longer treatment duration could result in more complete degradation. It is recommended to keep the soils aerated after bioremediation to promote the regeneration of local flora.

Keywords: Bioremediation, Soil contamination, Degradation, Removal of contaminants, Total petroleum hydrocarbons (TPH).

LA MONTAÑA

Raquel Díaz Ballesta¹, Juan Quiñonez Forero¹, Leydi Bayona², Rafael Guerrero², Dayanna Camacho³, Laura Ramos, Jerson Barbosa, Zoemith Porras, Diego Mejía, Dariana Rodelo, Karina Flórez, Karen Ardila, Luz Restrepo, Stefany Giraldo, José Ortiz, Adriana Bonitto, Ricardo Estrada.

Semillero Laboratorio Musical-LAMUS Escuela de Ciencias, Programa de Licenciatura en Artes

XXVII ENCUESTRO NACIONAL Y XXI ENCUESTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

“LA MONTAÑA” es un material didáctico creado por estudiantes del programa de licenciatura en artes del Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ, con el objetivo de fortalecer la enseñanza de las artes a través de la música, la danza y las artes plásticas, enfocándose en el bambuco colombiano. Este proyecto surge de una colaboración entre docentes y estudiantes donde busca enriquecer la formación de los futuros licenciados en artes. La obra integra partituras musicales utilizando el método Orff, conceptos teóricos y prácticos para las artes plásticas y secuencias de danza que fomentan el interés por el folclor regional. Se desarrolló bajo un enfoque de Investigación Acción Participativa y un método de inducción por enumeración simple, implementado en tres fases: análisis de conceptos, desarrollo de secuencias didácticas y exposición de las actividades desarrolladas.

Del mismo modo sucede con la parte de las artes plásticas, en la cual se tienen en cuenta los conceptos y las teorías del color, pero más que lineamientos teóricos, se invita al estudiante a que utilice su capacidad de escucha a sentir la música que evoca la letra del bambuco “La Montaña”. Tras observar los ejemplos presentados en la cartilla, se les anima a liberar la creatividad, utilizando como génesis la letra del bambuco para crear su propia obra pictórica que refleje aspectos que consideren representativos de la letra o la obra musical.

En total, se trabajó con 18 objetos de estudio. “LA MONTAÑA” no solo proporciona herramientas pedagógicas efectivas para los docentes, sino que también promueve un ambiente de aprendizaje creativo y culturalmente significativo.

Palabras clave: Bambuco colombiano, Educación Cultural, Expresión creativa, Enseñanza de las artes, Herramienta pedagógica, Material didáctico.

THE MOUNTAIN

Abstract

"LA MONTAÑA", is a teaching material created by students from the Bachelor's program in Arts at the Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ, aimed at strengthening the teaching of the arts through music, dance, and visual arts, focusing on Colombian bambuco. This project arises from a collaboration between teachers and students, seeking to enrich the training of future graduates in the arts. The work integrates musical scores using the Orff method, theoretical and practical concepts for visual arts, and dance sequences that foster interest in regional folklore. It was developed under a Participatory Action Research approach and a simple enumeration induction method, implemented in three phases: concept analysis, development of teaching sequences, and presentation of the activities carried out. Similarly, in the area of visual arts, concepts and theories of color are taken into account. However, beyond theoretical guidelines, students are invited to use their listening skills to feel the music evoked by the lyrics of the bambuco 'La Montaña'. After observing the examples presented in the booklet, they are encouraged to unleash their creativity, using the lyrics of the bambuco as a genesis to create their own pictorial work that reflects aspects they consider representative of the lyrics or the musical piece. In total, 18 study objects were worked on. 'LA MONTAÑA' not only provides effective pedagogical tools for teachers but also promotes a creative and culturally significant learning environment.

Keywords: Colombian Bambuco, Cultural Education, Creative Expression, Arts Teaching, Pedagogical Tool, Teaching Material.

PLATAFORMA WEB PARA LA GESTIÓN DE EVENTOS DEPORTIVOS – “UNISCORE”

Kevin Camilo Prada Roa¹, Sergio Andrés Barragán Ramírez², Cipriano López Vides², Edwin Durán Blandón²

¹Semillero de Investigación Soluciones Informáticas - SISINFO,
Escuela de Ciencias, Programa de Ingeniería Informática
XXVII ENCUENTRO NACIONAL Y XXI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE
INVESTIGACIÓN
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

El proyecto UNISCORE se desarrolla en respuesta a la necesidad de optimizar la organización y gestión de torneos de fútbol en el Instituto Universitario de la Paz. Se propone crear una plataforma web que facilite la planificación, coordinación y seguimiento de eventos deportivos, mejorando la experiencia para participantes y organizadores. UNISCORE incluye herramientas para la planificación automática, registro de resultados y estadísticas, fomentando la interacción en tiempo real y aumentando la transparencia y accesibilidad de la información. El objetivo del proyecto fue crear la plataforma, definir sus requerimientos, diseñar un prototipo, desarrollarlo con metodología ágil Scrum y evaluar su efectividad mediante pruebas piloto. La metodología aplicada en la investigación es aplicada para abordar la falta de tecnología en la gestión de eventos deportivos, modernizando procesos tradicionales. Hasta ahora, se ha completado la fase de diseño, que resultó en un prototipo inicial que fue consultado con los usuarios y recibió una buena aceptación, aunque la plataforma aún no ha sido probada en un entorno real. La próxima fase de pruebas será crucial para validar su usabilidad y rendimiento, asegurando que cumpla con las expectativas de los usuarios y mejore la experiencia de los participantes en los torneos. En este momento, se estima que el proyecto ha alcanzado un 30% de su desarrollo y se encuentra en un camino prometedor, respaldado por la aceptación de la comunidad universitaria.

Palabras clave: Eventos deportivos, Plataforma web, Planificación automática, Torneos de fútbol.

WEB PLATFORM FOR SPORTS EVENT MANAGEMENT – “UNISCORE”

Abstract

The UNISCORE project is being developed in response to the need to optimize the organization and management of football tournaments at the University Institute of Peace. It aims to create a web platform that facilitates the planning, coordination, and monitoring of sports events, enhancing the experience for participants and organizers. UNISCORE includes tools for automated planning, result tracking, and statistics, promoting real-time interaction and increasing transparency and accessibility of information. The project's objectives were to create the platform, define its requirements, design a prototype, develop it using the Agile Scrum methodology, and evaluate its effectiveness through pilot tests. The applied methodology in the research addresses the lack of technology in the management of sports events, modernizing traditional processes. So far, the design phase has been completed, resulting in an initial prototype that was consulted with users and received positive feedback, although the platform has not yet been tested in a real environment. The next phase of testing will be crucial to validate its usability and performance, ensuring that it meets user expectations and enhances the experience of participants in the tournaments. At this moment, it is estimated that the project has reached 30% of its development and is on a promising path, supported by the acceptance of the university community.

Keywords: Sports events, Web platform, Automated planning, Football tournaments.

**SERENA: APLICATIVO WEB PARA EL APOYO EN EL SEGUIMIENTO Y
CARACTERIZACIÓN DE ESTUDIANTES CON DIVERSIDAD FUNCIONAL EN EL
PROGRAMA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA PRIMER SEMESTRE DEL INSTITUTO
UNIVERSITARIO DE LA PAZ**

Juan José Gómez Duarte¹, Carol Tatiana Bareño León¹, Jhonis Ríos Múnera²

¹Semillero de Investigación Soluciones Informáticas - SISINFO, Escuela de Ciencias, Programa de Ingeniería Informática,

²Grupo de Investigación en Ciencias e Ingeniería-CIPAZ, Escuela de Ciencias,
XXVII ENCUESTO NACIONAL Y XXI ENCUESTO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE
INVESTIGACIÓN
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

El proyecto se centra en el desarrollo de una aplicación web destinada a mejorar la gestión, caracterización y seguimiento de estudiantes con capacidades diversas en el primer semestre del programa de Ingeniería Informática del Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ). Esta iniciativa responde a los desafíos que enfrenta la comunidad estudiantil que tiene alguna discapacidad con la estigmatización e integración en la educación superior. Utilizando un enfoque descriptivo, se examinará detalladamente la situación identificada a través de métodos de recolección de información como entrevistas, encuestas y observaciones, con el objetivo de analizar características y comportamientos del mercado objetivo. La investigación será cualitativa, enfocándose en comprender a fondo los fenómenos relacionados con la diversidad funcional de los estudiantes, en colaboración con personal de Bienestar Institucional y mediante análisis de contenido. Se buscará explorar el significado de la inclusión y la complejidad del fenómeno tecnológico como factor inclusivo. La variable principal es la Diversidad Funcional, que se clasifica en limitaciones auditivas, físicas, intelectuales, visuales, sordoceguera, psicosociales, múltiples y trastornos del espectro autista. La población objetivo comprende a los estudiantes de primer semestre de la Escuela de Ciencias de UNIPAZ, con una muestra de 60 estudiantes de ingeniería informática del semestre 2024B, según lo indicado por Bienestar Institucional. El objetivo general del proyecto es desarrollar un aplicativo que facilite la gestión de información y la toma de decisiones, basándose en un enfoque descriptivo y cualitativo para entender las experiencias de los estudiantes con diversidad funcional. Se espera que SERENA genere nuevos conocimientos sobre la gestión de información, desarrolle una plataforma accesible y segura, y capacite a profesionales en el uso de tecnologías de información, promoviendo así un ambiente educativo más inclusivo y equitativo que beneficie a toda la comunidad académica. Como resultados esperados, SERENA representará un avance tecnológico en la gestión y monitoreo de la información de estudiantes con capacidades diversas, permitiendo la creación de nuevas metodologías y herramientas digitales que faciliten su inclusión y seguimiento personalizado.

Palabras clave: Aplicación web, Capacidades diversas, Diversidad funcional, Ambiente educativo inclusivo.

SERENA: WEB APPLICATION FOR SUPPORTING THE MONITORING AND CHARACTERIZATION OF STUDENTS WITH FUNCTIONAL DIVERSITY IN THE COMPUTER ENGINEERING PROGRAM, FIRST SEMESTER OF THE UNIVERSITY INSTITUTE OF PEACE

Abstract

The project focuses on the development of a web application aimed at improving the management, characterization, and monitoring of students with diverse abilities in the first semester of the Computer Engineering program at the University Institute of Peace (UNIPAZ). This initiative addresses the challenges faced by the student community with disabilities regarding stigmatization and integration into higher education. Using a descriptive approach, the identified situation will be examined in detail through information collection methods such as interviews, surveys, and observations, with the aim of analyzing characteristics and behaviors of the target market. The research will be qualitative, focusing on deeply understanding the phenomena related to students' functional diversity, in collaboration with Institutional Welfare personnel and through content analysis. The goal is to explore the meaning of inclusion and the complexity of the technological phenomenon as an inclusive factor. The main variable is Functional Diversity, which is classified into auditory, physical, intellectual, visual, deafblind, psychosocial, multiple limitations, and autism spectrum disorders. The target population includes first-semester students from the School of Sciences at UNIPAZ, with a sample of 60 computer engineering students from the 2024B semester, as indicated by Institutional Welfare. The general objective of the project is to develop an application that facilitates information management and decision-making, based on a descriptive and qualitative approach to understand the experiences of students with functional diversity. It is expected that SERENA will generate new knowledge about information management, develop an accessible and secure platform, and train professionals in the use of information technologies, thereby promoting a more inclusive and equitable educational environment that benefits the entire academic community. As expected results, SERENA will represent a technological advancement in the management and monitoring of information for students with diverse abilities, allowing the creation of new methodologies and digital tools that facilitate their inclusion and personalized follow-up.

Keywords: Web application, Diverse abilities, Functional diversity, Inclusive educational environment.

PRÁCTICAS Y PROCESOS DE RESILIENCIA COMUNITARIA MEDIANTE LA TAMBORA EN RÍO VIEJO, BOLÍVAR

Gisselt Daniela Puertas Badillo¹

¹Semillero de Investigación REMEMORHISARTE, Escuela de Ciencias Sociales y de las
Comunicaciones, Programa de trabajo social
XXVII ENCUENTRO NACIONAL Y XXI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE
INVESTIGACIÓN
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ.

Resumen

La tambora, un instrumento de percusión emblemático de la tradición afrocolombiana, desempeña un papel crucial en la construcción del tejido social en las comunidades del Caribe colombiano, especialmente en Río Viejo, Bolívar. Este proyecto de investigación explora cómo la tambora ha sido un medio de expresión cultural y artística, así como un mecanismo de cohesión comunitaria y resiliencia frente a los desafíos del conflicto armado. A través de la voz de Rafael Flórez, se destaca que la tambora representa emociones profundas, como el amor y la esperanza, y ha sido fundamental para la sanación en contextos de violencia. Río Viejo ha sido testigo de una historia marcada por la violencia, desde la violencia bipartidista hasta la presencia de grupos armados, que a pesar de estos desafíos, la comunidad ha encontrado en la tambora un medio para preservar sus raíces culturales y fomentar la reconciliación. Este estudio se centra en analizar las historias de resiliencia a partir de las expresiones musicales de la tambora, recopilando cantos que reflejan esta resistencia cultural y describiendo las tradiciones que la rodean. El proyecto aborda la metodología cualitativa con un enfoque fenomenológico, a través de herramientas como entrevistas semiestructuradas y grupos focales que permiten capturar las experiencias de los habitantes de Río Viejo. Los resultados revelan que la tambora no solo es un símbolo de identidad cultural, sino también un vehículo para la sanación y la educación. Los entrevistados destacan su papel en la unión comunitaria, la resistencia cultural y su capacidad para mitigar las secuelas del conflicto. Se resalta la importancia de la tambora no solo como un recurso cultural, sino también como una herramienta eficaz para la promoción de la paz y la gestión de conflictos en la comunidad, siendo un pilar de la identidad y estabilidad social en Río Viejo.

Palabras clave: Expresión cultural, Historias de resiliencia, Instrumento de percusión, Resiliencia, Tambora, Tejido social, Tradición afrocolombiana

COMMUNITY RESILIENCE PRACTICES AND PROCESSES THROUGH THE TAMBORA IN RÍO VIEJO, BOLÍVAR

Abstract

The tambora, an emblematic percussion instrument of Afro-Colombian tradition, plays a crucial role in building the social fabric in the communities of the Colombian Caribbean, especially in Río Viejo, Bolívar. This research project explores how the tambora has served as a means of cultural and artistic expression, as well as a mechanism for community cohesion and resilience in the face of armed conflict challenges. Through the voice of Rafael Flórez, it is highlighted that the tambora represents deep emotions, such as love and hope, and has been fundamental for healing in contexts of violence. Río Viejo has witnessed a history marked by violence, from bipartisanship to the presence of armed groups. Despite these challenges, the community has found in the tambora a means to preserve its cultural roots and promote reconciliation. This study focuses on analyzing stories of resilience through the musical expressions of the tambora, collecting songs that reflect this cultural resistance and describing the traditions that surround it. The project employs a qualitative methodology with a phenomenological approach, using tools such as semi-structured interviews and focus groups that allow for capturing the experiences of the inhabitants of Río Viejo. The results reveal that the tambora is not only a symbol of cultural identity but also a vehicle for healing and education. Interviewees emphasize its role in community unity, cultural resistance, and its ability to mitigate the aftermath of conflict. The importance of the tambora is highlighted not only as a cultural resource but also as an effective tool for promoting peace and conflict management in the community, serving as a pillar of identity and social stability in Río Viejo.

Keywords: Cultural expression, Stories of resilience, Percussion instrument, Resilience, Tambora, Social fabric, Afro-Colombian tradition.

APROVECHAMIENTO DE LA POMARROSA (*Syzygium Malaccense*) PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE EN LA AGROINDUSTRIA

Kimberly Susana Lerma Niño¹

¹Semillero de Investigación Agroindustrial - SEINAGRO, Escuela de Ingeniería Agroindustrial

²Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial-GIADAI

XXVII ENCUENTRO NACIONAL Y XXI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

La pomarrosa es una fruta exótica con propiedades medicinales y gastronómicas, pero su potencial es poco aprovechado por falta de ser cosechado. Este proyecto busca abordar los problemas ambientales asociados al desperdicio del fruto, como la proliferación de vectores y olores desagradables que afectan el entorno de la ciudad, asociada al desperdicio del fruto, donde crece abundantemente en regiones tropicales como Barrancabermeja. Se espera que esta iniciativa no solo impulse el desarrollo económico y social de Barrancabermeja, sino que también contribuya a la preservación y valorización de la riqueza natural y cultural que representa el árbol de pomarrosa. Además, se pretende fortalecer competencias científicas y comunicativas, abordar el desperdicio de alimentos y mejorar la salud. El proyecto tiene como objetivo desarrollar una bebida alcohólica a partir del mesocarpio de pomarrosa (*Syzygium malaccense*) como una alternativa sostenible en la agroindustria. Se realizará una caracterización fisicoquímica del extracto del mesocarpio según las Normas Técnicas Colombianas (NTC), así como un análisis de las condiciones de fermentación de los azúcares reductores presentes en la pulpa. También se evaluará la composición nutricional de la bebida y su aceptabilidad a través de un análisis sensorial. La metodología se divide en cuatro fases, evaluación fisicoquímica del mesocarpio teniendo en cuenta el índice de acidez (NTC 5468), pH (NTC 4623), densidad (NTC 336), grados Brix (NTC 3549) y determinación de azúcares reductores; determinación de condiciones de fermentación, evaluación de la bebida producida y análisis sensorial, un perfil hedónico mediante pruebas organolépticas de la bebida alcohólica. Los resultados preliminares indican que el mesocarpio tiene un índice de acidez de 0,46 mg KOH/100 g, pH de 3,67 y una densidad de 1,02 g/ml, lo que sugiere un potencial significativo para la producción de la bebida alcohólica. Se ha establecido que la mejor formulación de fermentación incluye una concentración de levadura del 0,07% y sacarosa del 30%. Estos hallazgos destacan la viabilidad del proyecto y su potencial impacto económico al comercializar productos como vino y mermelada de pomarrosa, estos valores se comparan con los valores para la bebida alcohólica son de pH= 3,10; densidad = 1,02 g/ml; °Brix = 24,6 %, Azúcares reductores = 4,59 mg/L.

Palabras clave: Análisis sensorial, bebida alcohólica, fermentación de azúcares. fruta exótica, sostenibilidad.

UTILIZATION OF THE ROSE APPLE (*Syzygium Malaccense*) FOR THE PRODUCTION OF AN ALCOHOLIC BEVERAGE AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE IN AGROINDUSTRY

Abstract

The pomarrosa is an exotic fruit with medicinal and gastronomic properties, but its potential is underutilized due to a lack of harvesting. This project aims to address the environmental issues associated with the waste of the fruit, such as the proliferation of vectors and unpleasant odors that affect the urban environment, related to the waste of the fruit, which grows abundantly in tropical regions like Barrancabermeja. It is expected that this initiative will not only boost the economic and social development of Barrancabermeja but also contribute to the preservation and appreciation of the natural and cultural wealth represented by the pomarrosa tree. Additionally, it aims to strengthen scientific and communicative skills, tackle food waste, and improve health. The project aims to develop an alcoholic beverage from the mesocarp of pomarrosa (*Syzygium malaccense*) as a sustainable alternative in the agro-industry. A physicochemical characterization of the mesocarp extract will be carried out according to Colombian Technical Standards (NTC), as well as an analysis of the fermentation conditions of the reducing sugars present in the pulp. The nutritional composition of the beverage and its acceptability will also be evaluated through a sensory analysis. The methodology is divided into four phases: physicochemical evaluation of the mesocarp considering the acidity index (NTC 5468), pH (NTC 4623), density (NTC 336), Brix degrees (NTC 3549), and determination of reducing sugars; determination of fermentation conditions; evaluation of the produced beverage; and sensory analysis, including a hedonic profile through organoleptic tests of the alcoholic beverage. Preliminary results indicate that the mesocarp has an acidity index of 0.46 mg KOH/100 g, a pH of 3.67, and a density of 1.02 g/ml, suggesting significant potential for the production of the alcoholic beverage. It has been established that the best fermentation formulation includes a yeast concentration of 0.07% and sucrose of 30%. These findings highlight the viability of the project and its potential economic impact by commercializing products such as wine and pomarrosa jam. These values are compared with those for the alcoholic beverage, which are pH = 3.10; density = 1.02 g/ml; °Brix = 24.6%; reducing sugars = 4.59 mg/L.

Keywords: Sensory analysis, alcoholic beverage, sugar fermentation, exotic fruit, sustainability.

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS OBTENIDOS DE RIO SOGAMOSO PARA LA ELABORACIÓN DE BIOCOMPOST

Zharick Lizbeth Castro Flórez¹, Ana Milena Salazar Beleño², Leidy Carolina Ortiz Araque²

¹Semillero de Investigación Agroindustrial - SEINAGRO, Escuela de Ingeniería Agroindustrial,

²Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial-GIADAI

XXVII ENCUESTRO NACIONAL Y XXI ENCUESTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

Los residuos lignocelulósicos del río Sogamoso generan aproximadamente 2,000 toneladas mensuales y pueden causar contaminación si no se gestionan adecuadamente. Una alternativa para aprovechar estos desechos es el diseño de pilas de biocompost orgánico, que no solo mejoran la calidad del suelo en cultivos de café, sino que también contribuyen a reducir la contaminación en el río. Para garantizar la sostenibilidad y el uso efectivo de estos residuos, es fundamental estudiar la efectividad del biocompost en la mejora del suelo y su papel en la prevención de la contaminación del río. El proyecto tiene como objetivos identificar prácticas sostenibles para la recolección, establecer parámetros para la producción de compost y caracterizar el biocompost obtenido. La metodología incluye la redistribución de los residuos según su capacidad de degradación, así como la identificación de aquellos con potencial para compostaje. Se explorarán prácticas sostenibles y tecnologías para la recolección, procesamiento y aplicación del biocompost. Además, se diseñarán áreas específicas para el compostaje, considerando la eficiencia técnica y la sostenibilidad. Finalmente, se revisarán tecnologías de bajo impacto ambiental, asegurando que la solución sea replicable y de bajo costo para su implementación en otras producciones agropecuarias. Los análisis del compost obtenido revelan un pH de 8.65, lo que indica que es alcalino. Este valor puede ser beneficioso, ya que ayuda a equilibrar la acidez del suelo; sin embargo, es crucial ajustar su uso según las necesidades específicas de los cultivos para evitar desbalances nutricionales. La conductividad eléctrica, con un valor de 0.724 dS/m, refleja una baja salinidad, lo que minimiza el riesgo de acumulación de sales en el suelo, favoreciendo la absorción de agua y nutrientes por las plantas. Por lo tanto, el compost es adecuado para diversas aplicaciones agrícolas sin riesgo de salinización. En cuanto a la humedad, el compost presenta un contenido del 20.24%. Aunque este valor es inferior al rango ideal del 40-60% necesario para una actividad microbiana óptima, es manejable y puede ajustarse durante la aplicación para asegurar la efectividad de los microorganismos en el proceso de descomposición. Los análisis adicionales indican un contenido de cenizas del 10.59% y pérdidas por volatilización del 40.51%, lo que sugiere una composición equilibrada entre materia orgánica e inorgánica. Estos valores son indicativos de un compost que mejorará la estructura del suelo, su capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes.

Palabras clave: Contaminación, sostenibilidad, volatilización, degradación de residuos.

UTILIZATION OF LIGNOCELLULOSIC WASTE OBTAINED FROM THE SOGAMOSO RIVER FOR THE PRODUCTION OF BIOCOMPOST

Abstract

Lignocellulosic waste from the Sogamoso River generates approximately 2,000 tons monthly and can cause pollution if not managed properly. One alternative to take advantage of this waste is the design of organic biocompost piles, which not only improve soil quality in coffee crops but also help reduce pollution in the river. To ensure sustainability and the effective use of this waste, it is essential to study the effectiveness of biocompost in improving soil and its role in preventing river pollution. The project's objectives include identifying sustainable practices for collection, establishing parameters for compost production, and characterizing the obtained biocompost. The methodology includes redistributing waste according to its degradation capacity, as well as identifying those with potential for composting. Sustainable practices and technologies for the collection, processing, and application of biocompost will be explored. Additionally, specific areas for composting will be designed, considering technical efficiency and sustainability. Finally, low environmental impact technologies will be reviewed, ensuring that the solution is replicable and low-cost for implementation in other agricultural productions. The analyses of the obtained compost reveal a pH of 8.65, indicating that it is alkaline. This value can be beneficial as it helps balance the soil's acidity; however, it is crucial to adjust its use according to the specific needs of the crops to avoid nutritional imbalances. Electrical conductivity, with a value of 0.724 dS/m, reflects low salinity, minimizing the risk of salt accumulation in the soil and favoring the absorption of water and nutrients by plants. Therefore, the compost is suitable for various agricultural applications without the risk of salinization. Regarding moisture, the compost has a content of 20.24%. Although this value is below the ideal range of 40-60% necessary for optimal microbial activity, it is manageable and can be adjusted during application to ensure the effectiveness of microorganisms in the decomposition process. Additional analyses indicate an ash content of 10.59% and losses due to volatilization of 40.51%, suggesting a balanced composition between organic and inorganic matter. These values are indicative of a compost that will improve soil structure, its water retention capacity, and nutrient availability.

Keywords: Pollution, sustainability, volatilization, waste degrad.

CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ (*Coffea Arabica* L.) OBTENIDO EN EL MUNICIPIO DE EL CARMEN DE CHUCURÍ, SANTANDER

Jeimy Johanna Duarte Gómez¹, Nora Milena Ortiz¹

¹Semillero de Investigación Agroindustrial - SEINAGRO, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ.

² Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial-GIADAI

XXVII ENCUENTRO NACIONAL Y XXI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

El mucílago de café, un subproducto derivado del procesamiento de granos de café (*Coffea arabica* L.), ha suscitado interés debido a su contenido de compuestos fenólicos y sus potenciales beneficios para la salud. En El Carmen de Chucurí, Santander, Colombia, conocido por su café de alta calidad, la valorización de subproductos como el mucílago aún no ha sido explorada. Este estudio tiene como objetivo caracterizar los compuestos fenólicos del mucílago de café de esta región y evaluar su actividad antioxidante, contribuyendo así al conocimiento científico y al desarrollo de productos con posibles beneficios para la salud. El proyecto se centra en la caracterización de los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante del mucílago de café (*Coffea arabica* L.) obtenido en el municipio de El Carmen de Chucurí, Santander. Se realizará un análisis del mucílago recolectado en la finca Monterrey, que incluirá la caracterización del pH, la densidad y los grados Brix. Además, se determinarán los polifenoles totales presentes en el mucílago mediante espectrofotometría UV-Vis y se evaluará la capacidad antioxidante del mucílago de café utilizando el método ORAC. La metodología se dividió en tres fases; Fase 1. Se realiza un análisis del mucílago de café recolectado en la finca Monterrey, en El Carmen de Chucurí. Se recolecta el mucílago fresco tras el despulpado del café y se congela a 4°C. Se caracteriza el mucílago midiendo el pH, la densidad y los grados Brix según las Normas Técnicas Colombianas (NTC). Para los grados Brix, se utiliza un refractómetro; para el pH, se emplea un pHmetro; y para la densidad, se utilizan picnómetros. Además, se verifica la presencia de azúcares reductores mediante el método de Fehling; Fase 2: Se determina el contenido total de polifenoles en el mucílago utilizando espectrofotometría UV-Vis y el método de Folin-Ciocalteu, generando curvas de calibración con estándares de ácido gálico. Fase 3: Se evalúa la capacidad antioxidante del mucílago de café (*Coffea arabica* L.) mediante ensayos in vitro, como el DPPH y el ABTS, comparando su actividad antioxidante con la de estándares comerciales como el ácido ascórbico. Las pruebas fisicoquímicas del mucílago de café (*Coffea arabica* L.) mostraron un pH de 5.6, una densidad de 1.127 g/mL y un °Brix de 13.4, resultados que son consistentes con estudios previos. La determinación de polifenoles totales, realizada mediante espectrofotometría UV-Vis con ácido gálico como patrón a 280 nm, arrojó un resultado de <1.0 mg EAG/g de muestra, indicando que el mucílago contiene menos polifenoles que las semillas de café, lo que lo hace menos adecuado para la industria alimentaria. Sin embargo, el valor de °Brix sugiere que el mucílago podría ser aprovechado para la producción de bebidas fermentadas.

Palabras clave: Bebida fermentada, espectrofotometría UV-Vis, mucílago, polifenoles totales, subproducto.

CHARACTERIZATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COFFEE MUCILAGE (*Coffea Arabica* L.) OBTAINED IN THE MUNICIPALITY OF EL CARMEN DE CHUCURÍ, SANTANDER

Abstract

Coffee mucilage, a byproduct derived from the processing of coffee beans (*Coffea arabica* L.), has garnered interest due to its content of phenolic compounds and its potential health benefits. In El Carmen de Chucurí, Santander, Colombia, known for its high-quality coffee, the valorization of byproducts like mucilage has yet to be explored. This study aims to characterize the phenolic compounds of coffee mucilage from this region and evaluate its antioxidant activity, thereby contributing to scientific knowledge and the development of products with potential health benefits. The project focuses on the characterization of the phenolic compounds and antioxidant activity of coffee mucilage (*Coffea arabica* L.) obtained in the municipality of El Carmen de Chucurí, Santander. An analysis of the mucilage collected from the Monterrey farm will be conducted, which will include the characterization of pH, density, and Brix degrees. Additionally, the total phenolic content present in the mucilage will be determined using UV-Vis spectrophotometry, and the antioxidant capacity of the coffee mucilage will be evaluated using the ORAC method. The methodology is divided into three phases: Phase 1. An analysis of the coffee mucilage collected from the Monterrey farm in El Carmen de Chucurí is conducted. Fresh mucilage is collected after the coffee depulping and frozen at 4°C. The mucilage is characterized by measuring pH, density, and Brix degrees according to Colombian Technical Standards (NTC). A refractometer is used for Brix degrees; a pH meter is employed for pH; and pycnometers are used for density. Additionally, the presence of reducing sugars is verified using the Fehling method; Phase 2: The total phenolic content in the mucilage is determined using UV-Vis spectrophotometry and the Folin-Ciocalteu method, generating calibration curves with standards of gallic acid. Phase 3: The antioxidant capacity of coffee mucilage (*Coffea arabica* L.) is evaluated through in vitro assays, such as DPPH and ABTS, comparing its antioxidant activity with that of commercial standards like ascorbic acid. The physicochemical tests of coffee mucilage (*Coffea arabica* L.) showed a pH of 5.6, a density of 1.127 g/mL, and a °Brix of 13.4, results consistent with previous studies. The determination of total phenolics, conducted using UV-Vis spectrophotometry with gallic acid as a standard at 280 nm, yielded a result of <1.0 mg EAG/g of sample, indicating that the mucilage contains fewer phenolics than coffee seeds, making it less suitable for the food industry. However, the °Brix value suggests that the mucilage could be utilized for the production of fermented beverages.

Keywords: Fermented beverage, UV-Vis spectrophotometry, mucilage, total phenolics, byproduct.

EFFECTO COMBINADO DE LA ADICIÓN DE NARANJA (*Citrus sinensis*) CON FINAS HIERBAS EN SALMUERA PARA LA CONSERVACIÓN DE COSTILLAS DE CERDO AHUMADAS EMPACADAS AL VACÍO

Ingrid Paola Quintana Leal¹

¹Semillero de Investigación Agroindustrial - SEINAGRO, Escuela de Ingeniería Agroindustrial,

² Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas
de Producción Agroindustrial-GIADAI, Escuela de Ingeniería Agroindustrial

XXVII ENCUESTO NACIONAL Y XXI ENCUESTO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE
INVESTIGACIÓN

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

La planta *Thymus vulgaris* L. (tomillo) se utiliza como bioconservante en la industria cárnica debido a sus propiedades aromáticas y su larga tradición como especia. Este género es conocido por su alto contenido de aceites esenciales y compuestos bioactivos, como el timol, el carvacrol, el p-cimeno y el γ -terpineno. Estos componentes no solo poseen propiedades antimicrobianas, sino que también incluyen compuestos fenólicos, responsables de la notable capacidad antioxidante del tomillo. Además, contribuyen a mejorar los aspectos organolépticos de los alimentos en los que se utiliza. La presente investigación evaluó el efecto de la combinación de zumo de naranja (*Citrus sinensis*) con finas hierbas deshidratadas, como tomillo, laurel y orégano, como agentes de conservación para costillas de cerdo ahumadas empacadas al vacío. El estudio incluyó un análisis fisicoquímico de las costillas y un análisis microbiológico de las muestras almacenadas a bajas temperaturas, con el objetivo de establecer la calidad del producto final. Además, se llevó a cabo un análisis sensorial para determinar la formulación óptima. La investigación se realizó en Barrancabermeja, Colombia, utilizando métodos de la AOAC para evaluar las propiedades fisicoquímicas. Los resultados mostraron que la formulación con tomillo (F3) obtuvo la mejor calificación en sabor y olor, mientras que la de orégano (F2) destacó en textura y jugosidad, y F1 (adición de laurel) fue la más baja en cuanto todos sus atributos sensoriales. Las costillas presentaron un contenido de humedad del 29.18% y un pH de 5.75, valores aceptables. Los análisis microbiológicos cumplieron con los estándares de seguridad, evidenciando bajos niveles de microorganismos patógenos. La adición de zumo de naranja y hierbas no solo mejoró la conservación, sino que también inhibió el crecimiento de microorganismos indeseables. Estos hallazgos sugieren su potencial como conservantes naturales, ofreciendo una alternativa saludable para la conservación de carnes. Se recomienda realizar más estudios sobre combinaciones de aditivos naturales en diferentes tipos de carne y condiciones de almacenamiento. Cabe resaltar que existen métodos de conservación aplicados para cada tipo de alimentos, es decir, que el método de conservación depende del tipo de alimento debido a sus periodos de descomposición.

Palabras clave: Agentes de conservación, Análisis fisicoquímico, Análisis microbiológico, Análisis sensorial, Bio-conservante, Compuestos aromáticos, Compuestos bioactivos.

COMBINED EFFECT OF THE ADDITION OF ORANGE (*Citrus sinensis*) WITH FINE HERBS IN BRINE FOR THE CONSERVATION OF VACUUM-PACKED SMOKED PORK RIBS

Abstract

The plant *Thymus vulgaris* L. (thyme) is used as a bioconservant in the meat industry due to its aromatic properties and its long-standing tradition as a spice. This genus is known for its high content of essential oils and bioactive compounds, such as thymol, carvacrol, p-cymene, and γ -terpinene. These components not only possess antimicrobial properties but also include phenolic compounds, which are responsible for the notable antioxidant capacity of thyme. Additionally, they contribute to improving the organoleptic aspects of the foods in which they are used.

The present research evaluated the effect of combining orange juice (*Citrus sinensis*) with dehydrated herbs, such as thyme, bay leaf, and oregano, as conservation agents for vacuum-packed smoked pork ribs. The study included a physicochemical analysis of the ribs and a microbiological analysis of the samples stored at low temperatures, aiming to establish the quality of the final product. Furthermore, a sensory analysis was conducted to determine the optimal formulation. The research was carried out in Barrancabermeja, Colombia, using AOAC methods to evaluate the physicochemical properties. The results showed that the formulation with thyme (F3) received the highest rating in flavor and aroma, while the oregano formulation (F2) excelled in texture and juiciness, and F1 (with bay leaf) had the lowest ranking in all sensory attributes. The ribs had a moisture content of 29.18% and a pH of 5.75, both acceptable values. The microbiological analyses met safety standards, demonstrating low levels of pathogenic microorganisms. The addition of orange juice and herbs not only improved preservation but also inhibited the growth of undesirable microorganisms. These findings suggest their potential as natural preservatives, offering a healthy alternative for meat preservation. Further studies on combinations of natural additives in different types of meat and storage conditions are recommended. It is worth noting that there are specific preservation methods applied to each type of food, meaning that the preservation method depends on the type of food due to its decomposition periods.

Keywords: Conservation agents, physicochemical analysis, microbiological analysis, sensory analysis, bioconservant, aromatic compounds, bioactive compounds.

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES EN LA TRANSESTERIFICACIÓN DE ACEITE VEGETAL USADO DERIVADO DE FRITURA DE PESCADO, EN RESTAURANTES DEL SECTOR EL MUELLE, COMO FUENTE ALTERNATIVA DE BIODIÉSEL EN BARRANCABERMEJA

Ana Cristina Caballero Gutiérrez¹, Juan Camilo Guzmán Vides¹

¹Semillero de Investigación Agroindustrial - SEINAGRO, Escuela de Ingeniería Agroindustrial,

²Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial-GIADAI

XXVII ENCUENTRO NACIONAL Y XXI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

La gestión inadecuada de residuos oleaginosos, como el aceite de cocina usado, plantea problemas ambientales y sociales significativos, incluyendo la contaminación de cuerpos de agua y el deterioro de la infraestructura de alcantarillado. En el sector El Muelle, la disposición inadecuada de aceites vegetales usados por parte de los restaurantes se debe a la falta de conocimiento sobre alternativas de manejo y a la supervisión insuficiente por parte de las autoridades. Esto ha llevado a la contaminación del río Magdalena, afectando tanto la salud pública como el interés turístico en la región. La investigación se centra en la generación de aceite vegetal usado (AVU) proveniente de la fritura de pescado en restaurantes del sector El Muelle en Barrancabermeja, para la producción de biodiesel. El problema radica en la mala gestión de los residuos de aceite, que contribuye a la contaminación del río Magdalena y genera problemas de salud pública y costos de mantenimiento en el alcantarillado. La investigación busca analizar el potencial del aceite vegetal usado como materia prima para la producción de biodiésel, con la finalidad de desarrollar nuevas líneas de negocio sostenibles y contribuir a la preservación ecológica del río Magdalena. Se utilizarán enfoques cualitativos y cuantitativos para describir la dinámica del aceite vegetal usado y cuantificar su producción anual. Esta investigación es fundamental para ofrecer una solución sostenible a los problemas ambientales y económicos de la zona, beneficiando tanto a la comunidad como al sector gastronómico. Se utilizó la herramienta de encuestas en 20 restaurantes para determinar la cantidad de aceite usado generado y se revisaron 16 fuentes bibliográficas sobre el proceso de transesterificación. Se estima que los restaurantes del sector pueden generar un promedio de 11,280 litros de AVU al año, lo que podría traducirse en 2,604.68 galones de biodiésel, suficiente para abastecer un autobús intermunicipal mensualmente. Esto representa una solución sostenible a un problema ambiental y económico en la región.

Palabras clave: Aceite vegetal, Biodiésel, Contaminación, Preservación ecológica, Río Magdalena, Sostenible.

EVALUATION OF THE CONDITIONS IN THE TRANSESTERIFICATION OF USED VEGETABLE OIL DERIVED FROM FISH FRYING IN RESTAURANTS IN THE EL MUELLE SECTOR AS AN ALTERNATIVE SOURCE OF BIODIESEL IN BARRANCABERMEJA

Abstract

The inadequate management of oily waste, such as used cooking oil, poses significant environmental and social problems, including the contamination of water bodies and the deterioration of sewage infrastructure. In the El Muelle sector, the improper disposal of used vegetable oils by restaurants is due to a lack of knowledge about management alternatives and insufficient supervision by the authorities. This has led to the pollution of the Magdalena River, affecting both public health and tourism interest in the region. The research focuses on the generation of used vegetable oil (UVO) from fish frying in restaurants in the El Muelle sector of Barrancabermeja, for biodiesel production. The problem lies in the poor management of oil waste, which contributes to the contamination of the Magdalena River and generates public health issues and maintenance costs in the sewage system. The research aims to analyze the potential of used vegetable oil as a raw material for biodiesel production, with the goal of developing new sustainable business lines and contributing to the ecological preservation of the Magdalena River. Qualitative and quantitative approaches will be used to describe the dynamics of used vegetable oil and quantify its annual production. This research is essential to provide a sustainable solution to the environmental and economic problems in the area, benefiting both the community and the gastronomic sector. Surveys were conducted in 20 restaurants to determine the amount of used oil generated, and 16 bibliographic sources on the transesterification process were reviewed. It is estimated that restaurants in the sector can generate an average of 11,280 liters of UVO per year, which could translate into 2,604.68 gallons of biodiesel, enough to supply an intermunicipal bus monthly. This represents a sustainable solution to an environmental and economic problem in the region.

Keywords: Vegetable oil, Biodiesel, Pollution, Ecological preservation, Magdalena River, Sustainable.

FORMULACIÓN Y DESARROLLO DE UN ALIMENTO FUNCIONAL TIPO GELATINA SUPLEMENTADO CON ESPIRULINA Y COLÁGENO COMO CONTRIBUCIÓN ESTRATÉGICA A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN COLOMBIA

Rafael Gabriel Torrez Benítez¹

¹Semillero de Investigación Agroindustrial- SEINAGRO, Escuela de Ingeniería Agroindustrial

²Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial-GIADAI

XXVII ENCUENTRO NACIONAL Y XXI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

Los alimentos funcionales son aquellos que contienen componentes biológicamente activos que aportan beneficios a la salud. En este contexto, la espirulina (*Arthrospira platensis*) se destaca como un superalimento rico en proteínas y antioxidantes, la gelatina derivada del colágeno de escamas de pescado es altamente valorada en la industria alimentaria por sus propiedades nutritivas. Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un alimento funcional tipo gelatina a base de escamas de pescado de tilapia roja, enriquecido con espirulina, como respuesta a la baja disponibilidad de nutrientes en la dieta y para contribuir a la seguridad alimentaria en Colombia. La espirulina es rica en aminoácidos y minerales, tiene el potencial de mejorar la salud y combatir la malnutrición. La metodología empleada es de tipo aplicada y experimental, variando los porcentajes de espirulina y colágeno parcialmente hidrolizado en tres tratamientos diferentes. Se establecieron procedimientos estándar para su elaboración, manteniendo constantes los porcentajes de colágeno y estevia, mientras que el porcentaje de espirulina se modificó. La muestra consiste en 20 g de espirulina, 500 g de escamas de pescado y 3 g de estevia. Los tratamientos T1, T2 y T3 incluyen adiciones de 4%, 6% y 8% de espirulina, respectivamente. La espirulina se cultiva en el laboratorio de Microbiología del Instituto Universitario de La Paz, las escamas de tilapia provienen de la Piscícola San Silvestres, y se utilizó estevia de la marca Dlight. Los resultados preliminares indican que se lograron añadir 4%, 6% y 8% de espirulina en los tratamientos. Se estableció un procedimiento estándar para la producción de biomasa de microalgas utilizando un medio de cultivo salino, obteniendo 10 gramos de biomasa a partir de 15 litros de medio. El proyecto busca desarrollar un protocolo para la elaboración de gelatina que cumpla con altos estándares de calidad y determinar la composición adecuada para mejorar las propiedades nutricionales de la gelatina suplementada con espirulina.

Palabras clave: Antioxidantes, colágeno, espirulina, malnutrición, seguridad alimentaria.

FORMULATION AND DEVELOPMENT OF A FUNCTIONAL FOOD IN THE FORM OF GELATIN SUPPLEMENTED WITH SPIRULINA AND COLLAGEN AS A STRATEGIC CONTRIBUTION TO FOOD SECURITY IN COLOMBIA

Abstract

Functional foods are those that contain biologically active components that provide health benefits. In this context, spirulina (*Arthrospira platensis*) stands out as a superfood rich in proteins and antioxidants, while gelatin derived from fish scale collagen is highly valued in the food industry for its nutritional properties. This project aims to develop a functional food in the form of gelatin based on red tilapia fish scales, enriched with spirulina, in response to the low availability of nutrients in the diet and to contribute to food security in Colombia. Spirulina is rich in amino acids and minerals, has the potential to improve health, and combat malnutrition. The methodology used is applied and experimental, varying the percentages of spirulina and partially hydrolyzed collagen in three different treatments. Standard procedures were established for its preparation, maintaining constant percentages of collagen and stevia, while the percentage of spirulina was modified. The sample consists of 20 g of spirulina, 500 g of fish scales, and 3 g of stevia. Treatments T1, T2, and T3 include additions of 4%, 6%, and 8% of spirulina, respectively. Spirulina is cultivated in the Microbiology laboratory of the Universidad de La Paz, the tilapia scales come from Piscícola San Silvestres, and stevia from the Dlight brand was used. Preliminary results indicate that it was possible to add 4%, 6%, and 8% of spirulina in the treatments. A standard procedure was established for the production of microalgae biomass using a saline culture medium, obtaining 10 grams of biomass from 15 liters of medium. The project seeks to develop a protocol for the preparation of gelatin that meets high quality standards and to determine the appropriate composition to improve the nutritional properties of gelatin supplemented with spirulina.

Keywords: Antioxidants, collagen, spirulina, malnutrition, food security.

OBTENCIÓN DE CARAMELO SIN AZÚCARES AÑADIDOS A PARTIR DEL MUCÍLAGO DE CACAO *Theobroma Cacao L.*, VARIEDAD CRIOLLA EN LA FINCA EL CAIRO UBICADA EN LA VEREDA EL PERTRECHO UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ

Juan Antonio Cadavid¹, Yuliana Suárez Ríos¹

¹Semillero de Investigación en Tecnología de Alimentos, Escuela de Ingeniería Agroindustrial,

² Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial-GIADAI

XXVII ENCUENTRO NACIONAL Y XXI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

En los últimos diez años, la producción de cacao en Colombia ha aumentado, alcanzando un récord de 69,040 toneladas en 2021 en Santander, Arauca y Antioquia como los principales departamentos productores. San Vicente de Chucurí destaca por sus 16,000 hectáreas dedicadas al cultivo de cacao, involucrando a 4,000 familias. Durante el proceso de fermentación del cacao, se pierde el mucílago convirtiéndose en un residuo sin aprovechar. Sin embargo, investigaciones han explorado la elaboración de subproductos como mermelada y licor. Este proyecto se enfoca en aprovechar el mucílago para crear un caramelo sin azúcares añadidos, buscando agregar valor al cacao y contribuir a la agroindustria local. Los objetivos incluyen calcular el rendimiento del mucílago, determinar su contenido de azúcares totales mediante HPLC y evaluar la aceptación del producto a través de un análisis sensorial. Se desarrolla bajo una metodología descriptiva y siguiendo el proceso de producción que implica la cosecha de las mazorcas de cacao en su punto de maduración, lavado, corte, despulpado, cocción del mucílago y luego se deja enfriar en bandejas. Luego de obtener el mucílago se realizaron análisis de laboratorio para determinar la cantidad de azúcar del producto. Los resultados preliminares indican una concentración de azúcares totales de 66.38 g/100 g, sugiriendo un alto concentración de azúcares totales propias del mucílago. En conclusión, el caramelo elaborado a partir del mucílago de cacao representa una opción viable para aprovechar este subproducto de manera eficiente. No solo añade valor al producto, sino que también ofrece una alternativa valiosa para transformar un material que, de otro modo, sería desechado en la Finca El Cairo.

Palabras clave: Cacao, HPLC, Mucílago de cacao, Subproductos

**OBTAINING SUGAR-FREE CARAMEL FROM COCOA MUCILAGE *Theobroma Cacao L.*,
CRIOLLO VARIETY AT THE EL CAIRO FARM LOCATED IN THE EL PERTRECHO
VILLAGE IN THE MUNICIPALITY OF SAN VICENTE DE CHUCURÍ**

Abstract

In the last ten years, cocoa production in Colombia has increased, reaching a record of 69,040 tons in 2021 in Santander, Arauca, and Antioquia as the main producing departments. San Vicente de Chucurí stands out for its 16,000 hectares dedicated to cocoa cultivation, involving 4,000 families. During the fermentation process of cocoa, mucilage is lost, becoming an unutilized waste. However, research has explored the production of by-products such as jam and liquor. This project focuses on utilizing mucilage to create a caramel without added sugars, aiming to add value to cocoa and contribute to the local agro-industry. The objectives include calculating the yield of mucilage, determining its total sugar content using HPLC, and evaluating product acceptance through sensory analysis. It is developed under a descriptive methodology and follows the production process, which involves harvesting cocoa pods at their ripeness, washing, cutting, depulping, cooking the mucilage, and then allowing it to cool in trays. After obtaining the mucilage, laboratory analyses were conducted to determine the sugar content of the product. Preliminary results indicate a total sugar concentration of 66.38 g/100 g, suggesting a high concentration of total sugars typical of mucilage. In conclusion, the caramel made from cocoa mucilage represents a viable option for efficiently utilizing this by-product. It not only adds value to the product but also offers a valuable alternative for transforming a material that would otherwise be discarded at Finca El Cairo.

Keywords: Cocoa, HPLC, Cocoa mucilage, By-products.

PRÁCTICAS Y PROCESOS DE RESILIENCIA COMUNITARIA MEDIANTE LA TAMBORA EN RÍO VIEJO, BOLÍVAR

Resumen

La tambora, un instrumento de percusión emblemático de la tradición afrocolombiana, desempeña un papel crucial en la construcción del tejido social en las comunidades del Caribe colombiano, especialmente en Río Viejo, Bolívar. Este proyecto de investigación explora cómo la tambora ha sido un medio de expresión cultural y artística, así como un mecanismo de cohesión comunitaria y resiliencia frente a los desafíos del conflicto armado. A través de la voz de Rafael Flórez, se destaca que la tambora representa emociones profundas, como el amor y la esperanza, y ha sido fundamental para la sanación en contextos de violencia. Río Viejo ha sido testigo de una historia marcada por la violencia, desde la violencia bipartidista hasta la presencia de grupos armados, que a pesar de estos desafíos, la comunidad ha encontrado en la tambora un medio para preservar sus raíces culturales y fomentar la reconciliación. Este estudio se centra en analizar las historias de resiliencia a partir de las expresiones musicales de la tambora, recopilando cantos que reflejan esta resistencia cultural y describiendo las tradiciones que la rodean. El proyecto aborda la metodología cualitativa con un enfoque fenomenológico, a través de herramientas como entrevistas semiestructuradas y grupos focales que permiten capturar las experiencias de los habitantes de Río Viejo. Los resultados revelan que la tambora no solo es un símbolo de identidad cultural, sino también un vehículo para la sanación y la educación. Los entrevistados destacan su papel en la unión comunitaria, la resistencia cultural y su capacidad para mitigar las secuelas del conflicto. Se resalta la importancia de la tambora no solo como un recurso cultural, sino también como una herramienta eficaz para la promoción de la paz y la gestión de conflictos en la comunidad, siendo un pilar de la identidad y estabilidad social en Río Viejo.

Palabras clave: Expresión cultural, Historias de resiliencia, Instrumento de percusión, Resiliencia, Tambora, Tejido social, Tradición afrocolombiana

COMMUNITY RESILIENCE PRACTICES AND PROCESSES THROUGH THE TAMBORA IN RÍO VIEJO, BOLÍVAR

Abstract

The tambora, an emblematic percussion instrument of Afro-Colombian tradition, plays a crucial role in building the social fabric in the communities of the Colombian Caribbean, especially in Río Viejo, Bolívar. This research project explores how the tambora has served as a means of cultural and artistic expression, as well as a mechanism for community cohesion and resilience in the face of armed conflict challenges. Through the voice of Rafael Flórez, it is highlighted that the tambora represents deep emotions, such as love and hope, and has been fundamental for healing in contexts of violence. Río Viejo has witnessed a history marked by violence, from bipartisanship to the presence of armed groups. Despite these challenges, the community has found in the tambora a means to preserve its cultural roots and promote reconciliation. This study focuses on analyzing stories of resilience through the musical expressions of the tambora, collecting songs that reflect this cultural resistance and describing the traditions that surround it. The project employs a qualitative methodology with a phenomenological approach, using tools such as semi-structured interviews and focus groups that allow for capturing the experiences of the inhabitants of Río Viejo. The results reveal that the tambora is not only a symbol of cultural identity but also a vehicle for healing and education. Interviewees emphasize its role in community unity, cultural resistance, and its ability to mitigate the aftermath of conflict. The importance of the tambora is highlighted not only as a cultural resource but also as an effective tool for promoting peace and conflict management in the community, serving as a pillar of identity and social stability in Río Viejo.

Keywords: Cultural expression, Stories of resilience, Percussion instrument, Resilience, Tambora, Social fabric, Afro-Colombian tradition.

LOS BANCO DE SEMILLAS FORESTALES COMO ESTRATEGIA SOSTENIBLE PARA LA PRESERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DEL MAGDALENA MEDIO SANTANDER – COLOMBIA

Alexis Marín molina¹

¹Semillero de Investigación FOREST, Escuela de Ingeniería Ambiental y de Saneamiento
XXVII ENCUENTRO NACIONAL Y XXI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE
INVESTIGACIÓN
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ.

Resumen

El proyecto se enfoca en la conservación ex situ de especies vegetales mediante la creación de un banco de semillas forestales en la región del Magdalena Medio, dirigido a preservar la diversidad biológica. La región presenta una alta biodiversidad florística, pero carece de información técnica sobre el manejo y conservación de semillas forestales, lo que ha limitado los procesos de restauración y reforestación. La investigación propone el diseño y establecimiento de un banco de semillas para asegurar la disponibilidad de material genético de alta calidad y diversidad biológica, por lo que se tiene por objetivo, establecer procedimientos técnicos, optimizar la calidad y cantidad de semillas y contribuir al enriquecimiento del banco de semillas del Instituto Universitario de la Paz. La metodología cualitativa se desarrolla en tres fases: análisis de conceptos, desarrollo de secuencias didácticas y exposición de actividades, con un enfoque de Investigación Acción Participativa. Los resultados muestran que se han establecido procedimientos técnicos adecuados para el almacenamiento de semillas, incluyendo taxonomía, ubicación de fuentes semilleras, fichas técnicas y fechas de recolección. Las pruebas de calidad física de las semillas indican un alto porcentaje de pureza y potencial germinativo (> 70%). La investigación concluye que el banco de semillas tiene un gran potencial para la conservación de la flora nativa, la restauración de ecosistemas degradados y el fomento del desarrollo sostenible en la región. El banco de semillas conservará la diversidad genética de las especies vegetales, protegiéndolas de amenazas como la pérdida de hábitat, fragmentación de poblaciones y cambio climático. Las especies incluidas, como *Tabebuia*, *Albizia*, *Xylopia*, *Schizolobium*, *Cariniana*, *Abarema*, *Genipa* y *Tapirira*, han demostrado mantener su viabilidad bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, asegurando su uso en futuros proyectos de reforestación.

Palabras clave: Conservación de la flora nativa, Biodiversidad, Diversidad genética, Manejo de semillas forestales, Restauración, Reforestación

FOREST SEED BANKS AS A SUSTAINABLE STRATEGY FOR THE PRESERVATION OF BIODIVERSITY IN MAGDALENA MEDIO SANTANDER – COLOMBIA

Abstract

The project focuses on the ex situ conservation of plant species through the creation of a forest seed bank in the Magdalena Medio region, aimed at preserving biological diversity. The region has a high floristic biodiversity but lacks technical information on the management and conservation of forest seeds, which has limited the processes of restoration and reforestation. The research proposes the design and establishment of a seed bank to ensure the availability of high-quality genetic material and biological diversity. The goal is to establish technical procedures, optimize the quality and quantity of seeds, and contribute to the enrichment of the seed bank at the Instituto Universitario de la Paz. The qualitative methodology is developed in three phases: concept analysis, development of didactic sequences, and exposure of activities, with a focus on Participatory Action Research. The results show that adequate technical procedures have been established for seed storage, including taxonomy, seed source location, technical data sheets, and collection dates. Physical quality tests of the seeds indicate a high percentage of purity and germination potential (> 70%). The research concludes that the seed bank has great potential for the conservation of native flora, the restoration of degraded ecosystems, and the promotion of sustainable development in the region. The seed bank will preserve the genetic diversity of plant species, protecting them from threats such as habitat loss, population fragmentation, and climate change. The included species, such as *Tabebuia*, *Albizia*, *Xylopia*, *Schizolobium*, *Cariniana*, *Abarema*, *Genipa*, and *Tapirira*, have shown to maintain their viability under controlled temperature and humidity conditions, ensuring their use in future reforestation projects.

Keywords: Native flora conservation, Biodiversity, Genetic diversity, Forest seed management, Restoration, Reforestation

APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN SANTA LUCÍA UNIPAZ

Julián David Acevedo Saldaña¹, Rafael Gabriel Torres Benítez¹

¹ semillero de Investigación Agroindustrial - SEINAGRO, Escuela y programa académico de Ingeniería Agroindustrial,

²Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial-GIADAI

SEGUNDO ENCUENTRO DE CÍRCULOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN EN LIMA-PERÚ
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo aprovechar los residuos orgánicos generados en el Centro de Investigación Santa Lucía de la Universidad Nacional de la Paz (UNIPAZ), mediante procesos de compostaje, con el fin de producir abonos orgánicos. Este enfoque busca contribuir a la reducción de la contaminación ambiental, promover prácticas sostenibles y respaldar la economía circular al transformar los desechos en recursos valiosos. Para ello, se desarrollaron objetivos específicos como la reutilización de los residuos orgánicos generados en las cafeterías y núcleos de producción del Instituto Universitario de la Paz, y el uso del compostaje como técnica para establecer una huerta en el centro de investigación. La investigación se llevó a cabo bajo un diseño experimental y cuantitativo en condiciones controladas, evaluando variables como el tipo y la cantidad de materiales utilizados, así como los análisis fisicoquímicos del compost. El proceso incluyó la preparación del sitio, la mezcla con estiércol, el control de temperatura y humedad, el volteo periódico y el seguimiento de parámetros clave. Los resultados mostraron que el abono obtenido presentó niveles elevados de materia orgánica y microorganismos beneficiosos para los suelos, lo que lo hace adecuado para su aplicación en actividades agrícolas. Además, se observó que la mejora de las técnicas y herramientas de compostaje puede reducir el tiempo de producción sin comprometer la calidad del compost. En conclusión, la implementación de técnicas adecuadas de compostaje permite la obtención de abonos orgánicos con características fisicoquímicas y biológicas óptimas para su uso en cultivos agrícolas, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y a la reducción de desechos contaminantes. Asimismo, la integración de diversos materiales en el proceso de compostaje enriquece el producto final, mejorando su efectividad y utilidad en la agricultura. Este proyecto refleja el compromiso de UNIPAZ con la sostenibilidad y la innovación en la gestión de residuos, promoviendo soluciones agroindustriales sostenibles y contribuyendo al desarrollo de una economía circular.

Palabras claves: Residuos orgánicos, aprovechamiento, biocompost.

AGROINDUSTRIAL UTILIZATION OF ORGANIC WASTE ORGANIC WASTE GENERATED AT THE SANTA LUCÍA RESEARCH CENTER UNIPAZ

Julián David Acevedo Saldaña¹, Rafael Gabriel Torres Benítez¹

¹ semillero de Investigación Agroindustrial - SEINAGRO, Escuela y programa académico de Ingeniería Agroindustrial,

²Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial-GIADAI

SEGUNDO ENCUENTRO DE CÍRCULOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN EN LIMA-PERÚ
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Abstract

The objective of this project is to the organic waste generated at the Santa Lucia Research Center of the Universidad Santa Lucia Research Center of the National University of La Paz (UNIPAZ), through composting processes, in order to produce organic fertilizers. This This approach seeks to contribute to the reduction of environmental contamination, promote sustainable sustainable practices and support the circular economy by transforming waste into valuable resources. waste into valuable resources. To this end, specific objectives were developed specific objectives were developed, such as the reuse of organic waste generated in the cafeterias and production centers of the Instituto cafeterias and production nuclei of the Instituto Universitario de la Paz, and the use of composting as a technique to use of composting as a technique to establish a vegetable garden at the research center. research center. The research was carried out under an experimental and quantitative design in controlled under controlled conditions, evaluating variables such as type and quantity of materials used, as well as the the type and quantity of materials used, as well as the physicochemical analysis of the compost. the compost. The process included site preparation, mixing with manure, temperature and humidity control, periodic turning and monitoring of key parameters. key parameters. The results showed that the compost obtained presented high levels of organic matter and microorganisms beneficial to soils, which makes it suitable for soil, which makes it suitable for application in agricultural activities. In addition, it was observed that improved composting techniques and tools can reduce production time without compromising can reduce production time without compromising compost quality. In conclusion, the implementation of adequate composting techniques makes it possible to obtain organic fertilizers with physical and chemical characteristics of the compost. organic fertilizers with optimum physicochemical and biological characteristics for use on agricultural crops. for use on agricultural crops, contributing to environmental sustainability and the reduction of pollutant waste environmental sustainability and the reduction of polluting waste. Likewise, the integration of diverse materials in the composting process enriches the final product, improving its effectiveness and usefulness in agriculture. This project reflects UNIPAZ commitment to sustainability and innovation in waste management, promoting agro-industrial promoting sustainable agro-industrial solutions and contributing to the development of a circular economy. to the development of a circular economy.

Key words: Organic waste, utilization, biocompost

EVALUACIÓN DE COMPATIBILIDAD GENÉTICA EN CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ, SANTANDER, COLOMBIA

Diego Benítez, Édison Arguello, Javier Morales
Grupo de Investigación en Cultivos Tropicales – INYUBA, Escuela y programa
académico de Ingeniería Agronómica,
EXPO CIENCIAS NACIONAL 2024 TABASCO (MÉXICO)
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

San Vicente de Chucurí, conocido como la "Capital cacaotera de Colombia," es un importante productor de cacao. Sin embargo, factores como la incompatibilidad sexual limitan la fecundación y afectan el rendimiento de las plantaciones. Este estudio evaluó la compatibilidad genética en dos clones de cacao (ICS 60 y FSV 1) mediante polinizaciones dirigidas, con el fin de optimizar la productividad en la región. La polinización natural del cacao es limitada debido a factores genéticos, ecológicos y fisiológicos, siendo la incompatibilidad sexual un problema complejo que reduce el rendimiento. La investigación busca abordar esta barrera genética y explorar soluciones en San Vicente de Chucurí, el principal municipio productor de cacao en Colombia. El objetivo general del estudio fue evaluar la compatibilidad genética de los clones ICS 60 y FSV 1 en San Vicente de Chucurí, y como objetivos específicos, se propuso determinar la autocompatibilidad e intercompatibilidad de los clones estudiados y caracterizar morfológicamente los frutos resultantes de las polinizaciones dirigidas. El estudio se realizó en la vereda La Esmeralda, Finca La Flor, en San Vicente de Chucurí, utilizando un diseño experimental completamente al azar (DCA) con 6 tratamientos, 4 repeticiones y 5 unidades experimentales por clon. Los análisis se realizaron mediante un ANOVA de una vía y la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando el software R-Studio. Las fases en campo incluyeron la selección y aislamiento de flores, la polinización dirigida y evaluaciones iniciales y progresivas. Las variables evaluadas fueron el número de flores polinizadas, frutos cuajados, flores abortadas y el porcentaje de fecundación. Los resultados mostraron que el clon FSV 1 presentó un porcentaje de autocompatibilidad del 55-70%, con pérdidas a los 15 días. En cuanto a la intercompatibilidad, mostró un 75% de éxito como receptor de polen, 40% como donador y un rango de incompatibilidad del 55-66%. Este clon produjo frutos más largos y anchos que el ICS 60, además de almendras más gruesas en tratamientos de autocompatibilidad (0.82 mm). Por su parte, el clon ICS 60 alcanzó un porcentaje de autocompatibilidad entre el 5-25%, con pérdidas a los 15 días. En intercompatibilidad, obtuvo un 95% de éxito como receptor de polen, 10% como donador y un rango de incompatibilidad del 45-75%. Las semillas del ICS 60 fueron más anchas que las de FSV 1, con un promedio de 1.30 mm. En ambos clones, predominó la forma de fruto abobada, semillas ovadas y un color morado característico. Se concluyó que el clon FSV 1 mostró mayor autocompatibilidad, lo que lo hace adecuado para sistemas monoclonales. Ambos clones pueden manejarse en sistemas policlonales, siendo buenos receptores de polen. La investigación confirma que los factores genéticos específicos influyen significativamente en la productividad del cacao, lo que orienta estrategias para maximizar el rendimiento en las plantaciones. Estos hallazgos contribuyen al manejo agronómico del cacao y apoyan la sostenibilidad y optimización del sector cacaotero en Colombia.

Palabras claves: cacao, genética, sostenibilidad.

**EVALUATION OF GENETIC COMPATIBILITY IN COCOAO CLONES (*Theobroma cacao* L.)
IN THE MUNICIPALITY OF SAN VICENTE DE CHUCURÍ, SANTANDER, COLOMBIA**

Diego Benítez, Édison Arguello, Javier Morales
Grupo de Investigación en Cultivos Tropicales – INYUBA, Escuela y programa
académico de Ingeniería Agronómica,
EXPO CIENCIAS NACIONAL 2024 TABASCO (MÉXICO)
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Abstract

San Vicente de Chucurí, known as the “Cocoa Capital of Colombia,” is an important cocoa producer. However, factors such as sexual incompatibility limit fertilization and affect plantation yields. This study evaluated genetic compatibility in two cocoa clones (ICS 60 and FSV 1) using directed pollination to optimize productivity in the region. Natural pollination of cocoa is limited due to genetic, ecological and physiological factors, with sexual incompatibility being a complex problem that reduces yield. The research seeks to address this genetic barrier and explore solutions in San Vicente de Chucurí, the main cocoa-producing municipality in Colombia.

The general objective of the study was to evaluate the genetic compatibility of clones ICS 60 and FSV 1 in San Vicente de Chucurí, and the specific objectives were to determine the self- and intercompatibility of the clones studied and to characterize morphologically the fruits resulting from directed pollinations. The study was carried out at La Esmeralda, Finca La Flor, in San Vicente de Chucurí, using a completely randomized experimental design (CRD) with 6 treatments, 4 replications and 5 experimental units per clone. Analyses were performed by one-way ANOVA and Tukey's test ($p \leq 0.05$) using R-Studio software. Field phases included flower selection and isolation, directed pollination, and initial and progressive evaluations. The variables evaluated were the number of pollinated flowers, fruit set, aborted flowers and fertilization percentage. The results showed that clone FSV 1 presented a self-compatibility percentage of 55-70%, with losses after 15 days. As for intercompatibility, it showed 75% success as pollen recipient, 40% as donor and an incompatibility range of 55-66%. This clone produced longer and wider fruits than ICS 60, as well as thicker kernels in self-compatibility treatments (0.82 mm). On the other hand, clone ICS 60 achieved a self-compatibility percentage between 5-25%, with losses after 15 days. In intercompatibility, it obtained 95% success as a pollen recipient, 10% as a donor and an incompatibility range of 45-75%. Seeds of ICS 60 were wider than those of FSV 1, with an average of 1.30 mm. In both clones, the fruit shape was dominated by a convex fruit shape, oval seeds and a characteristic purple color. It was concluded that clone FSV 1 showed greater self-compatibility, which makes it suitable for monoclonal systems. Both clones can be managed in polyclonal systems, being good pollen receivers. The research confirms that specific genetic factors significantly influence cocoa productivity, which guides strategies to maximize yield in plantations. These findings contribute to the agronomic management of cocoa and support the sustainability and optimization of the cocoa sector in Colombia.

Key words: cocoa, genetics, sustainability

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA DE LA QUEBRADA PEROLES PERTENECIENTE A LA MICROCUENCA EL ZARZAL DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER

Jhon Sebastián Camacho Campos¹, Darling Yurannis Carrero Gutiérrez¹

¹Semillero de Investigación Sobre Calidad Ambiental – SISCA, Escuela de Ingeniería Ambiental y de Saneamiento

SEGUNDO ENCUENTRO CIRCULO DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN EN LIMA - PERÚ
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

El proyecto tiene como objetivo diseñar un Sistema de Alertas Tempranas (SAT) para monitorear y mejorar la gestión de la calidad hídrica de la quebrada Peroles, afectada por actividades agrícolas y pecuarias. Este sistema integra a la comunidad local en un modelo participativo, garantizando la sostenibilidad y eficacia del monitoreo. Los sistemas de alertas tempranas son herramientas que proporcionan información oportuna y eficaz para prevenir la contaminación de cuerpos hídricos, y la participación comunitaria es clave en su desarrollo, utilizando comunidades biológicas como bioindicadores. La quebrada Peroles, un sistema lotico estratégico, ofrece diversos servicios ecosistémicos que regulan procesos naturales y culturales, pero su calidad hídrica ha sido deteriorada por actividades humanas. El proyecto emplea el modelo PER (Presión-Estado-Respuesta) para evaluar los impactos ambientales de estas actividades y establecer estrategias de gestión adecuadas. La metodología incluyó un diagnóstico socioambiental que abarcó el reconocimiento del área, la identificación de actores clave y el análisis fisicoquímico y biológico de la calidad hídrica en puntos estratégicos. El diseño del SAT incluyó la capacitación de la comunidad en el uso de bioindicadores (macroinvertebrados acuáticos) y la creación de una guía para el biomonitoreo. Además, se implementó una prueba piloto de tres meses, que arrojó resultados positivos y mostró una participación activa de la comunidad. Los análisis fisicoquímicos y biológicos revelaron una contaminación moderada durante la época lluviosa y una calidad dudosa en puntos específicos durante la época seca. La capacitación comunitaria permitió a los residentes identificar anomalías en la calidad del agua y adoptar prácticas protectoras para los cuerpos hídricos. El SAT mejoró la percepción y el conocimiento de la comunidad sobre la calidad hídrica y sus implicaciones, contribuyendo a la protección de la quebrada Peroles, fuente vital de abastecimiento hídrico para la región y que se conecta con la Ciénaga San Silvestre, principal fuente de agua tratada para Barrancabermeja. Este proyecto demuestra que la integración de tecnologías, el uso de bioindicadores y la participación comunitaria en sistemas de alertas tempranas son herramientas efectivas para la preservación de los recursos hídricos. El modelo es replicable y puede ser de gran utilidad en la gestión ambiental de áreas rurales y urbanas en Colombia.

Palabras claves: calidad hídrica, quebrada, alertas tempranas.

**DESIGN OF AN EARLY WARNING SYSTEM FOR THE EVALUATION OF THE WATER
QUALITY OF THE PEROLES STREAM BELONGING TO THE EL ZARZAL MICRO-
WATERSHED IN BARRANCABERMEJA, SANTANDER**

Jhon Sebastián Camacho Campos¹, Darling Yurannis Carrero Gutiérrez¹

¹Semillero de Investigación Sobre Calidad Ambiental – SISCA, Escuela de Ingeniería Ambiental
y de Saneamiento

SEGUNDO ENCUENTRO CÍRCULO DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN EN LIMA - PERÚ
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Abstract

The objective of the project is to design an Early Warning System (EWS) to monitor and improve the management of the water quality of the Peroles stream, affected by agricultural and livestock activities. This system integrates the local community in a participatory model, ensuring the sustainability and effectiveness of monitoring. Early warning systems are tools that provide timely and effective information to prevent contamination of water bodies, and community participation is key to their development, using biological communities as bioindicators. The Peroles Creek, a strategic lotic system, offers diverse ecosystem services that regulate natural and cultural processes, but its water quality has been deteriorated by human activities. The project uses the Pressure-State-Response (PSR) model to assess the environmental impacts of these activities and establish appropriate management strategies. The methodology included a socio-environmental diagnosis that included reconnaissance of the area, identification of key stakeholders, and physicochemical and biological analysis of water quality at strategic points. The design of the EWS included training the community in the use of bioindicators (aquatic macroinvertebrates) and the creation of a guide for biomonitoring. In addition, a three-month pilot test was implemented, which yielded positive results and showed active community participation. Physicochemical and biological analyses revealed moderate contamination during the rainy season and questionable quality at specific points during the dry season. Community training enabled residents to identify water quality anomalies and adopt protective practices for water bodies. The EWS improved the community's perception and knowledge of water quality and its implications, contributing to the protection of the Peroles Creek, a vital source of water supply for the region and which connects to the San Silvestre Swamp, the main source of treated water for Barrancabermeja. This project demonstrates that the integration of technologies, the use of bioindicators, and community participation in early warning systems are effective tools for the preservation of water resources. The model is replicable and can be very useful in the environmental management of rural and urban areas in Colombia.

Key words: water quality, stream, early warnings.

CULTIVO HIDROPÓNICO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*) CON CALDOS MICROBIANOS COMO SUSTRATO EN DIFERENTES CONCENTRACIONES

Ana Marcela Vides Pineda¹, Miguel Raúl Paredes Castro²

¹Semillero de Investigación Alternativa Ambiental, Escuela de Ingeniería Ambiental y de Saneamiento,

SEGUNDO ENCUENTRO DE CÍRCULOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN EN LIMA-PERÚ.

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

El proyecto evalúa el uso de caldos microbianos como sustrato en cultivos hidropónicos, comparándolos con soluciones nutritivas convencionales. El objetivo es identificar los efectos de diferentes concentraciones de caldos microbianos (20%, 50%, 90%) en la productividad y el desarrollo de pimientos (*Capsicum annuum*) dentro de un contexto de sustentabilidad agrícola. Para ello, se construye un diseño experimental de cultivo hidropónico, analizando tanto una solución nutritiva convencional como caldos microbianos en distintas concentraciones. Se cuantifica el número de especies cultivadas según el espacio, la nutrición, la temperatura, la luz y la disponibilidad del agua, con el fin de determinar cuál caldo microbiano favorece el mayor crecimiento y producción en las especies cultivadas. Asimismo, se compara el comportamiento del cultivo en relación con los nutrientes aportados por los caldos microbianos y las soluciones nutritivas convencionales. La agricultura convencional enfrenta serios problemas ambientales, como la salinización de suelos y la contaminación por agroquímicos, lo que ha impulsado la búsqueda de técnicas alternativas, como la hidroponía, que promuevan una producción de alimentos más limpia y eficiente. Este proyecto busca validar los caldos microbianos como una alternativa sostenible en la hidroponía, optimizando la producción de alimentos sin necesidad de suelo y reduciendo la contaminación ambiental. El objetivo general del proyecto es comparar la productividad del cultivo de pimientos utilizando caldos microbianos frente a soluciones nutritivas convencionales. Entre los objetivos específicos se incluyen: analizar las características físico-químicas de los caldos microbianos, determinar cuál caldo microbiano es el más efectivo en términos de productividad, evaluar el tiempo de cosecha y rendimiento del cultivo, e identificar las ventajas y desventajas del uso de caldos microbianos en hidroponía. El proyecto se divide en tres fases: diseño experimental y preparación de caldos microbianos, germinación de semillas en sustratos con diferentes concentraciones de caldo y comparación con sustratos convencionales, y monitoreo del cultivo hasta la cosecha, midiendo variables como pH, temperatura, humedad y nutrientes esenciales. Los resultados obtenidos de la investigación muestran que los caldos microbianos son una alternativa viable y económica para la hidroponía, ya que aumentan el crecimiento y la productividad de los cultivos, además de reducir los costos de producción. Estos caldos pueden ser adaptables a diversos cultivos, promoviendo la sustentabilidad agrícola. Este proyecto tiene el potencial de influir positivamente en la sustentabilidad agrícola, la reducción de costos y la mejora de la calidad del producto, al mismo tiempo que fomenta la integración de prácticas biotecnológicas en la producción de alimentos.

Palabras claves: Cultivo, caldos microbianos, sustratos.

HYDROPONIC CULTIVATION OF PEPPER (*Capsicum annuum*) WITH MICROBIAL BROTHS AS SUBSTRATE IN DIFFERENT CONCENTRATIONS

Ana Marcela Vides Pineda¹, Miguel Raúl Paredes Castro²

¹Semillero de Investigación Alternativa Ambiental, Escuela de Ingeniera Ambiental y de Saneamiento,

SEGUNDO ENCUENTRO DE CÍRCULOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN EN LIMA-PERÚ.

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Abstract

The project evaluates the use of microbial broths as substrate in hydroponic crops, comparing them with conventional nutrient solutions. The objective is to identify the effects of different concentrations of microbial broths (20%, 50%, 90%) on the productivity and development of peppers (*Capsicum annuum*) within a context of agricultural sustainability. For this purpose, an experimental design of hydroponic culture is constructed, analyzing both a conventional nutrient solution and microbial broths at different concentrations. The number of cultivated species is quantified according to space, nutrition, temperature, light and water availability, in order to determine which microbial broth favors the highest growth and production in the cultivated species. It also compares crop performance in relation to the nutrients provided by microbial broths and conventional nutrient solutions. Conventional agriculture faces serious environmental problems, such as soil salinization and agrochemical contamination, which has prompted the search for alternative techniques, such as hydroponics, that promote cleaner and more efficient food production. This project seeks to validate microbial broths as a sustainable alternative in hydroponics, optimizing food production without the need for soil and reducing environmental contamination. The overall objective of the project is to compare the productivity of bell pepper crops using microbial broths versus conventional nutrient solutions. Specific objectives include: analyzing the physicochemical characteristics of the microbial broths, determining which microbial broth is the most effective in terms of productivity, evaluating harvest time and crop yield, and identifying the advantages and disadvantages of using microbial broths in hydroponics. The project is divided into three phases: experimental design and preparation of microbial broths, seed germination in substrates with different broth concentrations and comparison with conventional substrates, and crop monitoring until harvest, measuring variables such as pH, temperature, humidity and essential nutrients. The results obtained from the research show that microbial broths are a viable and economical alternative for hydroponics, since they increase crop growth and productivity, in addition to reducing production costs. These broths can be adaptable to various crops, promoting agricultural sustainability. This project has the potential to positively influence agricultural sustainability, cost reduction and product quality improvement, while promoting the integration of biotechnological practices in food production.

Key words: Cultivation, microbial broths, substrates.

EVALUACIÓN DE ACEITES ESENCIALES, A PARTIR DE LA CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) UTILIZANDO DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN PARA SU POSIBLE USO INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA

Michell Tatiana Currea Rueda¹

Semillero de Investigación de Tecnologías Limpias – SITEC, Escuela de Ciencias, Programa de Química

MILSET EXPO-CIENCIAS LATINOAMERICANA ESI AMLAT 2024, LIMA, PERÚ
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

La agroindustria de la naranja (*Citrus sinensis*) en Colombia produce grandes cantidades de este cítrico, principalmente para la obtención de zumo y néctar. Sin embargo, alrededor del 23% y 40% del fruto (cáscaras, semillas y gajos secos) son desechados, lo que genera contaminación ambiental. La cáscara de naranja, aunque se utiliza como alimento para animales, tiene un gran potencial como materia prima para la extracción de compuestos valiosos. En Barrancabermeja, una gran parte de los desechos orgánicos provienen de las cáscaras de naranja, las cuales son subutilizadas y descartadas en rellenos sanitarios. Este proyecto busca abordar el aprovechamiento de estos residuos cítricos para generar valor agregado al sector industrial y mitigar el impacto ambiental. El objetivo principal fue comparar los rendimientos y características del aceite esencial extraído de las cáscaras de naranja mediante dos métodos: arrastre con vapor e hidrodestilación asistida por microondas, con miras a su posible uso en la industria cosmética. La metodología incluyó la recolección y preparación de las cáscaras, la aplicación de ambos métodos de extracción y la caracterización fisicoquímica del aceite esencial obtenido, para posteriormente comparar los resultados con parámetros reportados en la literatura. Los resultados mostraron que el rendimiento de extracción de aceite esencial fue del 0,26% utilizando el método de arrastre con vapor y del 0,19% con el método de hidrodestilación asistida por microondas. En cuanto al consumo energético, se requirieron 1,3 MJ/g de aceite esencial para el arrastre con vapor y 2,11 MJ/g para el método con microondas. Las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial fueron una densidad de 0,830 g/mL, un índice de refracción entre 1,4389 y 1,4697 y un color translúcido, valores consistentes con los reportados en la literatura. Aunque el método de arrastre con vapor presentó un mayor rendimiento, la hidrodestilación asistida por microondas se destacó por su mayor eficiencia en tiempos de extracción. En conclusión, ambos métodos resultaron eficaces para obtener aceites esenciales, con ventajas específicas en cuanto a rendimiento y eficiencia energética. Las propiedades del aceite esencial obtenido cumplen con los requisitos de la industria cosmética, destacándose por la ausencia de compuestos nocivos. El aprovechamiento de los residuos cítricos representa una solución sostenible para reducir la cantidad de desechos y generar subproductos valiosos, promoviendo innovaciones en el manejo de residuos agrícolas y aplicaciones industriales sostenibles, especialmente en la región de Barrancabermeja.

Palabras claves: Aceites esenciales, métodos de extracción, naranja.

EVALUATION OF ESSENTIAL OILS FROM ORANGE (*Citrus sinensis*) PEEL USING DIFFERENT EXTRACTION METHODS FOR THEIR POSSIBLE INDUSTRIAL USE IN THE CITY OF BARRANCABERMEJA

Michell Tatiana Currea Rueda¹

Semillero de Investigación de Tecnologías Limpias – SITEC, Escuela de Ciencias, Programa de Química

MILSET EXPO-CIENCIAS LATINOAMERICANA ESI AMLAT 2024, LIMA, PERÚ
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Abstract

The orange (*Citrus sinensis*) agroindustry in Colombia produces large quantities of this citrus fruit, mainly for juice and nectar production. However, between 23% and 40% of the fruit (peels, seeds, and dried segments) are discarded, which generates environmental contamination. Orange peel, although used as animal feed, has great potential as a raw material for extracting valuable compounds. In Barrancabermeja, a large part of the organic waste comes from orange peels, which are underutilized and discarded in landfills. This project seeks to address the use of this citrus waste to generate added value for the industrial sector and mitigate the environmental impact. The main objective was to compare the yields and characteristics of the essential oil extracted from orange peels by two methods: steam entrainment and microwave-assisted hydrodistillation, with a view to its possible use in the cosmetics industry. The methodology included the collection and preparation of the peels, the application of both extraction methods and the physicochemical characterization of the essential oil obtained, to later compare the results with parameters reported in the literature. The results showed that the essential oil extraction yield was 0.26% using the steam entrainment method and 0.19% with the microwave-assisted hydrodistillation method. In terms of energy consumption, 1.3 MJ/g of essential oil was required for steam entrainment and 2.11 MJ/g for the microwave method. The physicochemical properties of the essential oil were a density of 0.830 g/mL, a refractive index between 1.4389 and 1.4697 and a translucent color, values consistent with those reported in the literature. Although the steam entrainment method presented a higher yield, microwave-assisted hydrodistillation stood out for its higher efficiency in extraction times. In conclusion, both methods were effective in obtaining essential oils, with specific advantages in terms of yield and energy efficiency. The properties of the essential oil obtained meet the requirements of the cosmetic industry, standing out for the absence of harmful compounds. The use of citrus residues represents a sustainable solution to reduce the amount of waste and generate valuable by-products, promoting innovations in the management of agricultural residues and sustainable industrial applications, especially in the region of Barrancabermeja.

Key words: Essential oils, extraction methods, orange.

SIGAES: SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN ACADÉMICA DE LOS ESTUDIANTES DE UNIPAZ

Mateo Jiménez Pacheco¹, Edwin Durán Blandón¹

Semillero de investigación en soluciones informáticas - SISINFO, Escuela de Ciencias,
Programa de Ingeniería Informática

1er. CAMPAMENTO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN –
OAXACA, MÉXICO 2024
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

El proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de información móvil que integre la gestión académica de los estudiantes de UNIPAZ, actualmente dispersa en diversas plataformas como el sistema académico institucional, el portal web de horarios y la plataforma virtual Moodle (AVAPAZ). El sistema SIGAES centralizará esta información, mejorando la eficiencia, accesibilidad y experiencia del usuario. La falta de integración entre las plataformas académicas actuales genera ineficiencias y dificultades en el acceso a la información académica. Este proyecto propone la implementación de una solución tecnológica que consolide todos estos datos en un sistema móvil interactivo, utilizando el ciclo de vida clásico del desarrollo de software. El proyecto responde a la necesidad de modernizar la gestión académica en UNIPAZ, facilitando el acceso a la información, automatizando procesos y mejorando la toma de decisiones basada en datos. Asimismo, contribuirá al posicionamiento de UNIPAZ como una institución innovadora y eficiente en la era digital. El objetivo general es desarrollar e implementar un sistema de información móvil para optimizar la gestión académica de los estudiantes de UNIPAZ. Entre los objetivos específicos se incluyen identificar las necesidades específicas del sistema mediante entrevistas con estudiantes, desarrollar el sistema utilizando el ciclo de vida clásico del desarrollo de software con entregables iterativos, y validar el sistema mediante pruebas de campo con usuarios reales. Se aplicó un enfoque mixto con alcance descriptivo, utilizando el ciclo de vida clásico para el desarrollo del sistema. La investigación incluyó una muestra representativa de 100 miembros de la comunidad educativa de UNIPAZ. El proyecto resultó en la entrega de la primera versión del sistema SIGAES, desarrollado como una aplicación móvil nativa con arquitectura de n capas. Las funcionalidades del sistema incluyen módulos de calendario, calificaciones, horarios, noticias, predicción de notas y un asistente virtual por comando de voz. El proyecto ha fortalecido las competencias científicas de los estudiantes, destacando la importancia de la investigación formativa en la educación superior. Además, ha proporcionado a UNIPAZ una herramienta tecnológica que optimiza la gestión académica, reduce costos y posiciona a la institución como referente en digitalización educativa.

Palabras claves: Gestion academica, informetica, digitalizacion.

SIGAES: INFORMATION SYSTEM FOR THE ACADEMIC MANAGEMENT OF STUDENTS AT UNIPAZ

Mateo Jiménez Pacheco¹, Edwin Durán Blandón¹

¹Semillero de investigación en soluciones informáticas - SISINFO, Escuela de Ciencias,
Programa de Ingeniería Informática

1er. CAMPAMENTO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN –
OAXACA, MÉXICO 2024
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Abstract

The project aims to develop a mobile information system that integrates the academic management of UNIPAZ students, currently dispersed in various platforms such as the institutional academic system, the web portal of schedules and the virtual platform Moodle (AVAPAZ). The SIGAES system will centralize this information, improving efficiency, accessibility and user experience. The lack of integration between the current academic platforms generates inefficiencies and difficulties in accessing academic information. This project proposes the implementation of a technological solution that consolidates all this data in an interactive mobile system, using the classic software development life cycle. The project responds to the need to modernize academic management at UNIPAZ, facilitating access to information, automating processes and improving data-driven decision making. It will also contribute to the positioning of UNIPAZ as an innovative and efficient institution in the digital era. The overall objective is to develop and implement a mobile information system to optimize the academic management of UNIPAZ students. Specific objectives include identifying the specific needs of the system through interviews with students, developing the system using the classic software development life cycle with iterative deliverables, and validating the system through field tests with real users. A mixed approach with descriptive scope was applied, using the classical life cycle for system development. The research included a representative sample of 100 members of the UNIPAZ educational community. The project resulted in the delivery of the first version of the SIGAES system, developed as a native mobile application with n-tier architecture. The system's functionalities include modules for calendar, grades, schedules, news, grade prediction and a virtual assistant by voice command.

The project has strengthened students' scientific competencies, highlighting the importance of formative research in higher education. In addition, it has provided UNIPAZ with a technological tool that optimizes academic management, reduces costs and positions the institution as a reference in educational digitalization.

Keywords: Academic management, informatics, digitalization.

MEMORIA HISTÓRICA DEL USO DE MEDICINA ANCESTRAL DE LA COMUNIDAD INDÍGENA ZENÚ DE BARRANCABERMEJA

Javier Valderrama, Abdiel Álvarez¹

Semillero de investigación REMEMORISARTE, Escuela de Ciencias Sociales y de las Comunicaciones, Programa de Comunicación Social

MILSET EXPO-CIENCIAS LATINOAMERICANA ESI AMLAT 2024, LIMA, PERÚ

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

Este estudio es una investigación aplicada, centrada en revisar, identificar y visibilizar las memorias históricas del uso de la medicina ancestral de la comunidad indígena Zenú en el Distrito de Barrancabermeja, Santander, Colombia. La investigación se llevará a cabo desde un enfoque etnográfico cualitativo con un enfoque descriptivo profundo, tomando como población los nativos del cabildo. Se utilizarán diversas técnicas de análisis, como la revisión literaria, la recopilación de datos y fuentes documentales, observación participante, diario de campo, fotografía, y entrevistas de elucidación. El objetivo es preservar y reconocer la historia de esta comunidad, particularmente sus tradiciones ancestrales relacionadas con la medicina tradicional, que han sido transmitidas de generación en generación por los Taitas y Mamas. La investigación busca sintetizar los saberes tradicionales mediante el arte, como una forma de resistencia al olvido, y recuperar la memoria histórica a través de productos audiovisuales que faciliten la divulgación y visibilidad de estas prácticas autóctonas, las cuales están en riesgo de extinción debido a la falta de sabedores y la escasa difusión. La metodología adoptada es cualitativa, con un diseño etnográfico, e incluye técnicas como la revisión literaria y el análisis documental, la observación participativa, el diario de campo, la fotografía y las entrevistas de elucidación. El resultado principal de este proyecto es la creación de productos audiovisuales que sintetizan las prácticas médicas y culturales de la comunidad Zenú, promoviendo su divulgación y conservación. El estudio subraya que la medicina ancestral forma una parte integral de la identidad Zenú, basada en el conocimiento sobre plantas medicinales, ritualidad y espiritualidad, y la interconexión entre el ser humano y la naturaleza. Se identificaron amenazas significativas para la continuidad de estas prácticas, como el desplazamiento forzado, la falta de educación intercultural y la pérdida de sabedores tradicionales. El impacto de esta investigación radica en la contribución a la preservación cultural mediante la recuperación y difusión de saberes ancestrales, destacando la importancia de la medicina ancestral como patrimonio inmaterial de la comunidad Zenú y como herramienta para fortalecer su identidad cultural. En conclusión, la recuperación y divulgación de la memoria histórica de la medicina ancestral Zenú son esenciales para preservar su identidad, fomentar la transmisión intergeneracional y promover un reconocimiento más amplio de su valor cultural y social.

Palabras claves: medicina ancestral, comunidad indígena, memoria histórica.

HISTORICAL MEMORY OF THE USE OF ANCESTRAL MEDICINE BY THE ZENÚ INDIGENOUS COMMUNITY OF BARRANCABERMEJA

Javier Valderrama, Abdiel Álvarez¹

Semillero de investigación REMEMORISARTE, Escuela de Ciencias Sociales y de las
Comunicaciones, Programa de Comunicación Social
MILSET EXPO-CIENCIAS LATINOAMERICANA ESI AMLAT 2024, LIMA, PERÚ
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Abstract

This study is an applied research, focused on reviewing, identifying and making visible the historical memories of the use of ancestral medicine of the Zenú indigenous community in the District of Barrancabermeja, Santander, Colombia. The research will be carried out from a qualitative ethnographic approach with a deep descriptive approach, taking as population the natives of the cabildo. Various techniques of analysis will be used, such as literature review, data collection and documentary sources, participant observation, field diary, photography, and elucidation interviews. The objective is to preserve and recognize the history of this community, particularly its ancestral traditions related to traditional medicine, which have been transmitted from generation to generation by the Taitas and Mamas. The research seeks to synthesize traditional knowledge through art, as a form of resistance to oblivion, and to recover the historical memory through audiovisual products that facilitate the dissemination and visibility of these indigenous practices, which are at risk of extinction due to the lack of knowledgeable people and the scarce dissemination. The methodology adopted is qualitative, with an ethnographic design, and includes techniques such as literature review and documentary analysis, participatory observation, field diary, photography and elucidation interviews. The main result of this project is the creation of audiovisual products that synthesize the medical and cultural practices of the Zenú community, promoting their dissemination and conservation. The study underlines that ancestral medicine forms an integral part of the Zenú identity, based on knowledge about medicinal plants, rituality and spirituality, and the interconnection between human beings and nature. Significant threats to the continuity of these practices were identified, such as forced displacement, lack of intercultural education and the loss of traditional knowledge holders. The impact of this research lies in the contribution to cultural preservation through the recovery and dissemination of ancestral knowledge, highlighting the importance of ancestral medicine as intangible heritage of the Zenú community and as a tool to strengthen their cultural identity. In conclusion, the recovery and dissemination of the historical memory of Zenú ancestral medicine are essential to preserve their identity, encourage intergenerational transmission and promote a wider recognition of its cultural and social value.

Key words: ancestral medicine, indigenous community, historical memory.

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA PILOTO DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA PARA EL CUIDADO DE LA VOZ A PERSONAL QUE LABORA EN INSTITUCIÓN PRIVADA DE BARRANCABERMEJA

Iván Darío Cristancho Merchán¹

¹Semillero de Investigación en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional - SISISO, Escuela de Ingeniería en Producción, programa de ingeniería y seguridad en el trabajo
15° FORO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y CULTURA – CERRITO, ENTRE RÍOS- ARGENTINA
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

Los docentes enfrentan un uso intensivo de su voz en diversos entornos, lo que los expone a factores como ruido, estrés y fatiga vocal, aumentando el riesgo de enfermedades relacionadas con la voz. Este proyecto tiene como objetivo abordar esta problemática mediante un programa piloto de vigilancia epidemiológica para prevenir enfermedades laborales vinculadas a la salud vocal. En el sector educativo, los docentes suelen estar expuestos a grandes grupos de personas y a extensas horas de habla alta, además de experimentar estrés y agotamiento en determinadas épocas del año, lo que afecta su voz, un recurso esencial para su labor. Por ello, el cuidado de la voz se convierte en una tarea fundamental. El personal docente presenta un alto índice de ausentismo, alcanzando el 45% debido a enfermedades como amigdalitis, laringitis, laringoamigdalitis, faringoamigdalitis y faringitis, lo que conlleva la pérdida de clases y la necesidad de que otros docentes cubran estas ausencias, impidiendo la realización de pausas activas. Las enfermedades laborales impactan negativamente en el funcionamiento de las instituciones educativas, que no son ajenas a esta problemática. Los docentes, que trabajan en diversos entornos (abiertos y cerrados), interactúan con muchas personas, lo que los hace vulnerables a infecciones y virus, incluso con el uso de tapabocas. Además, hablar durante horas frente a un auditorio puede desencadenar síntomas que, si no se tratan a tiempo ni se previenen, pueden derivar en enfermedades crónicas de difícil tratamiento debido a la naturaleza de su trabajo. El objetivo general de este estudio fue diagnosticar las condiciones de salud vocal de los docentes, diseñar un programa piloto para la prevención de enfermedades vocales e implementar estrategias preventivas basadas en los factores de riesgo identificados. Para ello, se realizó un estudio descriptivo con una población de 33 trabajadores, recopilando datos mediante encuestas y evaluaciones médicas. Los resultados obtenidos se analizaron para desarrollar el programa piloto “Vos y tu voz”, que incluyó capacitaciones y estrategias preventivas. Los resultados mostraron que las principales afecciones vocales entre los docentes fueron laringitis (7 casos), resfriados (15 casos), reflujo gastroesofágico (8), sinusitis/rinitis (5) y bronquitis, neumonía o asma (4). Con base en estos hallazgos, se implementó el programa “Vos y tu voz”, que incluyó valoraciones médicas y capacitaciones orientadas a prevenir estas afecciones. Las intervenciones contribuyeron significativamente a sensibilizar a los docentes sobre la importancia de cuidar su voz y a reducir los factores de riesgo asociados a su actividad laboral. El programa piloto permitió identificar las condiciones de salud vocal de los docentes y proponer estrategias preventivas efectivas. Se recomienda la continuidad de este tipo de programas para mitigar el riesgo de enfermedades laborales y mejorar la calidad de vida de los trabajadores. Este estudio resalta la importancia de la vigilancia epidemiológica en la promoción de la salud laboral, especialmente en profesiones con alta demanda vocal, como la docencia, y refuerza el compromiso con la prevención de enfermedades laborales y el bienestar del personal educativo.

Palabras claves: Epidemiología, cuidado de la voz, programa piloto.

IMPLEMENTATION OF THE PILOT PROGRAM OF EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE FOR VOICE CARE FOR PERSONNEL WORKING IN A PRIVATE INSTITUTION IN BARRANCABERMEJA

Iván Darío Cristancho Merchán¹

¹Semillero de Investigación en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional - SISISO, Escuela de Ingeniería en Producción, programa de ingeniería y seguridad en el trabajo
15° FORO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y CULTURA – CERRITO, ENTRE RÍOS- ARGENTINA
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Abstract

Teachers face an intensive use of their voice in various environments, which exposes them to factors such as noise, stress and vocal fatigue, increasing the risk of voice-related diseases. This project aims to address this problem by means of a pilot epidemiological surveillance program to prevent occupational diseases related to vocal health. In the education sector, teachers are often exposed to large groups of people and long hours of loud speech, in addition to experiencing stress and exhaustion at certain times of the year, which affects their voice, an essential resource for their work. Therefore, voice care becomes a fundamental task. Teachers have a high rate of absenteeism, reaching 45% due to illnesses such as tonsillitis, laryngitis, laryngotonsillitis, pharyngotonsillitis and pharyngitis, which leads to the loss of classes and the need for other teachers to cover these absences, preventing active breaks. Occupational illnesses have a negative impact on the functioning of educational institutions, which are no strangers to this problem. Teachers, who work in diverse environments (open and closed), interact with many people, which makes them vulnerable to infections and viruses, even with the use of face masks. In addition, talking for hours in front of an auditorium can trigger symptoms that, if not treated in time and prevented, can lead to chronic diseases that are difficult to treat due to the nature of their work. The general objective of this study was to diagnose the vocal health conditions of teachers, design a pilot program for the prevention of vocal diseases and implement preventive strategies based on the identified risk factors. For this purpose, a descriptive study was conducted with a population of 33 workers, collecting data through surveys and medical evaluations. The results obtained were analyzed to develop the pilot program “You and your voice”, which included training and preventive strategies. The results showed that the main vocal conditions among teachers were laryngitis (7 cases), colds (15 cases), gastroesophageal reflux (8), sinusitis/ rhinitis (5) and bronchitis, pneumonia or asthma (4). Based on these findings, the “You and your voice” program was implemented, which included medical assessments and training aimed at preventing these conditions. The interventions contributed significantly to raising teachers' awareness of the importance of taking care of their voice and reducing the risk factors associated with their work activity. The pilot program made it possible to identify the vocal health conditions of teachers and to propose effective preventive strategies. The continuity of this type of program is recommended to mitigate the risk of occupational diseases and improve the quality of life of workers. This study highlights the importance of epidemiological surveillance in the promotion of occupational health, especially in professions with high vocal demand, such as teaching, and reinforces the commitment to the prevention of occupational diseases and the welfare of educational personnel.

Key words: Epidemiology, voice care, pilot program.

**PROTOTIPO DE SILLA VIBRATORIA MEDIANTE UN MECANISMO ELECTROMECHANICO
PARA FACILITAR LA ENSEÑANZA SOBRE LOS RIESGOS FÍSICOS ASOCIADOS A LA
VIBRACIÓN EN LOS PROGRAMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DEL
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ - UNIPAZ.**

Pedro Luis Trujillo Badillo¹

Semillero de investigación Seguridad Industrial y Salud Ocupacional - SISISO, Escuela de
Ingeniería de Producción, Programa de Ingeniería en Seguridad y Salud en el Trabajo,
EXPOCIENCIAS NACIONAL CHILE - 2024
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Resumen

El proyecto consistió en el desarrollo de un prototipo de silla vibratoria equipada con un mecanismo electromecánico diseñado para simular los efectos de las vibraciones mecánicas en el cuerpo humano. Este dispositivo se implementó como herramienta pedagógica en los programas de Seguridad y Salud en el Trabajo, con el objetivo de facilitar la identificación y evaluación de los riesgos físicos asociados a las vibraciones en entornos laborales. A través del prototipo, los estudiantes pudieron experimentar y analizar los impactos de las vibraciones en el sistema mano-brazo y en el cuerpo entero, lo que les permitió aplicar conocimientos teóricos en un entorno práctico y diseñar estrategias para mitigar los riesgos ocupacionales derivados de la exposición a vibraciones. El objetivo general del proyecto fue diseñar y construir un prototipo funcional basado en SolidWorks que simulara ambientes laborales. Para ello, se determinó los materiales y componentes necesarios para el sistema mecánico y eléctrico, y se ensambló y probó el prototipo, realizando los ajustes necesarios para garantizar su funcionalidad y seguridad. La metodología empleada fue de enfoque descriptivo, integrando el diseño computacional (SolidWorks) con la construcción física del prototipo. Se realizó una revisión bibliográfica sobre equipos vibratorios existentes y se diseñó un prototipo adaptado a fines educativos, incorporando sistemas de control y potencia. Como resultados, se generó una herramienta de aprendizaje práctico para los estudiantes de Seguridad y Salud en el Trabajo, facilitando el desarrollo de competencias técnicas en diseño electromecánico, control de vibraciones y análisis de riesgos laborales, y contribuyendo a la creación de estrategias preventivas y correctivas en entornos laborales industriales. El impacto del prototipo radicó en su uso como modelo pedagógico y de investigación, promoviendo la interdisciplinariedad entre programas académicos y fortaleciendo las competencias técnicas y profesionales de los estudiantes.

Palabras claves: Prototipo, riesgos físicos, seguridad y salud en el trabajo.

**PROTOTYPE OF A VIBRATING CHAIR USING AN ELECTROMECHANICAL
ELECTROMECHANICAL MECHANISM TO FACILITATE THE TEACHING OF PHYSICAL
HAZARDS ASSOCIATED WITH VIBRATION IN THE TO VIBRATION IN OCCUPATIONAL
HEALTH AND SAFETY PROGRAMS AT THE UNIVERSITY INSTITUTE OF PEACE - UNIPAZ**

Pedro Luis Trujillo Badillo¹

Semillero de investigación Seguridad Industrial y Salud Ocupacional - SISISO, Escuela de
Ingeniería de Producción, Programa de Ingeniería en Seguridad y Salud en el Trabajo,
EXPOCIENCIAS NACIONAL CHILE - 2024
Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Summary

The project involved the development of a prototype vibrating chair equipped with an electromechanical mechanism designed to simulate the effects of mechanical vibrations on the human body. This device was implemented as an educational tool in Occupational Health and Safety programs, with the goal of facilitating the identification and assessment of physical risks associated with vibrations in workplace environments. Through the prototype, students were able to experience and analyze the impacts of vibrations on the hand-arm system and the whole body, allowing them to apply theoretical knowledge in a practical setting and design strategies to mitigate occupational risks related to vibration exposure. The general objective of the project was to design and build a functional prototype based on SolidWorks that simulated workplace environments. To achieve this, the necessary materials and components for the mechanical and electrical systems were determined, and the prototype was assembled and tested, making adjustments as needed to ensure its functionality and safety. The methodology used was descriptive, integrating computer-aided design (SolidWorks) with the physical construction of the prototype. A literature review of existing vibratory equipment was conducted, and a prototype adapted for educational purposes was designed, incorporating control and power systems. The results included the creation of a practical learning tool for Occupational Health and Safety students, aiding the development of technical skills in electromechanical design, vibration control, and risk analysis, and contributing to the creation of preventive and corrective strategies in industrial workplace environments. The impact of the prototype lay in its use as a pedagogical and research model, promoting interdisciplinarity between academic programs and enhancing the technical and professional competencies of the students.

Keywords: Prototype, physical risks, occupational health and safety.



Capítulos de Investigación



Grupos de Investigación

IMPLEMENTACIÓN DE HUERTAS ESCOLARES COMO ESPACIOS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE PARA CONTRIBUIR AL DESARROLLO SOSTENIBLE Y A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Astrid Yeritza Agudelo Beltrán

Ing. Agroindustrial. Investigadora Asociada del Grupo de Investigación GIADAI. Instituto Universitario de la Paz. astrid.agudelo@unipaz.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-7267-1183>

Mónica María Pacheco Valderrama

Ing. de Alimentos, MSc. En Ciencia y Tecnología de Alimentos. Investigadora Asociada del Grupo de Investigación GIADAI. Directora de Investigaciones del Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ. Monica.pacheco@unipaz.edu.co. <https://orcid.org/0000-0003-2051-4589>

Héctor Julio Paz Díaz

Ing. Agroindustrial, Mg. en Innovación Social y Territorio. Investigador Junior del Grupo de Investigación GIADAI. Docente Investigador del Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ. hector.paz@unipaz.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-3278-7667>

César Aguirre Durán

Ing. Químico, Mg. En Hidrosistemas. Investigador del Grupo de Investigación SERLAB. Docente Investigador del Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ. Cesar.aguirre@unipaz.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-8756-9886>

Cristian Giovanni Palencia Blanco

Ing. Químico, MSc. en Ingeniería Química. Investigador del Grupo de Investigación GIADAI. Docente Investigador del Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ. cristian.palencia@unipaz.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-9912-1061>

Resumen

Las huertas escolares se han convertido en espacios de intercambio de saberes entre la enseñanza-aprendizaje, guiados por la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria. Se han considerado como laboratorios naturales donde se adquieren nuevos conocimientos e intercambian experiencias, contribuyendo así a la producción de alimentos sanos. El objetivo de la investigación se centra en implementar una huerta en tres instituciones educativas en el municipio de Barrancabermeja como espacio de enseñanza – aprendizaje de la seguridad alimentaria y sostenibilidad ambiental. Para ello, se propone la metodología de enfoque cualitativo mediante el intercambio de saberes y experiencias con la comunidad educativa, trabajando de manera interdisciplinaria entre lo teórico y experimental en diferentes actividades lúdico-pedagógicas por medio de la Investigación-Acción Participativa. La investigación se desarrolló en cuatro fases: Diagnostico, planeación e implementación y evaluación de lo aprendido, permitiendo la apropiación social del conocimiento donde los estudiantes y docentes se convierten en coinvestigadores líderes. Los resultados de la implementación de las huertas demostraron un impacto significativo entre el intercambio de saberes, la importancia de la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental en su territorio, así mismo demostraron un mayor interés en producir alimentos orgánicos aplicando practicas sostenibles, el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en sus casas o entorno y en la conservación y transformación del alimento como una alternativa de preservar los alimentos. Las huertas se convirtieron en un espacio para fomentar el aprendizaje que contribuye al desarrollo sostenible en los territorios.

Palabras clave: Enseñanza-Aprendizaje, Huertas Escolares, Investigación-Acción Participativa, Seguridad Alimentaria, Sostenibilidad Ambiental.

IMPLEMENTATION OF SCHOOL GARDENS AS TEACHING-LEARNING SPACES TO CONTRIBUTE TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND FOOD SECURITY

Abstract

School gardens have become spaces for the exchange of knowledge within the teaching-learning process, guided by environmental sustainability and food security. They are considered natural laboratories where new knowledge is acquired and experiences are shared, thus contributing to the production of healthy food. The objective of the research focuses on implementing a garden in three educational institutions in the municipality of Barrancabermeja as a space for teaching and learning about food security and environmental sustainability. To achieve this, a qualitative approach methodology is proposed through the exchange of knowledge and experiences with the educational community, working interdisciplinary between theoretical and experimental aspects in various ludic-pedagogical activities through Participatory Action Research. The research was conducted in four phases: Diagnosis, planning and implementation, and evaluation of learning, allowing for the social appropriation of knowledge where students and teachers become leading co-investigators. The results of the garden implementation demonstrated a significant impact on knowledge exchange, the importance of food security, and environmental sustainability in their territory. Likewise, they showed a greater interest in producing organic food by applying sustainable practices, utilizing organic waste generated in their homes or surroundings, and in food preservation and transformation as an alternative for food preservation. The gardens have become spaces to foster learning that contributes to sustainable development in the territories.

Keywords: Teaching-Learning, School Gardens, Participatory Action Research, Food Security, Environmental Sustainability.

Identificación del Proyecto de Investigación

Huerta Experimental Agroecológica como espacios de enseñanza-aprendizaje para la sostenibilidad ambiental y aseguramiento de la alimentación-nutrición desde los Semilleros de investigación, financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria 002 del 2022 titulado “Fortalecimiento de vocaciones científicas para el desarrollo rural del departamento de Santander”, en alianza con el programa de Generación Conciencia y grupo Ondas.

Introducción

El presente estudio se propone implementar huertas agroecológicas en tres instituciones educativas del municipio de Barrancabermeja- Santander, con el objetivo de crear espacios de enseñanza – aprendizaje en torno a la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y la agricultura sostenible. Esta iniciativa surge debido que, en los últimos años, la seguridad alimentaria se ha visto afectada por una serie de factores, como el cambio climático, la disminución de agua, degradación de los suelos, pérdida de biodiversidad, la desigualdad y la pobreza limitando a los servicios básicos, han creado nuevos desafíos en las comunidades rurales y urbanas (González, 2020).

Ante esta problemática, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), hace referencia que la seguridad alimentaria a que todas las personas tengan acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias para llevar una vida más sana (FAO 2011). Por lo anterior la FAO ha priorizado la seguridad alimentaria como un pilar importante en la Agenda

2030 los 17 objetivos del desarrollo sostenible (ODS) (Eugenio-Gozalbo et al., 2022; Maurer et al., 2020); alineándose con tres objetivos, Fin a la pobreza (Objetivo 1), impulsar el progreso económico y social aumentando la producción de alimentos; Objetivo 2: Hambre cero, lograr la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición promoviendo la agricultura sostenible, (Eugenio-Gozalbo et al., 2022), y el Objetivo 12: Garantizar el consumo y producción sostenibles, (Naciones Unidas, 2023).

En Colombia se prioriza la “Agricultura Familiar y Desarrollo Territorial Rural para América Latina y el Caribe” como una estrategia para mitigar la pobreza en las zonas rurales y fortalecer la seguridad alimentaria mediante el desarrollo (FAO, 2015). Este enfoque considera las necesidades del territorio y promueve un espacio favorable para el desarrollo de la agricultura familiar y al mismo tiempo fomenta los medios para una vida rural sostenible.

En este contexto, toma mayor relevancia la implementación de huertas escolares, las cuales se han convertido en entornos de enseñanza-aprendizaje implementadas en las instituciones educativas con el objetivo de promover saberes y fomentar la enseñanza en buenas prácticas alimentarias, consumo responsable y nutricional, así como cultivar plantas autóctonas, mejorar la calidad de vida e integrar la familia para inculcar nuevos valores ambientales y tejido social. Las huertas escolares han tomado gran importancia en las instituciones educativas similares a los laboratorios de ciencias o las bibliotecas (Cárceles et al., 2022) ya que los estudiantes pueden hacer ciencia haciendo ciencia a través de los laboratorios naturales donde experimentan y adquieren nuevos conocimientos (Lochner et al., 2019). Además, se les atribuyen múltiples beneficios como el respeto a los recursos naturales, la reducción de los desechos orgánicos que se convierten en abonos orgánicos para la nutrición de las plantas, la producción de alimentos orgánicos y de un estilo de vida saludable (Davis et al., 2015). De acuerdo con un estudio realizado en una escuela primaria, las huertas escolares se promueven como componentes esenciales para aprender sobre la sostenibilidad, enseñando a los estudiantes cómo alimentarse y nutrirse de manera sustentable tanto en el presente como en el futuro (Taylor et al., 2021). Otra de las indagaciones más relevantes de la Fundación Nacional para la Investigación en Educación, consistió en realizar un análisis del impacto de las huertas escolares y encontró resultados de impactos positivos en la nutrición y las actitudes de los alumnos hacia una alimentación saludable (Ohly et al., 2016), siendo los jóvenes un grupo importante en la transición para lograr sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles porque son los responsables directos de los sistemas alimentarios del futuro (Eugenio-Gozalbo et al., 2022).

Por medio de las huertas se busca que la comunidad educativa pueda vivenciar, experimentar, y desarrollar competencias prácticas en el manejo adecuado de los recursos naturales, la disponibilidad de alimentos saludables y la apropiación del conocimiento que contribuyen al bienestar integral de la comunidad. El proyecto se dividió en cuatro fases; la primera fue la fase diagnóstica, se realizó el taller participativo de lluvia de ideas, donde los estudiantes expresaron los beneficios de implementar la huerta, relacionando las ideas con los objetivos de desarrollo sostenible, resaltando la seguridad alimentaria como categoría principal. La segunda fase fue la planeación, se realizaron capacitaciones en temas relevantes como la agricultura sostenible, calidad del suelo dispuesto para la huerta; La tercera fase es la acción, se construye la huerta y se elaboró el compostaje para la nutrición y el buen desarrollo de las plantas. La cuarta y última fase fue la evaluación, la huerta se dejó al cuidado de la comunidad educativa para su sostenibilidad y se realizaron talleres para evaluar lo aprendido. Esta experiencia promueve la participación activa de la comunidad educativa y propicia el intercambio de saberes.

Fundamentación teórica

Seguridad Alimentaria

La Cumbre Mundial sobre la Alimentación, celebrada en 1996, definió que la seguridad alimentaria se logra cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico a alimentos seguros y nutritivos que satisfacen sus necesidades diarias, permitiéndoles llevar una vida activa y saludable (FAO, 2011). Además, según lo citado por Ramírez y Vargas (2022), la seguridad alimentaria tiene cuatro dimensiones: disponibilidad física de los alimentos, acceso económico y físico a los mismos, utilización adecuada de los alimentos, y estabilidad de estas tres dimensiones a lo largo del tiempo.

Sostenibilidad ambiental

Según lo citado por Mora (2018), la sostenibilidad ambiental se refiere al uso racional de los recursos naturales del entorno, pues se busca maximizar la actividad económica de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente. Además, para cumplir con la condición de sostenibilidad, se debe garantizar la diversidad biológica y ambiental, permitiendo así la regeneración de los recursos renovables explotados. Por otra parte, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2024) en la Agenda 2030, la sostenibilidad ambiental implica la reducción de los daños ambientales y la preservación de los recursos naturales y servicios ecosistémicos.

Huertas Escolares como espacios de aprendizaje

Según lo citado por Zambrano-Quintero et al. (2018), las huertas escolares son espacios dispuestos por las instituciones educativas con el objetivo de desarrollar habilidades y destrezas en torno al medio ambiente y la alimentación. En este sentido, la FAO (2022) señala que dichos espacios fomentan el conocimiento sobre la producción de alimentos sanos y un consumo más saludable. Asimismo, estas huertas abordan temas relacionados con las ciencias básicas, la biología y el medio ambiente, logrando vincular de manera práctica los conocimientos teóricos (Santiago et al., 2021).

Metodología

La investigación se desarrolló dentro del paradigma sociocrítico, en la cual se abordaron las problemáticas sociales más relevantes del territorio (Herrera Ortiz, 2022). En este contexto, la investigación se llevó a cabo bajo el enfoque cualitativo de tipo explorativo que busca comprender de los fenómenos de los grupos focales (Moreno López et al., 2019). Por lo anterior, se plantea el diseño metodológico de Investigación-Acción Participativa (IAP), donde el conocimiento se transforma en realidad a través de la investigación acción social y el análisis participativo. En este proceso los grupos focales asumen el rol activo como coinvestigadores, detectando problemas y generando soluciones (Barrón Ruiz, 2015)⁴⁷ convirtiéndose así en una herramienta de investigación transformadora con acción social entrelazada con la participación activa de los involucrados.

Participantes

La población participante estuvo conformada por estudiantes de diferentes niveles educativos y docentes líderes de diversas áreas del conocimiento, quienes forman parte de los semilleros de

investigación de las instituciones educativas. Las instituciones educativas que participaron en la investigación fueron: la Institución Educativa Blanca Duran de Padilla y San Rafael de Chucurí que encuentran ubicadas en el área rural del municipio y en el área urbana, la institución educativa Normal Superior Cristo Rey.

Técnicas de instrumento de investigación

Teniendo en cuenta el diseño de investigación, se plantearon diversas técnicas e instrumentos de recolección de información, entre las cuales se destacaron la observación directa, el diálogo de saberes de manera espontánea y el diario de campo (Sanahuja et al., 2020), este último, fue elaborado por los estudiantes para registrar sus experiencias durante la investigación. Además de estas herramientas, se implementaron talleres participativos y capacitaciones sobre diversos temas relacionados con la huerta con el objetivo de ampliar el conocimiento e implementar prácticas agrícolas sostenibles.

Procedimiento

La metodología de Investigación-Acción Participativa se desarrolló en cuatro fases secuenciales (Sanahuja et al., 2020). Las cuales permitieron establecer los parámetros a desarrollar durante la investigación.

Fase 1. Diagnóstico participativo: Como menciona Augusto Torres, (2016), todo diagnóstico se realiza con el propósito de comprender para actuar. En esta fase se identificó y analizó el conocimiento de los estudiantes y docentes en relación con los objetivos de desarrollo sostenible, seguridad alimentaria y sostenibilidad ambiental. Se utilizaron diferentes herramientas de recolección como lo fueron, los talleres participativos, el dialogo y la observación directa a los grupos focales. Además, se identificó la situación actual en el entorno, las problemáticas y las posibles soluciones.

Fase 2. Planificación: Se llevaron a cabo una serie de actividades, encaminadas a implementar la huerta agroecológica en las instituciones educativas. Estas actividades incluyeron capacitaciones en temas agrícolas y talleres participativos donde se involucraron activamente a los estudiantes y docentes que asumieron el rol de coinvestigadores y líderes en la organización, planificación y diseño de la huerta en cada una de las instituciones educativas.

Fase 3. Ejecución: Se realizaron las acciones anteriormente planificadas para la ejecución de la huerta. Las actividades se dividieron en diferentes etapas como fue la preparación y análisis del suelo, siembra de las plantas, riego y la adecuación a través de prácticas agrícolas sostenibles. Los estudiantes aplicaron los conocimientos adquiridos durante las capacitaciones y talleres participativos en la fase de planeación.

Fase 4. Evaluación: Para evaluar los conocimientos adquiridos durante el proyecto, se realizaron talleres y exposiciones lúdico-pedagógicos con estudiantes y docentes, argumentando los logros más significativos durante los procesos de la huerta, el conocimiento y la interacción social.

Resultados

La participación de la comunidad educativa durante el desarrollo de la investigación fue de gran aprendizaje, tomando como base la articulación como un recurso transversal para la formación integral a los estudiantes de secundaria. El proyecto integró conjuntamente la investigación, la

acción y la participación: La Investigación se orientó a la búsqueda de soluciones a las problemáticas que genera la inseguridad alimentaria, el análisis en la elaboración de la huerta como posible solución. La Acción, fue orientada a la enseñanza y la transformación del conocimiento en un contexto de aprendizaje de la sostenibilidad ambiental y seguridad alimentaria y la Participación fue orientada a involucrarse en el desarrollo e implementación de la huerta.

Fase 1. Diagnóstico participativo

En esta fase se realizaron talleres participativos con la comunidad educativa para determinar el nivel de conocimiento en temas relacionados a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad, además, se relacionó con los objetivos de desarrollo sostenible. En el desarrollo de los talleres se entrelazaron saberes y problemáticas a través de herramientas participativas como la "lluvia de ideas", planteando la siguiente pregunta, ¿Cuáles serían los beneficios más importantes que conlleva implementar una huerta agroecológica?, Durante el taller, los estudiantes se reunieron para compartir ideas y reflexionar sobre la importancia de tener una huerta en su entorno. A partir de esta actividad, se tomó las principales ideas y se relacionaron con los objetivos desarrollo sostenible como se presentan en la tabla 1:

Tabla 1.

Lluvia de ideas en relación con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Lluvia de ideas	Identificar los ODS	Caracterización
Se puede cultivar diferentes alimentos	Objetivo 3. Salud y bienestar	Promueven una alimentación, nutrición saludable y equilibrada
Aprender a cultivar nuestras propias verduras	Objetivo 4. Educación de calidad	Las huertas brindan posibilidad de aprender de manera práctica las ciencias básicas, la seguridad alimentaria, la sostenibilidad y buenas prácticas agrícolas.
Las malas vías encarecen los alimentos	Objetivos 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles	Beneficia a las comunidades que los alimentos sean más asequibles y accesibles
Alimentos más frescos y sanos	Objetivo 3. Salud y bienestar	Proporcionan alimentos de buena calidad para el autoconsumo y una nutrición equilibrada sostenible
Cultivar productos más sanos	Objetivo 12. Producción y consumo responsable	Ayuda a producir y consumir alimentos nutritivos para reducir el hambre y la malnutrición.
Se puede disminuir la escasez de los alimentos Tener alimentos todos los días	Objetivo 2. Hambre cero	Contribuyen a la seguridad alimentaria en todo el territorio
Disminuye el precio de los alimentos	Objetivo 2. Hambre cero	Las huertas locales reducen la necesidad de transportar alimentos lo que encarece los alimentos al consumidor
las variaciones del clima generan altos costos en los alimentos	Objetivo 13. Acción por el clima	La variedad de cultivos puede ayudar a proporcionando alimentos incluso en situaciones adversas.

Nota: Elaboración propia.

Por medio del taller los estudiantes establecieron la conexión de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y destacaron la importancia de garantizar la disponibilidad, acceso, estabilidad y calidad de los alimentos, promoviendo así la seguridad alimentaria en la comunidad educativa, fomentando la conciencia de una alimentación saludable. Según la FAO (2024.) la agricultura tiene como objetivo principal promover el desarrollo sostenible, nutrición y la seguridad alimentaria.

Las huertas representan una solución viable a las problemáticas asociadas con la seguridad alimentaria (Urías Borbón, et al. 2020), teniendo en cuenta la inseguridad alimentaria como la problemática principal, se realizó el segundo taller titulado “Desafíos de la seguridad alimentaria en mi territorio” donde se construyó un árbol de problemas para determinar las causas y efectos que genera la inseguridad alimentaria en el entorno.

Tabla 2.

Taller de los desafíos de la seguridad alimentaria en mi territorio

Problemática	Causas	Efectos
Inseguridad alimentaria	Falta de empleo	Hambre
	Falta de apoyo agrícola	Desnutrición
	Suelos no aptos para la siembra	Desconocimiento de los cultivos
	Cambio climático	Enfermedades por la ingesta de alimentos
	Acceso agua potable	Escasez de alimentos
	Altos costos de los insumos (agrícolas y alimentarias)	Baja producción de alimentos
	Vías de acceso en malas condiciones	Acceso limitado de alimentos
		Altos costos en transporte de alimentos

Nota: Elaboración propia.

Durante el taller, los participantes analizaron la complejidad de la inseguridad alimentaria y como impacta en la calidad de vida. Identificaron y discutieron múltiples factores que contribuyen a la problemática las cuales afecta significativamente comunidad. A través de este ejercicio de reflexión, se generó una mayor conciencia sobre la importancia de la seguridad alimentaria y fomentó el dialogo y la búsqueda de soluciones viables para garantizar el acceso a alimentos suficientes, seguros y nutritivos.

Fase de planificación

Antes de iniciar la construcción de la huerta agroecológica se realizaron una serie de capacitaciones periódicas y secuenciales en temas relacionados con prácticas sostenibles, propiciando un espacio de intercambio de conocimientos donde la experiencia práctica de los estudiantes se contrastó con el análisis teórico. Cada tema se abordó desde una perspectiva que integra contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, reforzando algunos temas vistos en el aula de clase o a través de experiencias vivenciales.

En este sentido, se desarrollaron actividades de campo donde se identificó el entorno institucional, buscando el lugar ideal para la implementación de la huerta y de los materiales disponibles para la construcción. En la selección de las plantas se tuvo en cuenta el conocimiento de las familias, donde se eligieron plantas de ciclo corto preferiblemente de clima cálido donde la temperatura oscila de un rango que va de los 24°C a los 30°C, encontramos así el pepino (*Cucumis sativus*), ahuyama (*Cucurbita moschata*), pimentón (*Capsicum annuum*) y plantas aromáticas y medicinales como la albahaca (*Ocimum basilicum* L.), limonaria (*Cymbopogon citratus*), jengibre (*Zingiber officinale*), orégano (*Lippia berlandieri* Schauer.) y el pronto alivio (*lippia alba*).

Otro aspecto importante es la disponibilidad de los nutrientes del suelo (FAO, 2013). Se tomó aleatoriamente una muestra de suelo disponible para la huerta de una institución educativa con el objetivo de identificar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas asociadas a la fertilidad del suelo. El análisis reveló un pH de 4,64 lo que indicó un alto nivel de acidez del suelo que afecta negativamente la disponibilidad de nutrientes y la producción de las plantas (FAO, 2013). Cada nutriente tiene su propio rango de pH y la mayoría de las plantas crecen en suelo ligeramente ácidos, dentro de un rango de pH 6,0 - 7,0. En este rango se encuentra la mayoría de macro y micronutrientes esenciales para el desarrollo vegetal (FAO, 2013).

Fase de ejecución

Tras analizar el suelo, se concluyó que no era apto para sembrar debido a su pH altamente ácido por lo que fue necesario elaborar abono orgánico utilizando la técnica de compostaje, siendo uno de los métodos más utilizados para convertir los residuos orgánicos sólidos en nutrientes y fertilizantes para el suelo (Mahapatra et al., 2022). Por lo anterior, se organizaron actividades lúdico-pedagógicas donde los estudiantes y docentes asumieron el liderazgo en la recolección de los residuos vegetales procedentes de las cafeterías, comedores o en plazas de mercado cercanas, fomentando así el aprendizaje colaborativo y el trabajo en equipo.

Durante el proceso de compostaje, se realizó un seguimiento a la descomposición de la materia orgánica, mediante la observación y análisis de los parámetros como la temperatura, cambio de color y textura de la materia prima, estas etapas indicaron el estado de maduración del compost. Al finalizar el proceso, se tomó una muestra de compost para analizar el pH, el cual reveló un valor de 7,34 indicando un estado neutro en la escala de pH. En este estado se desarrollan microorganismos benéficos que ayudan a aportar nutrientes al suelo según lo citado por Zubair et al., (2020). Esta actividad permitió combinar lo práctico con lo teórico, brindando un espacio de aprendizaje en la biodiversidad microbiana, así como en la transformación de los residuos vegetales para una agricultura más sostenible y menos contaminante.

Después de obtener el compost, se organizaron talleres participativos para iniciar la construcción de la huerta agroecológica; el proceso comenzó con el diseño y la distribución de las eras o camas de siembra, una vez establecidas, se incorporó el compost con el objetivo de equilibrar el pH para mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo. Como parte del proceso de investigación se dejaron tres eras sin aplicar compost para analizar y comparar el desarrollo y crecimiento de las plantas.

Se sembraron las mismas plantas en todas las eras, algunas plantas fueron sembradas directamente como lo fue el jengibre, pepino, orégano, limonaria, ahuyama y algunas las plantas aromáticas, el pimentón y la berenjena fue por medio indirecto también llamado trasplante. Después de dos meses de seguimiento se observó que las eras tratadas con compost mostraron un mejor rendimiento en el crecimiento y la formación de los frutos en comparación con las plantas sembradas en eras sin tratamiento, se evidenció un lento desarrollo en las plantas, aunque llegaron a la florescencia algunas plantas, los frutos no alcanzaron su estado de desarrollo completo. Esta experiencia de siembra y

nutrición del suelo resultó de gran impacto en la enseñanza práctica, a través del seguimiento y comparación de las plantas con tratamiento y aquellas sin tratamiento, evidenciaron la importancia de los nutrientes en el suelo para tener alimentos de calidad y garantizar la seguridad alimentaria.

Los frutos recolectados en las huertas, propició un espacio de diálogo y aprendizaje con la comunidad para contextualizar los métodos de conservación que existen y los que comúnmente son los más utilizados. Para complementar el diálogo, se organizó una práctica de conservación y transformación en los laboratorios del Institución Universitario de la Paz. Durante esta actividad se aplicó el método de extracción de aceites esenciales a diferentes plantas por el método de hidrodestilación y deshidratación de plantas medicinales. Esta experiencia práctica enriqueció los conocimientos aprendidos durante las fases del proyecto, brindando la oportunidad de experimentar técnicas más avanzadas de conservación y transformación de productos alimentarios construyendo así una formación integral.

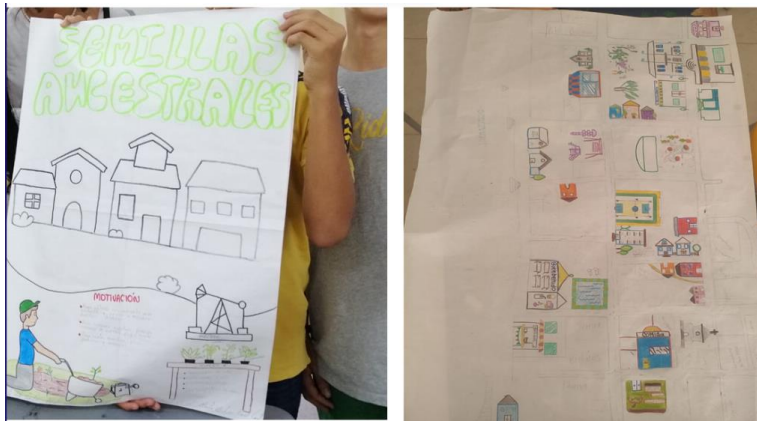
Fase de evaluación

Una vez se establecieron las huertas en las instituciones educativas, se elaboró un seguimiento a los cultivos teniendo en cuenta el desarrollo de la planta, proceso de floración y calidad del fruto. Además, se estableció un mantenimiento práctico a la huerta, teniendo en cuenta el riego manual según las necesidades de cada planta, aplicación del compost de manera periódica al suelo evitando el bajo nivel de nutrientes y el control de malezas. Para garantizar la sostenibilidad se designaron dos días a la semana donde realizaron estas labores con ayuda de los docentes líderes.

Como herramienta participativa de evaluación, se empleó la cartografía social, se busca representar por medio del dibujo lo aprendido durante las fases del proyecto. Por lo anterior, se llevó a cabo el taller titulado “cartografía social: Transformando Nuestra Historia”, donde plasmaron el presente y la visión futura de la comunidad si implementaran huertas en sus casa o comunidad.

Figura 3.

Dibujo de la cartografía social del taller Transformando Nuestra Historia



Nota: Elaboración propia.

Conclusión

Se implementaron las huertas en tres instituciones educativas de Barrancabermeja - Santander como espacio de enseñanza-aprendizaje, lo cual permitió desarrollarse bajo la reflexión y conciencia sobre la importancia de la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental de manera integral. A lo largo de la investigación se fomentó el diálogo de saberes y se implementaron talleres participativos en cada etapa del proceso. Durante la fase diagnóstica se identificaron las problemáticas de la seguridad alimentaria y se relacionó con los objetivos de desarrollo sostenible, como resultado del análisis se establecieron cuatro objetivos que abordan estas problemáticas por lo que se utilizó la herramienta del árbol de problemas para identificar las causas y efectos que deja la inseguridad alimentaria. Por lo anterior, se planeó la implementación de las huertas agroecológicas como una posible solución para garantizar el acceso a los alimentos saludables siendo un desafío que mayormente enfrentan.

La fertilidad del suelo fueron un factor que puede limitar la producción sostenible de las huertas, se evidenció que el suelo analizado era fuertemente ácido, por lo que se optó por elaborar compost a partir de desechos vegetales, este proceso se llevó a cabo por el proceso de compostaje. El uso del compost no solo beneficia la fertilidad de los suelos, también ayuda en la productividad de los cultivos y en la preservación de la biodiversidad microbiana para mantener un equilibrio en el medio ambiente.

Cabe mencionar que autores como Rosado et al. (2023) argumentan que una de las prácticas más comunes para promover el desarrollo sostenible en las zonas rurales de estudio es el uso de residuos orgánicos (agrícolas) a través del compostaje. Esta alternativa se considera una estrategia de bioeconomía circular debido a su gran capacidad para mejorar la autosuficiencia alimentaria de las familias rurales en áreas vulnerables. Además, implica un compromiso con la responsabilidad ambiental, dado que las regiones rurales poseen un potencial considerable en términos de riqueza y bienestar, con recursos que aún no se han aprovechado plenamente. De esta manera, se puede optar como una de las alternativas de implementación para las huertas escolares en espacios de enseñanza - aprendizaje para contribuir al desarrollo sostenible y a la seguridad alimentaria.

Basados en esta experiencia, podemos concluir que la implementación de las huertas como escenarios de enseñanza-aprendizaje en las instituciones educativas, son un espacio necesario para la reflexión y aprendizaje a través de la metodología de Investigación-Acción Participativa (IAP), no solo se puede promover la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental, también se muestra como una alternativa viable para abordar múltiples temas que ayudan al desarrollo de los estudiantes y docentes en sus prácticas educativas. Abordando temas desde agrícolas, ambientales, contexto social, fomenta el intercambio de conocimientos empíricos, transformación de residuos vegetales en compost y aborda diferentes prácticas de siembras, hasta técnicas de conservación y transformación de alimentos, entre otros temas hace que sea un espacio multidisciplinario. Además, permite desarrollar la curiosidad por la investigación, la indagación, la observación y el porqué de las cosas para dar una posible solución a las necesidades que enfrenta.

Referencias bibliográficas

Augusto, C., & Torres, R. (2016). La Investigación Acción Participativa una apuesta por la comunicación y la transformación social.

Barrón Ruiz, Á., & Muñoz Rodríguez, J. M. (2015). Los huertos escolares comunitarios: fraguando espacios socioeducativos en y para la sostenibilidad. Foro de Educación, 13(19), 213–239. <https://doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.010>

- Cárceles, J. O., Fernández, G. E. A., Fernández-Díaz, M., & Fernández, J. M. E. (2022). School Gardens: Initial Training of Future Primary School Teachers and Analysis of Proposals. *Education Sciences*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/educsci12050303>
- Davis, J. N., Spaniol, M. R., Somerset, S. (2015). Sustenance and sustainability: Maximizing the impact of school gardens on health outcomes. In *Public Health Nutrition* (Vol. 18, Issue 13, pp. 2358–2367). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S1368980015000221>
- Eugenio-Gozalbo, M., Ramos-Truchero, G., Suarez-Lopez, R., Andaluz Romanillos, M. S., Rees, S. (2022a). Introducing Food Sustainability in Formal Education: A Teaching-Learning Sequence Contextualized in the Garden for Secondary School Students. *EDUCATION SCIENCES*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/educsci12030168>
- FAO. (2013). El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas agricultura para el desarrollo. www.fao.org/publications. Encontrado
- FAO. (2024). FAO en Colombia. Huertas Escolares: Espacios Para El Aprendizaje, La Convivencia y El Amor Por La Naturaleza. Encontrado, <https://www.fao.org/colombia/noticias/detail-events/es/c/1470030/>
- Herrera Ortiz, K. E. (2021.). Construcción del concepto de desarrollo sostenible mediante el recurso didáctico: huerta escolar. <https://orcid.org/0000-0003-2145-4047>
- Lochner, J., Rieckmann, M., Robischon, M. (2019). Any Sign of Virtual School Garden Exchanges? Education for Sustainable Development in School Gardens since 1992: A Systematic Literature Review. *Journal of Education for Sustainable Development*, 13(2), 168–192. <https://doi.org/10.1177/0973408219872070>
- Mahapatra, S., Ali, Md. H., & Samal, K. (2022). Assessment of compost maturity-stability indices and recent development of composting bin. *Energy Nexus*, 6, 100062. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100062>
- Maurer, M., Koulouris, P., & Bogner, F. X. (2020). Green Awareness in Action-How Energy Conservation Action Forces on Environmental Knowledge, Values and Behaviour in Adolescents' School Life. *SUSTAINABILITY*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/su12030955>
- Mora Mayoral, M. J., y F.R. Martínez Martínez (2018). Desarrollo local sostenible, responsabilidad social corporativa y emprendimiento social. *Equidad y Desarrollo*, (31), 27-46. <https://doi.org/10.19052/ed.4375>
- Moreno López, N. M., González Robles, A. C., Medina Guerrero, J. A., Rodríguez Palacios, J. A., & Cisneros Rincón, C. F. (2019). Huertas Caseras como una Opción de Sostenibilidad Socio - Ambiental. *CULTURA EDUCACIÓN Y SOCIEDAD*, 10(2), 37–46. <https://doi.org/10.17981/cultedusoc.10.2.2019.03>
- Naciones Unidas. (2024). Objetivos del Desarrollo Sostenible. Objetivos y metas del desarrollo sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Ohly, H., Gentry, S., Wigglesworth, R., Bethel, A., Lovell, R., & Garside, R. (2016). A systematic review of the health and well-being impacts of school gardening: Synthesis of

- quantitative and qualitative evidence. BMC Public Health, 16(1).
<https://doi.org/10.1186/s12889-016-2941-0>
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura - FAO. (n.d.). Agenda de la Alimentación Urbana. Retrieved February 20, 2024, from
<https://www.fao.org/urban-food-agenda/es/>
- Ramírez, R. F., Vargas, P. L., & Cardenas, O. (2020). La seguridad alimentaria: una revisión sistemática con análisis no convencional. Espacios, 41(45), 319-328.
- Rosado, M., Palencia, C., Paz, H., Rico, F., y Pacheco, M. (2023). Estrategia de comercialización de abono orgánico producido por la asociación APRIMUJER del municipio de San Vicente de Chucurí, Santander En Chirinos, Y., Ramírez, A., Godínez, R. Barbera, N. y Rojas, D. (2023). (Eds.). Tendencias en la Investigación Universitaria, Una Visión desde Latinoamérica. Vol. XXI. Fondo Editorial Universitario Servando Garcés. DOI:<https://doi.org/10.47212/tendencias2023vol.xxi.10>
- Sanahuja, A., Moliner, L., Benet, A. (2020a). Analysis about inclusive practice in classroom from the participatory action research. Reflections of an educational community. Revista Internacional de Educacion Para La Justicia Social, 9(1), 125–143.
<https://doi.org/10.15366/RIEJS2020.9.1.006>
- Sanahuja, A., Moliner, L., Benet, A. (2020b). Analysis about inclusive practice in classroom from the participatory action research. Reflections of an educational community. Revista Internacional de Educacion Para La Justicia Social, 9(1), 125–143.
<https://doi.org/10.15366/RIEJS2020.9.1.006>
- Santiago, F., Montes, R., Castillo, I. (2021). Huertos escolares en la promoción de hábitos alimenticios saludables en el plato del buen comer. Revista Temario Científico, 1(1), 25–41. <https://doi.org/10.47212/rtcalinin.1.1.4>
- Taylor, N., Wright, J., O'Flynn, G. (2021). Cultivating 'health' in the school garden. Sport, Education and Society, 26(4), 403–416. <https://doi.org/10.1080/13573322.2020.1843425>
- Urías Borbón, D. S., & Ochoa de la Torre, J. M. (2020). Huertos urbanos como estrategia de resiliencia urbana en países en desarrollo. Vivienda y Comunidades Sustentables, 8, 81–102. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i8.143>
- Zambrano-Quintero, Y., Rocha -Rojas, C., Flórez-Vanegas, G., Nieto-Montaña, L., Jiménez-Jiménez, J. y Núñez -Samnández, L. (2018). La huerta escolar como estrategia pedagógica para fortalecer el aprendizaje. Cultura. Educación y Sociedad 9(3), 457-464. DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.9.3.2018.53>
- Zubair, M., Wang, S., Zhang, P., Ye, J., Liang, J., Nabi, M., Zhou, Z., Tao, X., Chen, N., Sun, K., Xiao, J., & Cai, Y. (2020). Biological nutrient removal and recovery from solid and liquid livestock manure: Recent advance and perspective. BIORESOURCE TECHNOLOGY, 301. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122823>

**PRODUCCIÓN DE PROTEASAS EXTRACELULARES DEL GÉNERO (*Bacillus subtilis*)
PARA SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA MEDIANTE PROCESOS
BIOTECNOLÓGICOS**

Martha Patricia Aparicio

Ing. Agroindustrial, Esp. en Procesos de Alimentos y Biomateriales. Investigadora del Grupo de Investigación GIADAI. Docente del Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ. martha.aparicio@unipaz.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-9059-0478>

Cristian Giovanny Palencia Blanco

Ing. Químico, MSc. en Ingeniería Química. Investigador del Grupo de Investigación GIADAI. Docente Investigador del Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ. cristian.palencia@unipaz.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-9912-1061>

Héctor Julio Paz Díaz

Ing. Agroindustrial, Mg. en Innovación Social y Territorio. Investigador Junior del Grupo de Investigación GIADAI. Docente Investigador del Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ. hector.paz@unipaz.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-3278-7667>

Mónica María Pacheco Valderrama

Ing. de Alimentos, MSc. en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Investigadora Asociada del Grupo de Investigación GIADAI. Directora de Investigaciones del Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ. monica.pacheco@unipaz.edu.co. <https://orcid.org/0000-0003-2051-4589>

Cesar Aguirre Duran

Ing. Químico, Mg. en Hidrosistemas. Investigador del grupo de Investigación Ingeniera Ambiental GIAS. Docente Investigador del Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ. cesar.aguirre@unipaz.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-8756-9886>

Resumen

Las proteasas extracelulares representan el grupo más destacado en el mercado mundial de enzimas debido a sus diversas aplicaciones industriales su producción a nivel industrial es costosa debido a la necesidad de medios de cultivo específicos y las condiciones controladas de fermentación. La alternativa viable para mejorar la eficiencia, reducir los costos y aumentar la disponibilidad de interés está relacionado con la selección de microorganismos con altas capacidades de producir proteasas extracelulares influenciadas por componentes como las fuentes de carbono, nitrógeno y iones. La finalidad de esta investigación es identificar el comportamiento de las etapas pre-fermentativas, fermentativas y post-fermentativas en la producción de proteasas a partir de *Bacillus subtilis*, utilizando glucosa como fuente de carbono y urea porcina como fuente de nitrógeno, centrándose en identificar eficiencia y viabilidad industrial en la producción de proteasas.

Palabras clave: Procesos biotecnológicos, fermentación microbiana, proteasas extracelulares.

PRODUCTION OF EXTRACELLULAR GENERIC PROTEASES (*Bacillus subtilis*) FOR USE IN THE FOOD INDUSTRY USING BIOTECHNOLOGICAL PROCESSES

Abstract

Extracellular proteases represent the most prominent group in the global enzyme market due to their diverse industrial and research applications. Therefore, a viable alternative to improve efficiency, reduce costs and increase the availability of enzymes of industrial interest is to search and select microorganisms with high capacities to produce extracellular proteases influenced by components such as carbon, nitrogen and ion sources. In this context, the present study aimed to identify the behavior of the pre-fermentative, fermentative and post-fermentative stages in the production of proteases from *Bacillus subtilis*, using glucose as carbon source and porcine urea as nitrogen source, focusing on identifying efficiency and industrial feasibility in the production of proteases.

Keywords: Biotechnological processes, microbial fermentation, extracellular proteases.

Proyecto de investigación: Este capítulo es el resultado del proyecto de investigación del grupo GIADAI-UNIPAZ, titulado "Extracción de Proteasas Extracelulares del Género *Bacillus subtilis*".

Introducción

Las proteasas pueden obtenerse de diversas fuentes, tales como bacterias, hongos y plantas (Constanza *et al.*, 2017). En los últimos años se ha estudiado la mejor ruta para producir diferentes tipos de proteasas ácidas, neutras y alcalinas a través de la fermentación (López *et al.*, 2018). Su producción implica la selección de cepas capaces de generar proteasas con alta actividad y estabilidad catalítica a partir de condiciones de crecimiento adecuadas mediante el uso de fuentes de carbono y nitrógeno como nutrientes (Bhatt & Singh, 2020). La producción eficiente y rentable de proteasas enfrenta diversos desafíos y problemáticas para optimizar este proceso biotecnológico, abarcando desde la selección de la cepa bacteriana adecuada y la formulación de un medio de cultivo óptimo, hasta la regulación génica (sobrexpresión o subexpresión) y la estabilidad de las proteasas (Alejandro *et al.*, 2017). Además, se añade el desafío de competir en el mercado con otras fuentes de proteasas, como las de origen microbiano, vegetal o animal (Bhatt & Singh, 2020). El género *Bacillus*, en particular la cepa *Bacillus subtilis*, ha emergido como un microorganismo destacado en la producción de proteasas extracelulares debido a su capacidad para secretar estas enzimas de manera eficiente en el medio de cultivo (Constanza *et al.*, 2017). Los microorganismos de este género han demostrado ser esenciales en diversas aplicaciones industriales, especialmente en la industria alimentaria (Daniela Portela-Dussán *et al.*, 2013; Constanza *et al.*, 2017; Grebeshova *et al.*, 2018).

En este contexto, el presente capítulo es el resultado de una investigación enfocada en explorar los procesos biotecnológicos para la producción de proteasas extracelulares del género *Bacillus subtilis* (López *et al.*, 2018). Se propuso evaluar las etapas pre-fermentativas hasta post-fermentativas así como la influencia de los componentes del medio de cultivo en la actividad proteolítica. En este proceso se utilizó caldo nutritivo como medio líquido para las necesidades nutricionales del microorganismo, glucosa como fuente de carbono y urea porcina como fuente de nitrógeno. Una investigación que no solo busca desarrollar métodos más eficientes y rentables para la producción industrial de estas enzimas, sino explorar sus potenciales aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica y biomédica.

Fundamentación teórica

Proteasas

Son un tipo de enzimas que tienen la capacidad de catalizar la hidrólisis de los enlaces peptídicos en las proteínas y se caracterizan por ser fundamentales en una variedad de procesos biológicos con infinitud de aplicaciones en la industria y la investigación (López et al., 2018).

Proteasas extracelulares

Las proteasas extracelulares son un tipo de enzima que se secreta fuera de las células en el medio circundante. Se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales y biotecnológicas debido a su capacidad para hidrolizar enlaces peptídicos en proteínas, convirtiéndolas en herramientas versátiles en la producción de alimentos (mejorando la textura y la solubilidad de los ingredientes proteicos), la biotecnología farmacéutica (purificación de proteínas y producción de medicamentos), la industria de fermentación (optimizando los procesos de fermentación y mejorando la calidad del producto final), la biotecnología ambiental (en descomponer proteínas, compuestos orgánicos en el medio ambiente contribuyendo a la degradación de contaminantes orgánicos), y en los estudios de biología molecular y celular (González et al., 2009).

Bacillus

Es un género de bacterias Grampositivas que pertenecen a la familia *Bacillaceae*, conocidas por su diversidad y versatilidad, con importancia tanto en el contexto biológico como en aplicaciones industriales (Realpe et al., 2002). Tienen la capacidad de formar esporas resistentes en condiciones ambientales adversas, lo que les permite sobrevivir en entornos hostiles y volver a crecer cuando las condiciones son favorables (Hernández et al., 2015; Rojas, 2023). Se encuentran en una variedad de entornos, incluyendo suelos, ambientes acuáticos, aire y el tracto gastrointestinal de animales y humanos. *Bacillus* se utiliza en la producción de una serie de productos industriales, como enzimas, antibióticos y productos fermentados (Arroyave et al., 2020).

Bacillus subtilis

Bacillus subtilis es una especie de bacteria Gram-positiva que pertenece al género *Bacillus* (Realpe et al., 2002). Es conocida por su capacidad para secretar proteasas, amilasas y otras enzimas industriales, y es ampliamente utilizada como organismo de modelo en investigación científica (Martínez-Aispuro et al., 2009; Microbiologics Retail Products, 2016; Pedraza et al., 2020). Su genoma es relativamente grande y se ha secuenciado completamente, lo que facilita su estudio y manipulación genética (Grebeshova et al., 2018).

Necesidades nutritivas *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis, es un microorganismo versátil que se puede cultivar utilizando una variedad de fuentes de carbono y nitrógeno (Pedraza et al., 2020).

- **Fuente de Carbono (Glucosa):** Para que el microorganismo crezca y se reproduzca, necesita glucosa como fuente de carbono con el fin de proporcionar energía necesaria para el crecimiento celular de *Bacillus subtilis* (Bhatt & Singh, 2020).

- **Fuente de Nitrógeno (Urea Porcina):** El nitrógeno es esencial para la síntesis de proteínas y otras biomoléculas fundamentales. *Bacillus subtilis* es capaz de utilizar la urea como fuente de nitrógeno para el crecimiento y la producción de proteasas (Alejando et al., 2017).

Además de la fuente de carbono y nitrógeno el cultivo de *Bacillus subtilis*, también puede requerir otros nutrientes y factores de crecimiento como sales minerales, oligoelementos y vitaminas, dependiendo de las condiciones específicas del medio de cultivo y los objetivos del proceso de producción (Constanza et al., 2017; Grebeshova et al., 2018).

Producción de proteasas del género *Bacillus subtilis*

El proceso de producción de proteasas involucra varias etapas, que incluyen las pre-fermentativas, fermentativas y post-fermentativas cada una está diseñada para optimizar el crecimiento de la cepa (Grebeshova et al., 2018).

- **Etapas Pre-Fermentativas:** En esta etapa se preparan las condiciones necesarias para el crecimiento y la adaptación de la cepa antes de entrar en la fase de fermentación. El objetivo es asegurar que la cepa esté en su mejor estado para maximizar la producción de proteasas en las etapas posteriores del proceso de producción.

- **Etapas fermentativa:** La etapa fermentativa en la producción de proteasas del género *Bacillus subtilis* es la fase central del proceso de producción en la que la bacteria crece activamente y produce proteasas extracelulares en cantidades significativas, en esta etapa, se escalan las condiciones de cultivo a un nivel industrial para maximizar la producción de proteasas.

- Etapas post-fermentativa

Se centra en el procesamiento y la purificación de las proteasas producidas durante la fermentación, durante esta etapa las proteasas se separan y purifican del medio de cultivo; se preparan para su uso o comercialización.

Urea porcina

La urea es un compuesto químico con fórmula química $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (Martínez-Aispuro et al., 2009). Un subproducto del metabolismo de los cerdos y se obtiene a partir de materiales derivados de la ganadería porcina como la orina, la sangre o subproductos de procesamiento (Anindo et al., 2015).

Metodología

La metodología utilizada en esta investigación combina métodos experimentales y técnicas analíticas, centrándose en la producción de proteasas extracelulares a partir de *Bacillus* (Microbiologics Retail Products, 2016). Esta metodología incluye la preparación del medio de cultivo, la inoculación y fermentación, seguidas del muestreo y seguimiento temporal, análisis de componentes del medio de cultivo, caracterización de las proteasas extracelulares y análisis estadístico de los datos obtenidos.

Ubicación

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología del Centro de Investigación Santa Lucía del Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ), ubicado en la Vereda El Zarzal, a 14 km de Barrancabermeja vía Bucaramanga, Colombia.

Proceso de obtención de la proteasa extracelular

En este proceso se utilizó *Bacillus subtilis* ATCC® 6051, KWIK-STIK™ 2 Pack (Microbiologics Retail Products, 2016). El análisis se dividió en tres etapas: pre-fermentativa, fermentativa y post-fermentativa.

Etapla pre-fermentativa: Se preparó un medio de cultivo utilizando *Bacillus subtilis subsp. subtilis*. Se evaluaron formulaciones del medio con diferentes concentraciones, uno con caldo de cultivo nutritivo con la adición de 1% de glucosa como fuente de carbono y 1% de urea porcina como fuente de nitrógeno. Luego, se incubó el microorganismo a 37°C hasta alcanzar la fase exponencial (Vigueras, 2019).

Etapla fermentativa - curva de crecimiento de *Bacillus subtilis* y producción de proteasa: *Bacillus subtilis*, fue fermentado a dos temperaturas (27°C y 37°C) con agitación orbital durante 24 horas. Se tomaron muestras periódicas para medir la absorbancia a través de un espectrofotómetro con un rango de (550 - 600 nm) para analizar la variación de la concentración celular respecto al tiempo y evaluar el crecimiento microbiano durante el proceso de fermentación (Arroyave et al., 2020) .

Etapla post-fermentativa: Se evaluó la actividad catalítica de las proteasas producidas y la cantidad de proteínas solubilizadas. Se utilizó caseína como sustrato proteico para que las proteasas actuaran sobre ella. La actividad catalítica se cuantificó mediante la medición de la absorbancia a 660 nm.

En el cálculo de la actividad catalítica de las proteasas presentes, se construyó la curva de calibración usando L-tirosina (Tyr) (0 – 0,4 µg/µL) calculando el valor de micromoles de Tyr liberados por minuto utilizando la siguiente ecuación (1):

Ecuación 1.

$$(1) \text{Actividad } \left(\frac{\mu\text{mol}}{\text{mL}} \right) = \frac{\text{Equivalente de Tyr liberados } (\mu\text{mol}) \times \text{volumen total de ensayo (mL)}}{\text{Tiempo del ensayo (min)} \times \text{volumen de enzima (mL)} \times \text{volumen usado en la celda UV/Vis (mL)}}$$

Donde el Equivalentes de Tyr en µmol corresponde al calculado con ΔA660nm, volumen total del ensayo es igual a 1,5 mL, tiempo de ensayo corresponde a 20 min, volumen de enzima corresponde a 0,5 mL y volumen usado en la celda UV/Vis es 2mL. Para obtener la curva de calibración de la tirosina, se preparó L-tirosina en el laboratorio en un buffer PBS a pH 7, diluyendo 100 mg de tirosina en 100 ml de buffer para obtener una concentración de 1 mg/mL.

La muestra madre consistió en (Bacillus + glucosa + urea) de la cual se realizaron cinco diluciones de 10 ml, 20 ml, 40 ml, 80 ml y 100 ml para evaluar la eficiencia de las proteasas producidas por *Bacillus subtilis* y cuantificar la cantidad de L-tirosina liberada a partir de la hidrólisis de la caseína, proporcionando una medida de su actividad catalítica (Arias et al., 2022).

Purificación parcial de proteasas

La purificación parcial se realizó para analizar la precipitación selectiva de proteínas mediante la adición de sulfato de amonio a una concentración del 50 % al 70%, seguida de la confirmación de la presencia de proteínas en las muestras mediante el método de Biuret. Este proceso permitió obtener fracciones de proteínas enriquecidas en proteasas para su posterior caracterización y estudio.

Resultados y discusión

La producción de proteasas extracelulares fue influenciada principalmente por los componentes del medio de cultivo, como las fuentes de carbono, nitrógeno y de iones, factores que permiten evaluar significativamente la producción de proteasas extracelulares (Suberu et al., 2019).

La etapa pre-fermentativa demostró que la adición de 1% de glucosa y 1% de urea porcina al medio de cultivo nutritivo es crucial para optimizar la producción de proteasas extracelulares por *Bacillus subtilis*. Esta formulación proporciona las condiciones necesarias para un crecimiento rápido y eficiente del microorganismo, resultando en una mayor síntesis de enzimas proteolíticas (Arias et al., 2022).

En la etapa fermentativa del *Bacillus subtilis*, se tomó muestras del medio de cultivo realizando la cuantificación de la absorbancia con espectrofotómetro a (550 - 600 nm) para observar la variación de la concentración respecto al tiempo del crecimiento enzimático y proteína. En este proceso, se realizaron 6 tratamientos cuyos resultados se muestran en la Tabla 1.

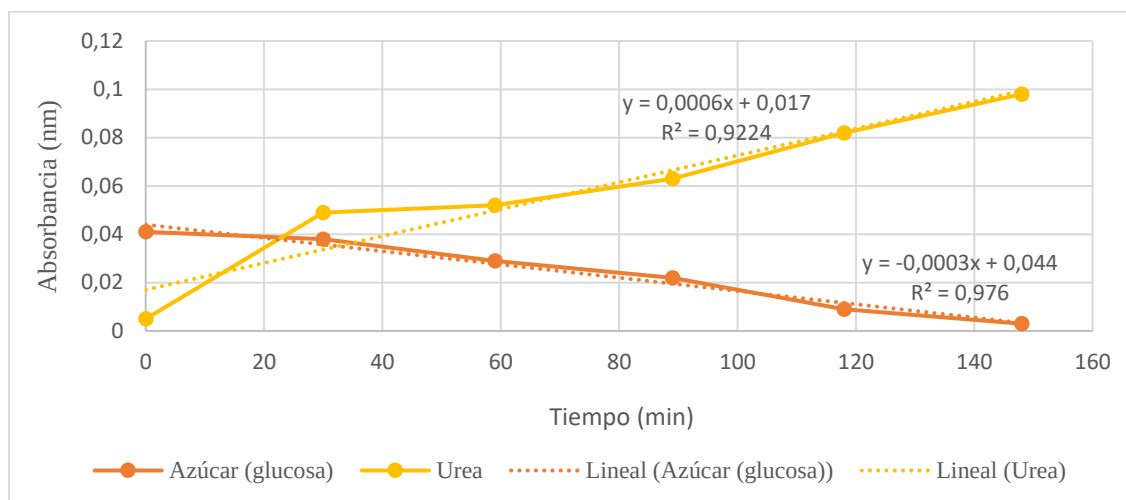
Tabla 1.
Cuantificación de la absorbancia a (550 - 600 nm).

Tratamiento	Azúcar (glucosa)	Urea porcina	Tiempo min
TB	0,041	0,005	0
T1	0,038	0,049	30
T2	0,029	0,052	59
T3	0,022	0,063	89
T4	0,009	0,082	118
T5	0,003	0,098	148

Nota: Elaboración propia.

Figura 2.

Variación en la concentración de glucosa y urea porcina respecto al tiempo en la producción de proteasas.



Nota: Elaboración propia.

En la figura 2, se muestra el resultado de la cuantificación de la absorbancia a (550 - 600 nm) durante la etapa fermentativa del *Bacillus subtilis*, indicando la variación en la concentración de glucosa (fuente de carbono) y urea porcina (fuente de nitrógeno) respecto al tiempo (Pedraza et al., 2020).

Tratamiento Base (TB) - Tiempo 0 minutos:

Al inicio del proceso (0 minutos), las concentraciones de glucosa y urea porcina son relativamente bajas ya que la fermentación recién comienza.

Tratamiento 1 (T1) - 30 minutos:

A los 30 minutos, se observa una ligera disminución en la concentración de glucosa mientras que la concentración de urea porcina aumenta notablemente, sugiriendo que las bacterias han empezado a utilizar la urea más activamente.

Tratamiento 2 (T2) - 59 minutos:

A los 59 minutos, la glucosa continúa disminuyendo indicando un consumo constante por parte de las bacterias. La urea porcina también muestra un pequeño aumento reflejando su uso en la producción de proteasas.

Tratamiento 3 (T3) - 89 minutos:

A los 89 minutos, la disminución de glucosa es más pronunciada mientras que la urea porcina sigue aumentando lo que sugiere un pico en la actividad enzimática y el crecimiento bacteriano.

Tratamiento 4 (T4) - 118 minutos:

A los 118 minutos, la concentración de glucosa se reduce aún más y la urea porcina sigue aumentando indicando que las bacterias están en una fase avanzada de crecimiento y producción de proteasas.

Tratamiento 5 (T5) - 148 minutos:

A los 148 minutos, la glucosa está casi agotada mientras que la urea porcina alcanza su concentración más alta lo que indica que las bacterias han consumido casi toda la glucosa disponible y están utilizando intensamente la urea para mantener la producción de proteasas (Martínez-Aispuro et al., 2009; Microbiologics Retail Products, 2016; Pedraza et al., 2020).

En la etapa post-fermentativa se realizó la evaluación de la actividad catalítica y precipitación de las proteasas utilizando una solución de caseína y medición de absorbancia a 660 nm para cuantificar la actividad catalítica de las proteasas presentes. En este proceso se llevaron a cabo 3 tratamientos, cuyos resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2.

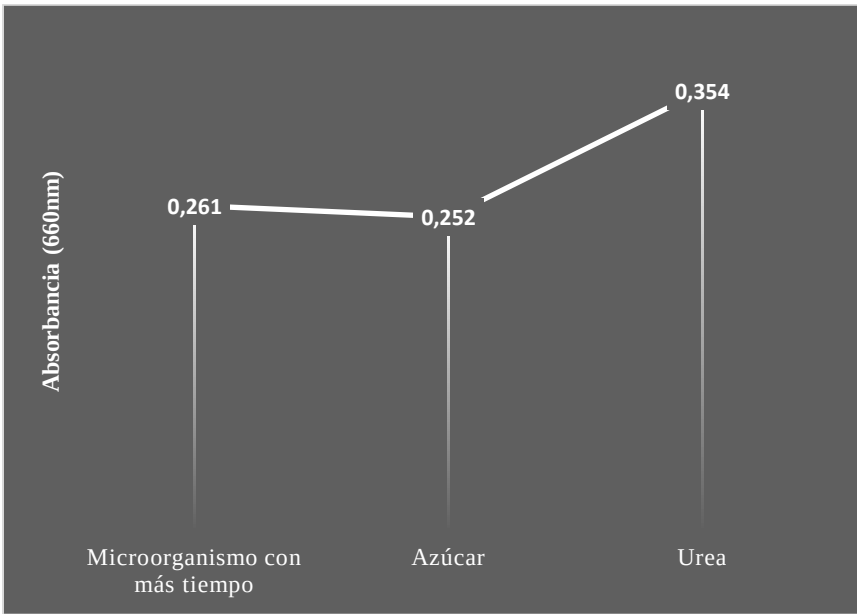
Cuantificación de la absorbancia a (660 nm).

Tratamiento	Descripción	Abs 660 nm
T1	Microorganismo con más tiempo de incubación	0,261
T2	Azúcar	0,252
T3	Urea porcina	0,354

Nota: Elaboración propia.

Figura 3.

Cuantificación de la absorbancia a (660 nm).



Nota: Elaboración propia.

En la figura 3, muestra el resultado de la actividad enzimática y cantidad de proteínas solubilizadas (proteasas producidas por *Bacillus subtilis* en relación con la degradación de la caseína – fuente sustrato proteico).

Tratamiento 1 (T1) - Microorganismo con más tiempo:

Indica una actividad enzimática moderada y una cantidad significativa de proteínas solubilizadas.

Tratamiento 2 (T2) - Azúcar:

Resultado similar a T1, muestra una actividad enzimática moderada indicando que el azúcar favorece la producción de proteasas hasta cierto punto.

Tratamiento 3 (T3) - Urea porcina:

En este resultado se muestra la mayor absorbancia, lo que indica una actividad enzimática alta y una mayor cantidad de proteínas solubilizadas (Rodríguez *et al.*, 2016). Indicando que la urea porcina es un nutriente efectivo para la producción de proteasas por *Bacillus subtilis* en comparación con los otros tratamientos (Castro & González, 2018). Se realiza la curva de calibración permite correlacionar la absorbancia medida a 660 nm con la concentración de L-tirosina liberada. Esta relación es crucial para convertir las lecturas de absorbancia en concentraciones de tirosina reflejando la actividad enzimática de las proteasas. En la tabla 3, se muestra los resultados obtenidos de las cinco diluciones 10 ml, 20 ml, 40 ml, 80 ml y 100 ml realizadas a partir de la muestra madre (Bacillus + glucosa + urea).

Tabla 3.

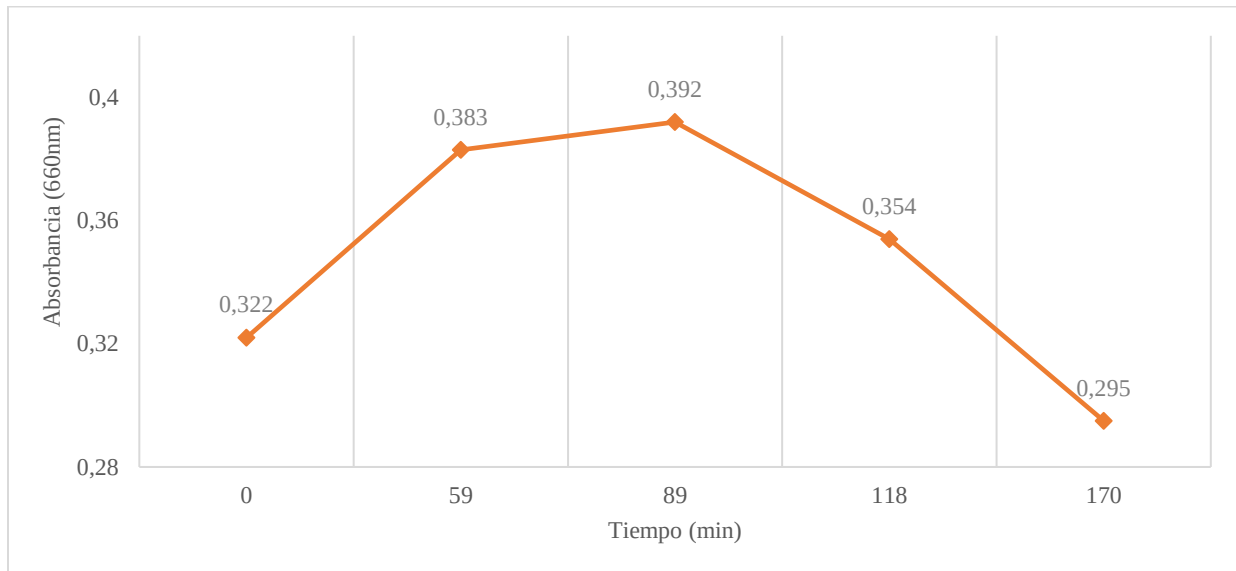
Datos obtenidos de absorbancia para la curva de calibración de L- tirosina.

Tiempo (min)	Muestras	Volumen de la dilución ml	Abs 660 nm
0	5 ml de sln madre + 5 ml de H2O destilada	10	0,322
59	10 ml de sln madre + 10 ml de H2O destilada	20	0,383
89	20 ml de sln madre + 20 ml de H2O destilada	40	0,392
118	30 ml de sln madre + 30 ml de H2O destilada	80	0,354
170	40 ml de sln madre + 40 ml de H2O destilada	100	0,295

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.

Curva de calibración de las disoluciones L- tirosina.



Nota: Elaboración propia.

En la figura 4, se muestra la curva resultante de la actividad proteolítica. Se observa que la absorbancia a 660 nm se utiliza para calcular los micromoles de L-tirosina liberados por las proteasas, lo cual es un indicador directo de la actividad enzimática. Los valores obtenidos más altos de absorbancia indican mayor cantidad de tirosina liberada, lo que refleja una mayor actividad catalítica de las proteasas. Además, es posible identificar que el punto óptimo de acumulación de actividad proteolítica se produjo a los 89 minutos, cuando la absorbancia alcanzó un valor de 0,392 nm a 660 nm, ideal para obtener las proteasas y maximizar la cantidad de enzimas producidas marcando el momento en que la actividad proteolítica alcanza su punto máximo antes de disminuir. El tiempo de cultivo es crítico para el crecimiento bacteriano ya que en las primeras fases del cultivo las células de *Bacillus subtilis* se multiplican y por consecuencia aumenta la producción de proteasas directo (Alejando-Paredes et al., 2017; González et al., 2009; Viguera-Morales, 2019). Estos resultados permiten estudiar el comportamiento y demostrar la habilidad del sustrato para detectar diferentes clases de proteasas y seleccionar para un uso específico.

Purificación parcial de las proteasas

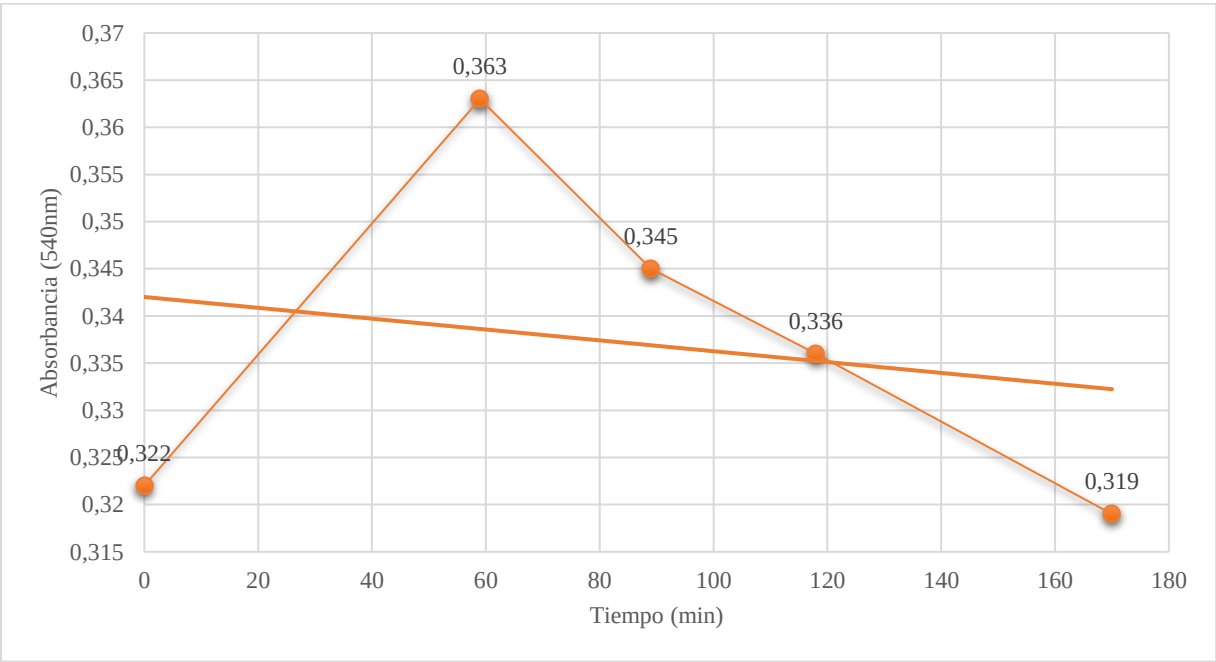
Este proceso se realizó a 5 diluciones con lectura a 540 nm para analizar la concentración de la proteína. En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 4.
Resultados obtenidos concentración de la proteína.

Tiempo (min)	Muestras	Abs 540 nm
0	5 ml de sln madre + 5 ml de H2O destilada	0,322
59	10 ml de sln madre + 10 ml de H2O destilada	0,363
89	20 ml de sln madre + 20 ml de H2O destilada	0,345
118	30 ml de sln madre + 30 ml de H2O destilada	0,336
170	40 ml de sln madre + 40 ml de H2O destilada	0,319

Nota: Elaboración propia.

Figura 5.
Curva de calibración concentración de la proteína.



Nota: Elaboración propia.

En la Figura 5, se observa la concentración de proteína en cada una de las muestras, mostrando cómo cambia a lo largo del proceso de extracción. El punto óptimo de concentración de proteína se identifica a los 59 minutos, cuando la absorbancia alcanzó un valor de 0.363 a 540 nm, indicando una posible estabilización en ese punto (Constanza *et al.*, 2017; les *et al.*, 2019). Cabe resaltar que la concentración de proteasa está directamente relacionada con la actividad enzimática cuanto más concentrada esté la proteasa, mayor será la cantidad de actividad

enzimática que se puede medir en un volumen dado (Castro & González, 2018). Estos resultados son esenciales si se pretende utilizar la proteasa para aplicaciones biotecnológicas o de laboratorio.

Análisis de resultados

La etapa pre-fermentativa demostró que la adición de 1% de glucosa y 1% de urea porcina al medio de cultivo nutritivo es crucial para optimizar la producción de proteasas extracelulares. Durante la fase de fermentación, se observó que, aunque las bacterias consumieron la mayor parte de la glucosa disponible utilizaron intensamente la urea para mantener la producción de proteasas. Esto se reflejó en una alta absorbancia, indicando una elevada actividad enzimática y una mayor cantidad de proteínas solubilizadas lo que indica que la urea porcina es un nutriente efectivo para la producción de proteasas por *Bacillus subtilis*. Estos resultados permiten analizar el comportamiento del sustrato y su capacidad para detectar diferentes clases de proteasas facilitando su selección para usos específicos.

Conclusiones

Los componentes del medio de cultivo como las fuentes de carbono (glucosa), nitrógeno (urea porcina) y iones demostraron ser cruciales para evaluar y optimizar significativamente la producción de proteasas.

La adición de glucosa y urea porcina al medio de cultivo nutritivo fue efectivo para maximizar la producción de proteasas extracelulares. Esta combinación proporciona las condiciones necesarias para un rápido y eficiente crecimiento de *Bacillus subtilis*, resultando una mayor síntesis de enzimas proteolíticas.

El tratamiento con urea porcina como fuente de nitrógeno mostró la mayor absorbancia, reflejando una actividad enzimática alta correlacionado con una mayor cantidad de proteínas solubilizadas destacando como un nutriente efectivo para la producción de proteasas.

La mayor actividad enzimática de las proteasas se observó a los 89 minutos, mientras que la estabilización de las proteínas ocurrió a los 59 minutos. Estos puntos óptimos son cruciales para entender cuándo las proteasas están más activas y cuándo su producción se ha maximizado. Estos resultados se pueden convertir en una herramienta valiosa para una amplia gama de aplicaciones industriales y de consumo útiles para futuras investigaciones y desarrollos biotecnológicos.

Referencias

- Alejando-Paredes, L., Flores-Fernández, C. N., & Zavaleta, A. I. (2017a). Optimización del medio para la producción de proteasas extracelulares por *Pseudomonas* sp. m211 en fermentación sumergida. In *Rev Soc Quím Perú* (Vol. 83, Issue 4). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2017000400010
- Anindo, H., Ab, R., Ellis, M., Braña, D., Bc, V., Curtis, S. E., & Antonio, J. (2015). Nitrogen balance, ammonia and odor emissions in growing pigs fed reduced protein diets. In *Rev Mex Cienc Pecu* (Vol. 6, Issue 2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2079-34802018000300329&lng=es&nrm=iso&tng=en#:~:text=subtilis%20E44%20under%20submerg

ed%20fermentation%20was%20evaluated%20for%2024%20hours,mL%20in%20a%20nutrient%20broth.

- Arias-Aravena, M., Altimira, F., Gutiérrez, D., Ling, J., & Tapia, E. (2022). Identification of Exoenzymes Secreted by Entomopathogenic Fungus *Beauveria pseudobassiana* RGM 2184 and Their Effect on the Degradation of Cocoons and Pupae of Quarantine Pest *Lobesia botrana*. *Journal of Fungi*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/jof8101083>
- Arroyave Ospina, V., Vélez Bravo, S., Margarita Castañeda, L. S., & Alexandra Sánchez, J. C. (2020). Determinación de la actividad proteolítica de cepas de *Bacillus cereus* previamente aisladas de alimentos determination of proteolytic activity of *Bacillus cereus* strains previously isolated from foods. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/35081/2/VelezSara_2023_DeterminacionActividadProteolitica.pdf
- Bhatt, H. B., & Singh, S. P. (2020). Cloning, Expression, and Structural Elucidation of a Biotechnologically Potential Alkaline Serine Protease From a Newly Isolated Haloalkaliphilic *Bacillus lehensis* JO-26. *Frontiers in Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00941>
- Castro, G., & Roberto González Castellanos, I. (2018). Aislamiento y caracterización de cepas de *Bacillus* spp productoras de enzimas proteolíticas, y propuesta de un proceso de producción de hidrolizado proteico a Escala Piloto, utilizando el extracto crudo enzimático obtenido. <https://repositorio.unan.edu.ni/12703/12/12703.pdf>
- Constanza, L., Ramírez, C., Lozano, L. C., Angélica Gómez Méndez, M., Julieth, S., Rojas, R., Natalia, J., & Torres, R. (2017). *Bacillus* spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. *Bacillus* spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos
- Daniela Portela-Dussán, D., Chaparro-Giraldo, A., & Alejandro López-Pazos, S. (2013). La biotecnología de *Bacillus thuringiensis* en la agricultura. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v11n20/v11n20a09.pdf>
- González, N., Wong, I., Pimentel, E., Zamora, J., Salazar, E., & Mena, J. (2009). Expresión de proteasas extracelulares en el cultivo de alta densidad del microorganismo con actividad bionematicida *Tsukamurella paurometabola*, C924: Vol. XXIX (Issue 2).
- Grebeshova R, Castellanos O, & Salcedo L. (2018). ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES CATALÍTICAS DE LAS PROTEASAS *BACILLUS SUBTILIS*. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/29987>
- Hernandez Samano A, Guzman Garcia X, Garcia Barrientos R, Ascencio Valle, F., Sierra Beltran A, Vallejo Cordoba B, Gonzales Cordova, A., Torres Llanez M, & Guerrero Legarreta I. (2015). Extraction and characterization of sea cucumber *isostichopus fuscus* proteases, collected at the gulf of california, mexico. <https://www.redalyc.org/pdf/620/62037106004.pdf>

- López, D., Galante, M., Ruggieri, G., Lombardi, J., Boeris, V., & Spelzini, D. (2018). Producción de proteasas fúngicas para la hidrólisis de proteínas vegetales Fungal protease production for the hydrolysis of vegetable proteins (Vol. 15).
- Martínez-Aispuro, Figueroa-Velasco, Trujillo-Coutiño, Zamora-Zamora, Cordero-Mora, Sánchez-Torres, & Reyna-Santamaría. (2009). Respuesta productiva y concentración de urea en plasma de cerdos en crecimiento alimentados con dietas sorgo-pasta de soya con baja proteína. <https://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v40n1/v40n1a4.pdf>
- Microbiologics Retail Products. (2016). MICROBIOLOGY CONTROL PRODUCTS CULTURE-BASED QC MICROORGANISMS. www.microbiologics.com
- Pedraza, L. A., López, C. E., & Uribe-Vélez, D. (2020). Mechanisms of action of bacillus spp. (bacillaceae) against phytopathogenic microorganisms during their interaction with plants. In *Acta Biologica Colombiana* (Vol. 25, Issue 1, pp. 112–125). Universidad Nacional de Colombia. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n1.75045>
- Suberu, Y., Akande, I., Samuel, T., Lawal, A., & Olaniran, A. (2019). Cloning, expression, purification and characterisation of serine alkaline protease from *Bacillus subtilis* RD7. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101264>
- Vigueras-Morales, Y. S. (2019). Enzimas proteolíticas: generalidades y la importancia de las aspartil proteasas fúngicas. In *CIERMMI Mujeres en la ciencia T.4* (pp. 1–15). ECORFAN. <https://doi.org/10.35429/h.2019.4.1.15>

ISSN: 2344-7397

ISSN de enlace (ISSN-L): 2344-7397

Fechas de publicación: noviembre de 2024

Periodicidad: Anual

Tipo de recurso: Revista de divulgación

Editor: Instituto Universitario de la Paz - UNIPAZ

Esta obra no puede ser reproducida, distribuida ni comunicada públicamente sin la previa autorización escrita del Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ).

UNIPAZ no se hace responsable de los contenidos y escritos presentados en esta obra, son de exclusiva responsabilidad de los autores. Los autores asumen la total responsabilidad por la veracidad y originalidad de los textos, así como por cualquier reclamación que pudiera surgir en relación con la propiedad intelectual.

Se puede acceder a una versión en PDF en www.unipaz.edu.co
País Colombia, departamento de Santander, municipio de Barrancabermeja

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ
www.unipaz.edu.co



UNIPAZ®
Instituto Universitario de la Paz

ANUARIO INSTITUCIONAL

DE INVESTIGACIONES 2024

“Transformamos el territorio”

*Centro de Investigaciones Santa Lucía, km 14 vía Barrancabermeja, Bucaramanga
Barrancabermeja / Santander / Colombia*

**PBX. (57) (607) 611 8210 Ext. 101
www.unipaz.edu.co**