

REGIENA

Revista Científica Agropecuaria



Vol. 3

Núm. 02

Mayo 2023 - Octubre 2023

ISSN 2773-7608

Líneas de investigación:

- Ciencias agrícolas y agroindustriales
- Ciencias zootécnicas y biológicas
- Ciencia e ingeniería de Alimentos
- Ciencia e ingeniería de biomateriales
- Medicina animal
- Procesos agropecuarios y agroindustriales
- Economía, gerencia y negocios agropecuarios
- Aplicaciones de otras ciencias a estas áreas.





ISSN: 2773-7608

RECIENA.

Licencia Internacional Creative Commons

Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada (by-nc-nd)



Publicada por la Facultad de Ciencias Pecuarias
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Volumen 3 / Número 2, Mayo 2023 – Octubre 2023

Contenido

| | | |
|----------|---|----------------|
| 1 | APLICACIÓN DE UN NANOBIOFERTILIZANTE QUE POTENCIE EL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS DE ARROZ | 7 - 13 |
| | Coloma Coloma Tonny Wellington, Villa Sánchez Fabiola Elena, Baque Manzaba Andrea Stefania, Pacheco Pincay Alexandra Veronica. | |
| 2 | ESTUDIO DEL EFECTO DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO EN LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL BANANO (<i>musa paradisiaca l.</i>). | 15 - 21 |
| | Luis Fernando Arboleda Alvarez, Elizabeth Telli Tacuri Troya, Cesar Fernando Hernández Maya, Sebastian Alberto Guerrero Luzuriaga. | |
| 3 | CARATERIZACIÓN DE TRES VARIEDADES DE FRUTA DE NOPAL EN EL CANTÓN GUANO | 23 - 28 |
| | Condo Plaza Luis Alfonso, Erazo Lara Alex Estuardo, Oñate Bastidas Blanca Alexandra, Angel Flores. | |
| 4 | LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL MEDIANTE EL RECICLAJE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA | 29 - 35 |
| | Shirley Elizabeth Izurieta Romero, Nelly Johanna Amancha Sarabia, David Israel Taipe Cantuña, Lorena Patricia Flores Luna. | |
| 5 | LA PREFERENCIA DE PROTEÍNAS ALTERNATIVAS SOSTENIBLES Y SUS FACTORES INFLUYENTES | 37 - 43 |
| | Jorge Andrés Ricaurte Domínguez, Lorena Patricia Flores Luna, Jeniffer Marcela Robalino Ortiz, Fiorela Samanta Sharup Kajek, Marcos Andrés Cárdenas Burbano. | |
| 6 | UNA FUENTE COMERCIAL DE PECTINA A PARTIR DE LA CÁSCARA DE CACAO | 45 - 52 |
| | Katherine Mishelle Ortiz León, Rachel Nicole Villagrán León, Heidy Gabriela Latorre Cevallos, Ruth Elizabeth Borja Yanez, César Alfredo Villa Maura. | |
| 7 | ALIMENTOS TRANSGÉNICOS Y SU IMPACTO EN LA SALUD | 53 - 58 |
| | David Mesías Guambo Delgado, Doris Estefanía Peñafiel Yancha, Cristhian David Gavilanez Díaz, Isabel Stephanya Castillo Heredia. | |
| 8 | TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS TRATADOS CON ALTAS PRESIONES | 59 - 65 |
| | Santiago Nicolás Aguiar Novillo, Daniela Ivonne Salazar Lliguin, Jhuliana Maribel Jiménez Tamayo, Willian Efrain Guacho Daquilema, Washington Gustavo Mancero Orozco. | |



CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES

Revista RECIENA
Panamericana Sur, km 1 1/2
ESPOCH Facultad de Ciencias Pecuarias
Riobamba-Ecuador
Telf.: (+593) 299 8200 ext. 2401
eMail: reciena.fcp@epoch.edu.ec

Comité:

EDITORA GENERAL:

Ing. María Belén Bravo Avalos. PhD (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).

EDITOR JEFE:

Msc. Carlos Andrés Mancheno (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).

MIEMBROS COMITÉ EDITORIAL

William Orlando Caicedo (Universidad Estatal Amazónica, Ecuador)

Cira Duarte García (Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, Cuba)

Hugo López Insunza (Universidad Autónoma de Sinaloa, México)

José Miranda Yuquilema (Universidad de Cuenca, Ecuador)

Begonia Peinado Ramón (Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimenticio, España)

Ángel Poto Remacha (Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimenticio, España)

Aldo Rodríguez Hernández (Universidad de Chapingo, México)

Cecilia Rodríguez Haro (Universidad Regional Amazónica IKIAM, Ecuador)

Sungey Sánchez Llaguno (Universidad de las Fuerza Armadas, ESPE, Ecuador)

Juan Carlos Llivi (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

Santiago Valle (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

Wilian Bravo (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

COMISIÓN DE SOPORTE

Soporte Informático:

Alex Erazo Luzuriaga (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

Revisión idioma inglés - español:

Isabel Escudero Orozco (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

Nora Tahirí Mejía (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

Soporte editorial y logístico:

Nora Tahirí Mejía (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

Diseño portada, contraportada y diagramación:

José Luis Heredia Hermida (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

APLICACIÓN DE UN NANOBIOFERTILIZANTE QUE POTENCIE EL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS DE ARROZ

APPLICATION OF A NANO FERTILIZER THAT ENHANCES THE DEVELOPMENT OF RICE CROPS

| | |
|---|-----------------------------------|
|  | Coloma Coloma Tonny Wellington |
|  | Villa Sánchez Fabiola Elena |
|  | Baque Manzaba Andrea Stefania |
|  | Pacheco Pincay Alexandra Veronica |

¹ Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Ingeniería Química, Guayaquil, Ecuador.

RESUMEN

Las nanopartículas hoy en día cumplen un rol muy importante tanto a nivel industrial, en investigaciones y en desarrollo científico. En este trabajo se sintetizaron nanopartículas de óxido de zinc con el objetivo de crear un nanobiofertilizante que nos permita potenciar el desarrollo de los cultivos de arroz (*Oriza sativa*). Se sintetizaron NpsZnO por el método sol-gel, se emplearon como precursores el acetato de zinc ($Zn(O_2CCH_3)_2$), etanol (C_2H_5OH) e hidróxido de sodio (NaOH), el acetato de zinc (8g) se disolvió en metanol (100ml) a 60°C. Se agregó gota a gota hidróxido de sodio (NaOH) teniendo como temperatura ideal de formación 80°C, se caracterizó por espectroscopia infrarrojo y espectroscopia UV-visible en lo cual mostraron la formación de esta, las NpsZnO fueron incorporada a un biofertilizante casero en diferentes concentraciones de nanopartículas de óxido de zinc (0,3; 0,4;0,5). La respuesta de los nanobiofertilizantes varía considerablemente, dependiendo de la concentración de las nanopartículas, el tratamiento 1 (0,3 NpsZnO) produjo los mejores resultados, al influenciar positivamente en las plantas, las mismas que respondieron con mayor crecimiento y desarrollo, una altura de 66cm, mayor número de tallo por planta, mejor pH y coloración verdosa, y además favoreció de forma positiva el nivel nutricional del suelo.

Palabras clave: *Nanotecnología, Biofertilizante, Nanopartículas, Nano biofertilizante, Cultivos.*

ABSTRACT:

Nanoparticles today play a very important role both at the industrial level, in research and in scientific development. In this work, zinc oxide nanoparticles were

synthesized with the aim of creating a nanobiofertilizer that allows us to enhance the development of rice crops (*Oriza sativa*). NpsZnO were synthesized by the sol-gel method, zinc acetate ($Zn(O_2CCH_3)_2$), ethanol (C_2H_5OH) and sodium hydroxide (NaOH) were used as precursors, zinc acetate (8g) was dissolved in methanol (100ml) at 60°C. Sodium hydroxide (NaOH) was added dropwise, having an ideal formation temperature of 80 °C, it was characterized by infrared spectroscopy and UV-visible spectroscopy in which they showed its formation, the NpsZnO were incorporated into a homemade biofertilizer in different concentrations of zinc oxide nanoparticles (0.3; 0.4; 0.5). The response of the nanobiofertilizers varies considerably, depending on the concentration of the nanoparticles. Treatment 1 (0.3 NpsZnO) produced the best results, positively influencing the plants, which responded with greater growth and development, a height of 66cm, greater number of stems per plant, better pH and greenish coloration, and also positively favored the nutritional level of the soil

Keywords: *Nanotechnology, Biofertilizer, Nanoparticles, Nano biofertilizer, Crops.*

1. INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento de la población demanda alimentos y otros insumos [1], por lo cual investigadores agrícolas buscan innovar y generar tecnología para producir la cantidad y calidad de comida suficiente para satisfacer la urgente demanda de alimentos [2]. A nivel mundial, la producción agrícola adolece de la escasa eficiencia de los fertilizantes actualmente disponibles [3], lo cual con lleva a buscar nuevos métodos y técnicas para mejorar estos fertilizantes por

productos más eficientes y menos dañinos con el suelo, los cultivos y el medio ambiente [4].

La nanotecnología es una de las tecnologías emergentes de las últimas décadas representando una de las revoluciones tecnocientíficas más intrigantes jamás desencadenadas por el ser humano [5]. Se encuentran hoy en los más variados sectores de producción y comercialización, trayendo características y propiedades innovadoras y sin precedentes en la historia científica de la humanidad [6], la incorporación de nanotecnología en el diseño y fabricación de fertilizantes innovadores es una estrategia con potencial para aumentar significativamente la producción de los cultivos y fomentar el desarrollo de una agricultura rentable, para, de esta manera, alimentar a la población mundial, la cual presenta una tasa alta de crecimiento [7].

La Nanotecnología es el diseño, caracterización y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas complejos mediante el control de la forma, el tamaño y las propiedades de la materia a escala nanométrica [8] Reportes recientes señalan que diversas NPs metálicas mejoran significativamente el crecimiento de las plantas y tienen el potencial de ser usadas como nanofertilizantes para incrementar la productividad agrícola [9]

Otra de las tecnologías es la aplicación de la biofertilización. Los biofertilizantes son preparados de microorganismos aplicados al suelo y/o planta con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética, así como disminuir la contaminación generada por los agroquímicos [10].

El uso de biofertilizantes en la agricultura trae ventajas ambientales y económicas, ya que satisfacen las necesidades nutricionales de los cultivos. Sin embargo, su dosificación debe ser vigilada porque pueden alterar los índices de nitrógeno, fósforo y potasio por sus altos contenidos de origen [11].

Uno de los alimentos actualmente demandado es el arroz [12]. El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los principales cultivos de nuestro país, constituye el alimento básico para más de la mitad de la población del planeta [13].

En los países de América del Sur y el Caribe, es la principal fuente energética de la población de bajos ingresos [14]. Muchos factores afectan la cantidad y calidad de la cosecha de arroz, siendo el más importante la fertilización [15].

Los nutrientes son necesarios para que la planta de arroz cumpla su función metabólica [16] son conocidos como elementos minerales los cuales se dividen en dos grupos importantes macronutrientes y micronutrientes [17] en el caso del arroz el 75% está conformado por los macronutrientes: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S) y Silicio (Si), mientras que el 25 % lo conforma los micronutrientes: Boro, Hierro, Sodio, Cloro, Aluminio, Manganeso, Cobre, Zinc, Molibdeno, Cobalto, Flúor y Selenio [18].

El zinc tiene una función esencial en el metabolismo de los carbohidratos y las proteínas, así como en el control de la hormona del crecimiento vegetal [19], La aplicación foliar de este micronutriente en forma nanométrica es una práctica valiosa debido a la pequeña cantidad requerida, no tiene contacto directo con el suelo y evita pérdidas durante la fijación [20].

Considerando lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue elaborar y caracterizar nanopartículas de óxido de zinc e incorporarla a un biofertilizante orgánico para su aplicación y evaluación en el desarrollo de los cultivos de arroz, se espera que el nanobiofertilizante mejore significativamente el crecimiento y desarrollo de los cultivos, así como la eficiencia del uso de las plantas, y reduzcan las pérdidas de nutrientes, los impactos ambientales adversos, la frecuencia de aplicación y los costos de mano de obra.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación y análisis de la muestra (suelo)

La muestra de suelo fue obtenida en el primer semestre del 2022, ubicado en el recinto San Bartolo, canto Jipijapa de la provincia de Manabí - Ecuador, la región cuenta con una temperatura promedio de 28°C, precipitación de 424mm, Humedad relativa de 80%, la muestra fue colocada en una bolsa de plástico y transportada al laboratorio para su inmediato procedimiento de análisis.

Los parámetros evaluados fueron los macronutrientes (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre) y micronutrientes (Boro, Hierro, Sodio, Cloro, Aluminio, Manganeso, Cobre, Zinc, Molibdeno, Cobalto, Flúor y Selenio), pH y fertilidad, la metodología establecida por el laboratorio y por las normativas INEN "Instituto Ecuatoriano de Normalización".

2.2. Elaboración del Biofertilizante

Para la producción del biofertilizante se utilizó desechos

orgánicos domésticos clasificados y seleccionado acorde a los resultados nutricionales obtenidos por la muestra de suelo analizada, los desechos seleccionados fueron colocados en un biodigestor casero (balde plástico acondicionado), se adicionó leche y melaza como activadores de la fermentación, este proceso tuvo una duración de 30 días, transcurrido este tiempo se procedió a filtrar y almacenar el producto obtenido.

2.3. Obtención de las nanopartículas de Óxido de zinc

Para la síntesis del ZnO_2 por la técnica de sol gel se emplearon 9g de acetato de zinc $Zn(CH_3COO)_2$ el cual se disolvió en 100ml de metanol bajo agitación continua. Se agregó a la solución Hidróxido de sodio NaOH gota a gota, después de completar la dosificación, con una agitación constante durante 2 horas manteniendo la temperatura constante de $80^\circ C$. se obtuvo un sol homogéneo y transparente que luego fue filtrado y secado a $75^\circ C$ por 5 horas.

Para la caracterización se usó la técnica de espectroscopia UV-Visible con longitudes de ondas de 300 a 1000 nanómetros, la cual permitió comprobar la formación de las nanopartículas de óxido de zinc y conocer la banda de pico de absorción de longitud de onda máxima, también se empleó la espectroscopia Infrarrojo con el objetivo de confirmar la presencia de las nanopartículas de óxido de zinc sintetizadas por el método sol-gel.

2.4. Elaboración del Nanobiofertilizante

Una vez obtenido el biofertilizante y las nanopartículas de óxido de zinc, se procederá a incorporar las nanopartículas en el biofertilizante de la siguiente forma: se disolvió 100 ml de biofertilizante orgánico en 1000 ml de agua. De la solución obtenida se tomará 600 ml en la cual se distribuirá en 3 partes iguales, por cada 200 ml se incorporará 0.3 g, 0.4 g, 0.5 g de nanopartícula de óxido de zinc correspondiente.

2.5. Aplicación del Nanobiofertilizante en campo.

Se realizó la primera aplicación con biofertilizante como abono inicial a los 8 días del sembrío, posterior a los 15 días se aplicó a las tres muestras (m1, m2, m3) los nanobiofertilizantes con concentraciones de 0,3; 0,4; 0,5 respectivamente con una dosificación de 50ml y a nuestra muestra en blanco se la trató con fertilizante tradicional.

Después de los 15 días de la primera aplicación se realizó la segunda dosificación con 70 ml de

nanobiofertilizante, y en secuencia a los 21 días después se le aplicó una última dosificación de 80 ml de este.

El muestreo se realizó cada semana dependiendo del desarrollo de la planta de arroz, se controló como parámetros de medición el pH, altura, temperatura, número de macollo, fertilidad del suelo y la coloración de las hojas.

Durante la evaluación del desarrollo de los cultivos de arroz la temperatura ambiental oscilaba entre los $18^\circ C$ a $29^\circ C$, los huertos estaban situados en una zona fresca y seca con buena exposición solar.

Tabla 1. Dosificación para cada muestra.

| Muestra | Repetición | Concentración | Dosis biofertilizante | Dosis |
|---------|------------|---------------|-----------------------|-------------------|
| MB | 4 | Normal | N/A | Normal |
| T1 | 3 | 0.3 | 50 ml | 50ml, 70ml, 80ml |
| T2 | 3 | 0.4 | 50ml | 50 ml, 70ml, 80ml |
| T3 | 3 | 0.5 | 50ml | 50ml, 70ml, 80ml |

Fuente: Elaboración propia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de las nanopartículas de óxido de zinc.

Para la síntesis de nanopartículas de óxido de zinc se usó el método Sol Gel, la pureza y la estructura de la muestra obtenida se determinaron mediante espectroscopia UV-Visible e infrarroja.

La figura 1 muestra los espectros UV-Vis para la condición de síntesis empleando acetato de zinc como precursor, temperatura de $80^\circ C$ y tiempo de reacción de 2 horas. Se puede observar una banda de absorción de 380 nm, similar resultado fue encontrado por Yohannes Abdissa [21], además, ha sido reportado que la banda de absorción del ZnO en estado masivo se encuentra a 385 nm [22].

3.2. Composición nutricional del nanobiofertilizante



Figura 1 Espectroscopia UV-Vis de $NpZnO$ sintetizada por el método Sol-Gel.

La figura 2 muestra el espectro IR del ZnO sintetizado. En el espectro se observan diferentes bandas, correspondientes a distintos grupos funcionales que se dan durante la formación del ZnO. La muestra presenta picos de absorción en el rango de 3360,35 cm⁻¹; 1545,67 cm⁻¹; 1389,46 cm⁻¹; 1336,43 cm⁻¹; 1018,23 cm⁻¹; 675,928 cm⁻¹; 616,145 cm⁻¹; 421,37 cm⁻¹. El pico de absorción a 421,6 cm⁻¹ corresponde al modo de vibración metal-oxígeno (estiramiento del ZnO). Los picos 1018,23 cm⁻¹; 1336,43 cm⁻¹; 1389,46 cm⁻¹ atribuyen a la flexión o vibración en el plano del alcohol primario y secundario. El pico 1545,67 cm⁻¹ demuestra los modos de vibración de compuestos nitro aromáticos y alquilo. El pico 3360,35 cm⁻¹ representa las vibraciones de estiramiento de los componentes de hidroxilo, analizando los datos obtenidos podemos decir que los número de onda pertenecen a los grupos

funcionales que se encuentra presenta en la formación del óxido de Zinc.

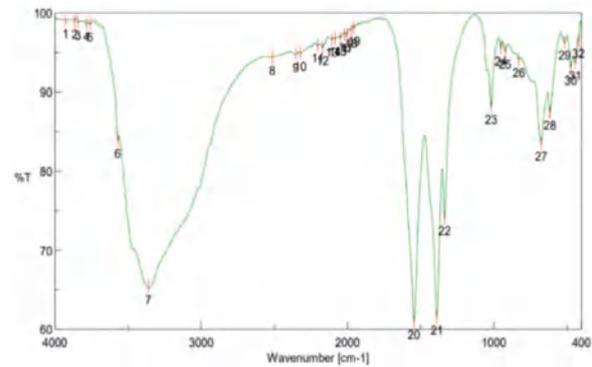


Figura 2 Espectroscopia FT-IR de NpZnO sintetizada por el método Sol-Gel.

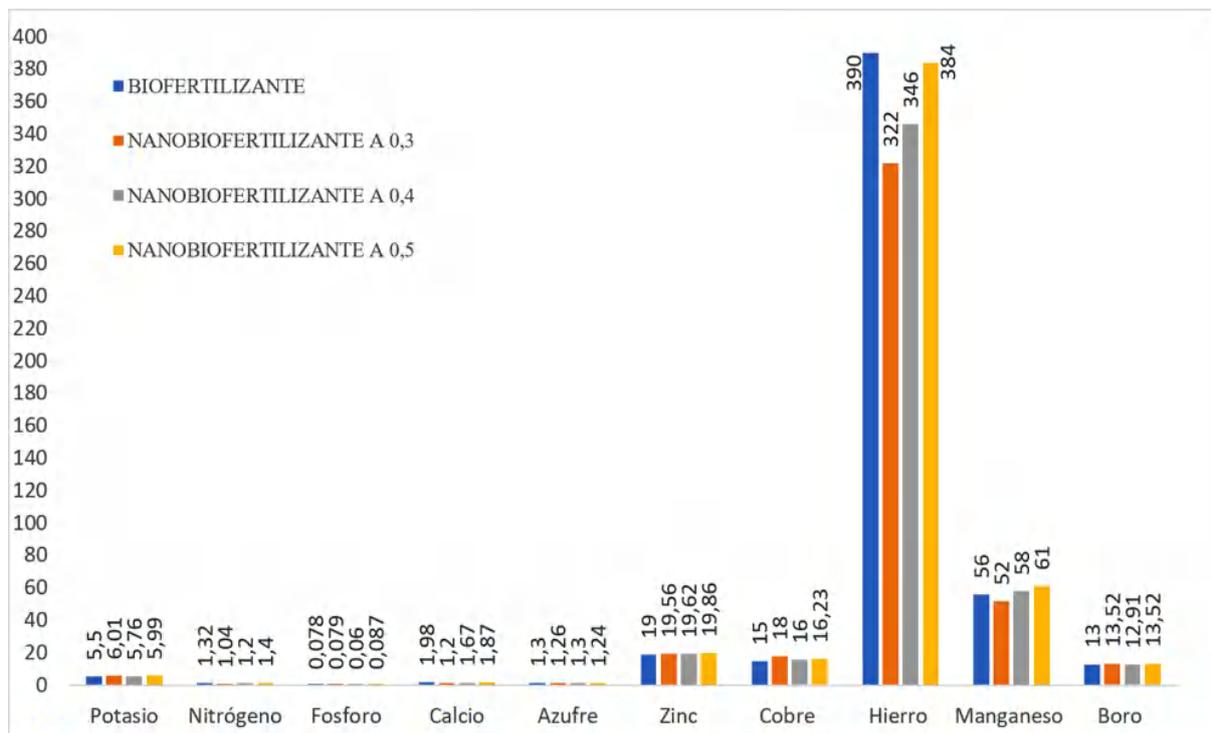


Figura 3 Composición nutricional del biofertilizante y el nano biofertilizante a diferentes concentraciones.

En la **Figura 3** muestra los análisis de 4 biofertilizante con y sin nanopartículas de óxido de zinc mostrando diferencias significativas en la composición nutricional.

El fósforo (P) al ser uno de los macronutrientes más importante y esenciales, se clasifica como nutriente primario en el crecimiento, reproducción e interviene en el proceso de la fotosíntesis, la concentración del fósforo (p) en los nanobiofertilizante y biofertilizantes analizados presenta diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos.

El potasio (K) elemento relacionado en el proceso de la fotosíntesis aumenta la resistencia de las plantas en condiciones adversas, sin embargo, en los análisis podemos visualizar una pequeña diferencia significativa del nanobiofertilizante a concentración de 0,3M con referencia a la similitud de las otras tres muestras restante.

Tanto el nitrógeno (N), Calcio (Ca) y Azufre (S) mantuvieron un rango de similitud para todas las muestras analizadas. El Zinc (Zn) al ser nuestro elemento principal como objeto de estudio se pudo

notar que tanto para el biofertilizante con y sin nanopartículas de óxido de zinc reflejo pequeñas variaciones.

Por otro lado, los elementos presentes en el biofertilizante y nanobiofertilizante con mayor cantidad fueron el hierro (Fe), el cobre (Cu), manganeso (Mn) y boro (B), los cuales no presentaron diferencias significativas en sus resultados

3.3 Medición de Variable – Altura

La **figura 4** muestra el crecimiento secuencial de las plantas durante los 60 días que duró la evaluación con nanobiofertilizante frente a un fertilizante convencional. Durante las dos primeras semanas no se notaron cambios visibles en su altura, lo cambios comenzaron a ser visible con cada dosificación de nanobiofertilizante.

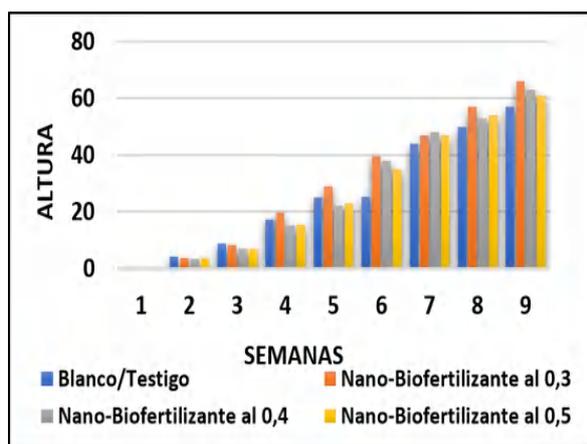


Figura 4 Comparación de las alturas de los cultivos frente a sus diferentes tratamientos.

Los datos obtenidos en la Tabla 2 muestra los resultados del análisis de varianza ANOVA de las siguientes variables analizadas: testigo vs tratamiento 1 (T1), tratamiento 2 (T2) y tratamiento 3 (T3) referente a la última semana de muestreo y análisis, en el cual se puede apreciar que el valor F calculado con los datos obtenidos detalla lo siguiente: T1 es significativo en comparación a los otros tratamientos con un valor de 93.46, los datos obtenidos en el análisis de los coeficientes de modelo estimado (p-value) posee un valor de $2,165 \times 10^{-6}$ el cual es inferior a 0.05 que nos indica que el tratamiento es adecuado para el desarrollo de los cultivos de arroz, además el coeficiente de determinación R^2 nos expone el valor de la varianza que es la respuesta ante lo que se debe cumplir que en todos los casos sean mayor a 0.05 obteniendo un resultado de 2, concluyendo que el T1 es el adecuado en todos los casos.

Tabla 2. Resultado de los tratamientos aplicado al cultivo de arroz.

| Tratamiento | n | Media | Std. Dev. | CV% | R^2 | Valor F | Valor P |
|-------------|---|-------|-----------|------|-------|---------|------------------------|
| T1 | 9 | 66 | 1,78 | 2,69 | 0,98 | 93,46 | $2,165 \times 10^{-6}$ |
| T2 | 9 | 63 | 1,89 | 3,20 | 0,97 | 38,57 | $1,0 \times 10^{-4}$ |
| T3 | 9 | 61 | 1,67 | 2,73 | 0,97 | 20 | $1,19 \times 10^{-3}$ |

Nota: El siguiente análisis expone los resultados entre cada uno de los tratamientos frente al testigo (Blanco). Donde: Media=Valor medio de las repeticiones de la capacidad antimicrobiana; Std. Dev= Desviación estándar; CV= coeficiente de variación de la capacidad antimicrobiana; R^2 = coeficiente de determinación.

Otras de las variables más importante que se monitorio fue la temperatura la cual se encontró entre los rangos de 18°C y 30°C

3.4. Medición de pH del cultivo.

Otro factor importante por considerar es el pH el cual está directamente relacionado con la absorción de nutrientes en las plantas; el pH ideal en una solución de nutrientes se encuentra en el rango de 6 y 7, mayor a 7 dificulta su proceso de absorción de lo mismo.

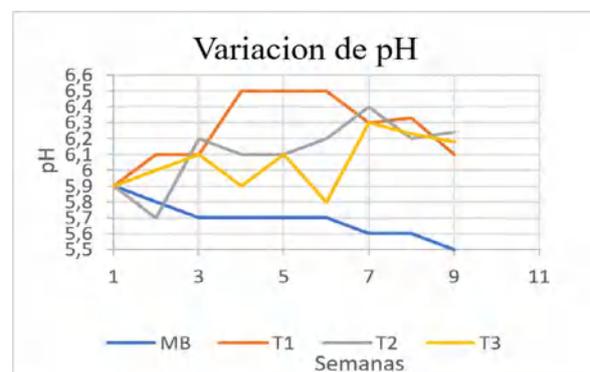


Figura 5 Comparación de la variación de pH durante la fertilización.

En la Figura 5 muestra las variaciones de pH ante y después de la fertilización con nanobiofertilizante, sin embargo estas variaciones no sobrepasaron los rangos establecidos para los cultivos de arroz; mostrando así que la población de cultivo que fue tratada con una concentración de 0,3 g/mL (T1) presento un promedio de 6,3 en su pH; la población tratada con 0,4 g/mL (T2) tuvo un promedio de 6,1 y la tratada con 0,5g/mL (T3) presento 6,1 a comparación de la muestra testigo (MB) que presento una disminución de pH de 5,9 inicial a 5.7.

3.5. Caracterización fisicoquímica del suelo antes y después de la fertilización.

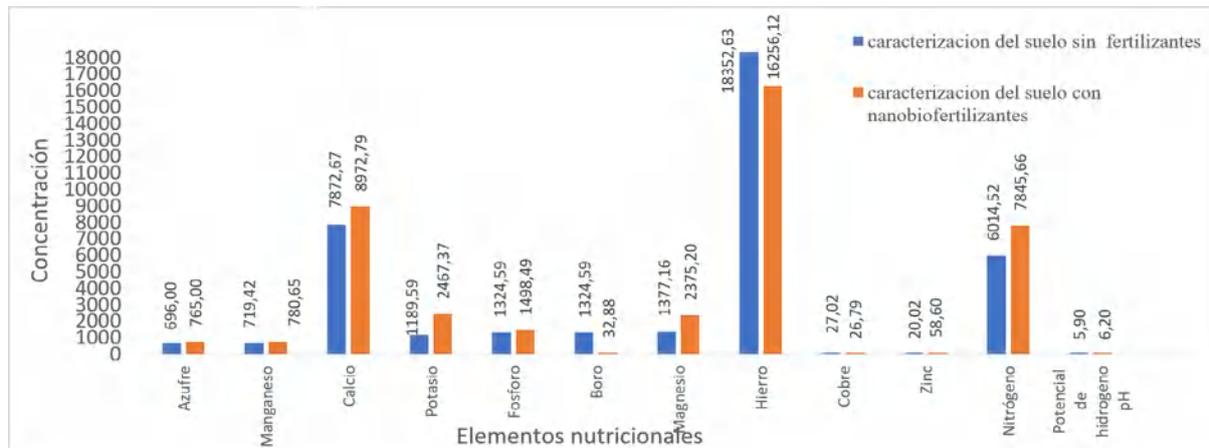


Figura 6 Caracterización del suelo antes y después de la fertilización.

En la **figura 6** se muestra la caracterización del suelo antes y después del proceso de fertilización con nanobiofertilizante, donde podemos observar como punto importante el control del pH, el cual en su inicio fue de 5,90 siendo un rango no adecuado para estos tipos de cultivo, sin embargo, después de la primera y última fertilización mostro un incremento de este a 6,20 siendo un pH ideal para una buena absorción de nutrientes y un adecuado crecimiento de los cultivos de arroz.

También podemos notar diferencias significativas en la composición nutricional del suelo después de la fertilización, dando como relación lo siguiente:

- La relación entre Ca/Mg es de 5,71 la cual demuestró una deficiencia de magnesio en el primer análisis mientras que en el segundo la relación Ca/Mg es de 3,77 esta detalla el estado ideal de ambos nutrientes en el suelo
- En la relación Ca/K el valor adecuado a esta relación es de 20 mientras que valores mayores a 30 indica deficiencia de potasio, en el análisis del suelo sin fertilización esta fue de 1,010 mientras que el suelo tratado de 3,63 lo que indica que ambos elementos están en un rango adecuado.
- La relación Mg/K es de 1 estado aceptable para ambos nutrientes.
- La relación Ca+Mg/K es de 4,60 valores menores a 40 indica un rango aceptable para el potasio.
- La concentración del zinc en el suelo sin tratar es de 20,3512 mg/kg siendo un rango bajo al promedio establecido para los cultivos de

arroz que es de 55 mg/kg, el suelo tratado con biofertilizante es de 58,60 mg/kg lo que nos indica que es un suelo muy útil para los cultivos y que está dentro del rango establecido.

4. CONCLUSIONES

El análisis fisicoquímico de suelos previo a su fertilización nos permitió conocer los niveles de nutrición contenido en el sustrato, presentando niveles bajos de zinc 20,3512 mg/kg (ppm) siendo índice principal para la elaboración y uso de nanopartículas de óxido de zinc las cuales fueron sintetizadas a diferente rango de temperatura, siendo 80°C la temperatura óptima de obtención de esta, caracterizada mediante espectroscopia UV-visible y espectro FT-IR factores importantes que demostraron la formación y presencia de las nanopartículas de óxido de zinc.

La elaboración del biofertilizante se dio mediante la reutilización de desechos orgánico-caseros empleando la fermentación y el proceso anaerobio, además, se procedió a realizar 3 formulaciones a diferentes concentraciones de nanopartículas de óxido de zinc (0,3;0,4;0,5 mg/mL), su aplicación y evaluación permitió determinar que el tratamiento 1 (0,3 g/ml) fue la mejor formulación de nano-biofertilizante, según la comparación de resultados medidos en la altura, variación de pH y temperatura de la planta al final de la fertilización, Cabe decir que el uso de los 3 tratamientos de nano-biofertilizante evaluados presentaron mejora significativa en los cultivos de arroz en relación a la muestra testigo/blanco; de esta manera se puede demostrar que el uso de este producto puede ser una alternativa frente a los fertilizantes tradicionales.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a Dios que es quién nos ha dado sabiduría y entendimiento, a todas que las personas que nos apoyaron de distinta manera, para la culminación de éste proyecto.

6. CONFLICTO DE INTERESES

No existen ya que el trabajo investigativo fue de autoría de los autores.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] A. d. Silva, J. Mulinari y F. Reichert, «Impacts of metallic nanoparticles application on the agricultural soils microbiota,» vol. 7, p. 6, 2022.
- [2] R. Hugo, M. Argüello y V. Reyes, «Potencial de la nanotecnología en la agricultura,» Redalyc, 2018.
- [3] P. Almendros, D. Gonzales, M. D. Fernandez, C. Garcias y A. Abrador, «Both Zn biofortification and nutrient distribution pattern in cherry tomato plants are influenced by the application of ZnO nanofertilizer,» Science Direct, p. 13, 2022.
- [4] C. M. R. Ulate, S. P. Álvarez y S. G. Morales, «Biofertilización y nanotecnología en la alfalfa (Medicago sativa L.) como alternativas para un cultivo sustentable,» Reladyc, Cuba, 2021.
- [5] P. Schulz, «Nanomaterials and the interface between nanotechnology and environment,» p. 7, 2013.
- [6] W. Engelmann, «Prospects for the regulation of nanotechnology applied to food and biofuels,» p. 14, 2013.
- [7] J. Martínez y M. Á. Calcium, «Nanopartículas de gelatina cargadas con calcio,» vol. 12, n° 1, 2020.
- [8] G. Mendoza y J. L. Rodríguez, «La nanociencia y la nanotecnología: una revolución en curso,» Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, n° 29, p. 27, 2007.
- [9] S. Shinde, «Promoción de la germinación de semillas y crecimiento de zeas por nanopartículas de hidróxido de magnesio,» Science Direct, San Paulo - Brasil, 2018.
- [10] A. D. Nava-Pérez, «biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México,» Universidad Autónoma Indígena de México, vol. 6, n° 1, 2010.
- [11] L. Silva, «Inventos relacionados con biofertilizantes a nivel nacional,» Pontificia Universidad Javeriana, Bogota, 2014.
- [12] H. Mendoza, Á. Loor y S. Vilema, «El arroz y su importancia,» Guayaquil - Ecuador, 2019.
- [13] I. Briceño, «evaluación de un sistema de preparación del suelo y siembra en el cultivo de arroz,» vol. 28, 2 4 2017.
- [14] L. Sandoval, «especies de periconia sobre las semillas de arroz (oryza sativa l.),» Redalyc, 2003.
- [15] R. Quirós-Herrera, «Evaluación de la fertilización nitrogenada en arroz inundado,» vol. 17, n° 1, p. 11, 2006.
- [16] D. K. Mengel y E. Kirkby, «Instituto Internacional de Suiza,» 2000. [En línea]. Available: https://auiavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf.
- [17] E. Molina y J. H. Rodríguez, «SciELO,» 27 3 2012. [En línea]. Available: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v36n1/a03v36n1.pdf>.
- [18] A. Alban, «Elementos Esenciales (N, P, K), Ph Y Ce Del Horizonte C En El Suelo Del Campus La María, Cantón Mocache,» Mocache - Ecuador, 2019.
- [19] I. A. M. Toribio y I. A. F. Moriones, «Profertil - La importancia del Zinc,» 4 2015. [En línea]. Available: <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/bt-n-21-la-importancia-del-zinc-en-nuestros-cultivos-2015.pdf>.
- [20] A. Marengo, «Efecto de la fertilización con Zinc sobre el área foliar y el rendimiento del cultivo de maíz,» 2009.
- [21] Y. Abdissa, «Effect of Mg²⁺, Ca²⁺ and Sr²⁺ Ions Doping on the Band Gap Energy of ZnO Nanoparticle,» 2018.
- [22] L. Montejo, C. Cavalcante y E. Vilarrasa, «Evaluación de nanopartículas de ZnO para la separación de CH₄-CO₂,» Cuba, 2017.

ESTUDIO DEL EFECTO DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO EN LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL BANANO (*Musa paradisiaca L.*).

STUDY OF THE EFFECT OF ENZYMATIC BROWNING ON THE NUTRITIONAL QUALITY OF BANANA (*Musa paradisiaca L.*).

| | | |
|---|---|------------------------------|
|  | ¹ Luis Fernando Arboleda Alvarez* | luisf.arboleda@esPOCH.edu.ec |
|  | ² Elizabeth Telli Tacuri Troya | elizabeth.tacuri@uleam.ec |
|  | ³ Cesar Fernando Hernández Maya | chernandez@uagraria.edu.ec |
|  | ⁴ Sebastian Alberto Guerrero Luzuriaga | saguerrero@unach.edu.ec |

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Pecuarias Riobamaba-Ecuador

²Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Ecuador

³Universidad Agraria del Ecuador Facultad de Ciencias Agrarias

⁴Universidad Nacional de Chimborazo Facultad de Ingeniería Riobamaba-Ecuador

E-mail: * luisf.arboleda@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

Resumen: Esta investigación estudió el efecto del pardeamiento enzimático en la calidad nutricional del banano, para lo cual se analizó la composición nutricional antes y después de los cambios que sufrió el fruto por efecto del pardeamiento. También se evaluó el contenido de antioxidantes y la actividad enzimática para comprender cómo influye el pardeamiento y su impacto en la calidad nutricional. Además, se investigaron métodos para inhibir o retrasar la reacción buscando así preservar la calidad nutricional y prolongar la vida útil del banano, para lo cual se aplicó una investigación y contrastación de información bibliográfica con un universo magnánimo aplicando técnicas e instrumentos de búsqueda, luego de un análisis detallado y riguroso de las causas del fenómeno se determinó que la actividad de la enzima polifenol oxidasa es un factor clave en el proceso de pardeamiento enzimático, los estudios revisados han demostrado consistentemente que el proceso de pardeamiento enzimático tiene un impacto significativo en la composición afectando la calidad nutricional y organoléptica del banano, el uso de antioxidantes, como el ácido ascórbico (vitamina C), y tratamientos térmicos se han mostrado como opciones efectivas para preservar la calidad nutricional y apariencia de la fruta.

Palabras clave: pardeamiento enzimático, polifenoles, nutrientes, antioxidantes.

ABSTRACT:

Summary: This research studied the effect of enzymatic browning on the nutritional quality of banana, for which the nutritional composition was analyzed before and after the changes that the fruit suffered due to the effect of browning. Antioxidant content and enzymatic activity were also evaluated to understand how browning influences and its impact on nutritional quality. In addition, methods were investigated to inhibit or delay the reaction, thus seeking to preserve the nutritional quality and prolong the useful life of the banana, for which an investigation and contrast of bibliographic information with a magnanimous universe was applied, applying search techniques and instruments, after a detailed and rigorous analysis of the causes of the phenomenon determined that the activity of the enzyme polyphenol oxidase is a key factor in the enzymatic browning process. The studies reviewed have consistently shown that the enzymatic browning process has a significant impact on the composition. affecting the nutritional and organoleptic quality of banana, the use of antioxidants, such as ascorbic acid (vitamin C), and heat treatments have been shown to be effective options to preserve the nutritional quality and appearance of the fruit.

Keywords: enzymatic browning, polyphenols, nutrients, antioxidants

1. INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa paradisiaca* L.) es una de las frutas más consumidas y apreciadas en todo el mundo debido a su sabor agradable, textura suave y alto valor nutricional (1). (Oberto García-Mata^{1*}, 2013). Sin embargo, esta fruta tropical es susceptible a un proceso natural conocido como pardeamiento enzimático, que puede tener un impacto significativo en su calidad nutricional y apariencia, según Piedra (2) menciona que el pardeamiento enzimático es un fenómeno catalizado principalmente por la enzima polifenol oxidasa, que ocurre cuando los compuestos fenólicos presentes en el banano entran en contacto con el oxígeno del aire.

A medida que el banano madura y se expone al aire, la enzima polifenol oxidasa se activa y comienza a oxidar los fenoles, lo que conduce a cambios en el color y la textura de la fruta. Estos cambios pueden ser perceptibles visualmente, ya que el banano pasa de un tono amarillo brillante a un color marrón oscuro (3), (Ordóñez-Santos, 2020), lo que a menudo hace que los consumidores perciban que la fruta está en mal estado.

El pardeamiento enzimático también tiene consecuencias en la calidad nutricional del banano. Durante este proceso, algunos nutrientes esenciales, como las vitaminas y los antioxidantes, pueden degradarse, lo que puede disminuir el valor nutricional de la fruta. Además, la apariencia desfavorable causada por el pardeamiento puede llevar a una disminución en la demanda y el consumo de bananos, lo que a su vez podría afectar la ingesta de nutrientes valiosos en la dieta de las personas (4). (Claudia L. GARCÍA W.1^{*}, 2006).

En este contexto, es crucial comprender el efecto del pardeamiento enzimático en la calidad nutricional del banano y explorar estrategias para preservar su valor nutricional y prolongar su vida útil. Este estudio pretende analizar los cambios en la composición nutricional del banano durante el proceso de pardeamiento enzimático, así como evaluar métodos para inhibir o retrasar este proceso en aras de mantener la calidad y el valor nutricional de esta fruta tan importante para la alimentación humana.

El pardeamiento enzimático es una de las reacciones más importantes que tienen lugar en la mayoría de las frutas y verduras, así como en los mariscos. Estos procesos afectan el sabor, el color y el valor de dichos alimentos.

Generalmente, es una reacción química que involucra polifenol oxidasa (PPO), catecol oxidasa y otras

enzimas que crean melaninas y benzoquinona a partir de fenoles naturales. El pardeamiento enzimático (también llamado oxidación de los alimentos) requiere exposición al oxígeno. Comienza con la oxidación de los fenoles por el polifenol oxidasa a quinonas, cuyo fuerte estado electrofílico provoca una alta susceptibilidad al ataque nucleofílico de otras proteínas. Estas quinonas luego se polimerizan en una serie de reacciones, lo que finalmente da como resultado la formación de pigmentos marrones (melanosis) en la superficie de los alimentos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una exhaustiva indagación bibliográfica en bases de datos científicas en plataformas como Google académico, revistas especializadas en bases de datos y otras fuentes relevantes para recopilar los estudios más relevantes y actualizados, utilizando métodos de búsqueda avanzada relacionadas con el pardeamiento enzimático, banano y calidad nutricional. Se seleccionó la información más relevante y pertinente, se analizaron los casos de estudios de mayor interés seleccionando una población específica del total del universo de información relevante sobre los cambios en la composición nutricional del banano durante el proceso de pardeamiento y los posibles métodos de inhibición de este.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rodríguez (5) nos habla que los bananos son susceptibles de daño mecánico durante la cosecha, transporte, almacenamiento o procesamiento; dichos cambios causan estrés físico que afecta los tejidos de la planta y altera el metabolismo fenólico. Yupanvgui (6) las enzimas son activadas al momento de la cosecha, por lo tanto, durante la maduración se producen cambios en la actividad enzimática que alteran las estructuras subcelulares.

ICBF (7) El banano común es una especie frutal, el fruto puede tener entre 80 a 120 gramos de peso. Este fruto se caracteriza por ser de forma curvilínea, color amarillo, sabor dulce, textura dura. Nutricionalmente es considerado un alimento altamente energético, con hidratos de carbono fácilmente asimilables, pero pobre en proteínas y lípidos. Los bananos tienen un considerable valor nutricional. Son conocidos por su alto contenido en carbohidratos, potasio y fósforo. El potasio, se encuentra en gran cantidad en este alimento, es un mineral importante para controlar el equilibrio electrolítico del cuerpo, también es esencial para la función muscular, la transmisión de impulsos

nerviosos y el buen funcionamiento del corazón y los riñones (8).

| alimento | cenizas | calorías | agua (g) | proteína | grasa | carbohidratos |
|----------------------------|---------|----------|----------|----------|-------|---------------|
| Banano común (pulpa) 100 g | 0,90 | 101 | 74,50 | 3,05 | 0,10 | 20,45 |

Tabla 1. Composición química del banano por 100 g de peso neto.

En el banano, como en la mayoría de las frutas y vegetales, el oscurecimiento enzimático es el resultado de la acción de la polifenoloxidasa (PPO). Un ejemplo son las o-quinonas producidas por la oxidación de compuestos fenólicos catalizados por esta enzima (9) (García C. , 2009).

Varios trabajos se han realizado sobre pardeamiento enzimático. Según, Gallegos (10) de tratamientos térmicos para controlar las reacciones de pardeamiento enzimático en productos de frutas y vegetales, debe estar acompañada por otros factores efectivos en el control de la actividad enzimática. Estos factores incluyen blanqueo, actividad de agua (Aw), pH, adición de aditivos durante el procesamiento y/o almacenamiento. (INIAP, 2014) (11) Usando presiones de 110Mpa, temperaturas de 70°C y tiempos de calentamiento de 25 minutos, se ha conseguido reducir significativamente la actividad de dos enzimas polifenoloxidasa y peroxidasa en preparados de pulpa de banano.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA.

La polifenol oxidasa (PPO) es una metaloenzima cuya actividad durante el procesamiento y envejecimiento de frutas y verduras, dos tipos de reacción con oxígeno molecular como oxidante: ortohidroxilación de monofenoles a orto-difenoles y posterior oxidación desde orto-difenoles a orto quinonas, estas especies son altamente reactivas e inestables, reaccionan con grupos aminos y tiol de aminoácidos libres y proteínas mediante mecanismo no enzimáticos o su reacción es covalente a otros compuestos fenólicos así forman varios pigmentos.

El plátano es un producto que contiene enzimas se expone rápidamente al pardeamiento enzimático durante la manipulación de este, lo que afecta y disminuye la calidad de comercio de la fruta. Este pardeamiento está causado por la actividad del polifenol oxidasa (PFO), una enzima que oxida y polimeriza los compuestos fenólicos, lo que conlleva al desarrollo de un color

El oscurecimiento o dorado es esencialmente la oxidación de sustratos fenólicos a quinonas y

puede catalizar dos tipos diferentes de reacciones: ortohidroxilación de monofenoles para producir odifenoles y oxidación de odifenoles para producir quinonas, siendo estas últimas moléculas de condensación muy reactivas, combinadas con amino o grupos de proteínas sulfhídrico y con azúcares reductores, por reacción no enzimática, dando lugar a polímeros marrones, rojizos y negros con gran peso molecular y de estructura desconocida, denominados melaninas.

El pardeamiento enzimático (Yupangui, 2016) (12) nos habla que es una reacción que provoca el deterioro de las características organolépticas de los productos, afecta su valor proteico e influye en las propiedades beneficiosas asociadas a los compuestos fenólicos, provocando grandes pérdidas económicas en la industria hortofrutícola. Esta enzima disminuye su actividad a valores de pH menores a 7, aumentando la acidez

La enzima polifenol oxidasa causa el deterioro en las características organolépticas de los productos, disminuye su valor proteico y afecta las propiedades benéficas asociadas a los compuestos fenólicos, causando grandes pérdidas económicas en la industria de frutas y vegetales.

Pérdida de nutrientes

Plátanos recién cosechados, aún verdes, contienen hasta un 80% de almidón. A medida que va madurando, el almidón se va convirtiendo en azúcar. En plátanos muy maduros puede llegar a contener tan solo un 1% de almidón, siendo el resto azúcares. El contenido de carbohidrato es predominante en el fruto verde, esta se encuentra entre 78,9% y 85.9%, muy superior a 40,67%. Es decir que los plátanos verdes recién recogidos tienen mayor a 80% de almidón que es un carbohidrato complejo bueno para la dieta y para plátanos maduros más azúcar y menos almidón, esto según (García & Lilia, 2022) (13).

(Ponce , 2018) (14) menciona el contenido de fibra que existe una amplia diferencia entre dos variedades de plátano, encontrándose en un rango de 1,6 a 3%, un valor superior a lo encontrado de 0.58%. Menciona

además que su ingesta diaria recomendada es de 25 g al día; esto incluye fibra soluble e insoluble.

El pH encontrado fue de 5,9 (García & Lilia, 2022) (13). (Ponce, 2018) (14) menciona que el incremento progresivo del pH está relacionado a la actividad bioquímica del fruto, esto debido a la respiración y la conversión de los azúcares más simples, perdiendo así su acidez y siendo más dulce.

(García & Lilia, 2022) (13) obtuvieron una acidez titulable de 0,20% entre 0,5 % a 1 % en plátano verde fresco, quien afirma que esto se incrementa durante la maduración del fruto, los ácidos orgánicos son respirados o convertidos en azúcares; por lo tanto, se incrementan los niveles de ácidos orgánicos. Además, el incremento de este ácido ocurre aceleradamente en el cambio de verde claro a amarillo intenso, proceso que está altamente relacionado con el sabor que toma el fruto durante la maduración (Quiceno, 2016) (15).

Pruebas fisicoquímicas a los 5 días de almacenamiento

Humedad: (García & Lilia, 2022) (13) observan que el empacado al vacío tiene menor humedad (60,28 %) que el empacado a la atmósfera (62,28%), lo que indica que la absorción de agua del medio circundante es mínima por lo tanto es posible su 22 conservación. Estos valores están dentro de los rangos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana que establece un rango de humedad para tubérculos procesados es de 50 a 60 %.

Los datos de humedad obtenidos en los análisis del banano de deshidratado se obtuvo 0,1885% lo que hizo que el producto fuera microbiológicamente estable durante los 30 días que se lo analizó. En este tiempo no se encontró crecimiento de mohos y levaduras ni de *E. coli* tal como lo establece la norma INEN 2996 en los requisitos microbiológicos. El análisis de humedad en ANOVA determinó que existen diferencias significativas entre el banano deshidratado y el banano fresco siendo estadísticamente diferentes.

pH: (García & Lilia, 2022) (13) obtuvieron datos estadística significativa en el tipo de empacado siendo el que tiene mayor pH el empacado al vacío y espesor de 10 mm con un valor de 6,03 y 5,94 que se asemeja a cero días de almacenamiento respectivamente con respecto a los tipos de antioxidante no existe diferencia significativa con las mezclas 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (2) que no varía estadísticamente de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (1) pero sí varían significativamente con el tratamiento sin antioxidante.

Prueba sensorial del plátano verde después de 5 días de almacenamiento

La norma INEN 2996 en los requisitos establece que las frutas deshidratadas deben tener un olor y color característico de la variedad además deben estar libres de olores extraños y trazas de olores procedentes del producto. Para verificar esto se procedió a realizar un análisis organoléptico del banano deshidratado con 500 ppm de ácido ascórbico como mejor tratamiento y el banano deshidratado sin tratamiento los cuales se codificaron con los números 6458 y 1430 respectivamente (Guamangallo, 2018) (16).

Sabor:

El sabor es la sensación recibida en estímulo provocado por sustancias químicas solubles sobre las papilas gustativas, estas nos informan sobre la magnitud y cualidad del producto evaluado es la característica que identifica y diferencia a un alimento y no el gusto, debido a que se requiere de olfato, vista y gusto para describir el alimento, puesto que si se presenta alguna anomalía en vista u olfato el evaluador podrá describir si el alimento es dulce, salado, ácido o amargo, más no podrá determinar correctamente de que alimento se trata (Flores, 2017) (17).

El que tiene mayor sabor el empacado al vacío con un valor de 4,36 puntos que corresponden según la escala hedónica a la calificación de gusta regular a gusta mucho, en lo que respecta al espesor el que tiene mayor puntaje es el de 10 mm con un valor de 4,01 puntos que corresponde a gusta regularmente y en los antioxidantes no hubo diferencia significativa entre las mezclas (1) y (2) pero sí con el tratamiento sin antioxidantes. sí varían con el tratamiento sin antioxidante, con valores de 3,98, 3,92 y 3,75 puntos respectivamente con un calificativo gustan regularmente, esto para (García & Lilia, 2022) (13).

Olor:

El olor son las sensaciones que se producen en el epitelio olfativo, localizado en la parte superior de la cavidad nasal, cuando es estimulado por determinadas sustancias químicas volátiles. El olor como atributo del producto tuvo resultados adecuados que están dentro de los parámetros normales para bocaditos de productos vegetales, demostrando así que el producto es apto para el consumo humano y que contó con la asepsia necesaria durante su preparación (Flores, 2017) (17).

El que tiene mejor olor el empacado al vacío con un

valor de 4,26 puntos que corresponden según la escala hedónica del a la calificación regular y mucho a plátano verde, en lo que respecta al espesor el que tiene mayor puntaje es el de 10 mm con un valor de 4,15 puntos que corresponde a regular a plátano verde, en los tipos de antioxidante hubo diferencia significativa entre las mezclas de antioxidantes con valores de 4,10, 3,95 y 3,84 puntos respectivamente con un calificativo que equivale a regular a plátano verde (García & Lilia, 2022) (13).

Color:

Según (Gallegos, 2013) (10), el color del fruto es un indicador del estado de maduración a lo largo de la postcosecha, durante la fritura el color de los productos es uno de los parámetros de calidad que más influyen en la aceptación de estos productos por el consumidor y se ve afectado por las condiciones del proceso, en especial por el tiempo, la temperatura del aceite, así como por las características del producto, tamaño y variedad.

(García & Lilia, 2022) (13) mencionan que el que tiene mejor color el empacado al vacío con un valor de 4,4 puntos que corresponden según la escala hedónica a la calificación comprendido entre blanco hueso débil y blanco hueso intenso, en lo que respecta al espesor el que tiene mayor puntaje es el de 10 mm con un valor de 4,25 puntos que corresponde a la calificación comprendida entre blanco hueso débil y blanco hueso intenso. Con la mezcla de los antioxidantes el mejor lo constituye en que corresponde a 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (2) que varía estadísticamente de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (1) y varía también con el tratamiento sin antioxidante con valores de 4,08, 3,98 y 3,86 puntos respectivamente con un calificativo que equivale a blanco hueso débil.

AGENTES ANTIOXIDANTES

Según (Quinceno & Giraldo, 2014) (18) El pardeamiento enzimático también se puede controlar mediante el uso de antioxidantes y agentes complejos capaces de formar complejos con sustratos de PPO o interactuar con los productos de reacción. La principal acción de los antioxidantes químicos es prevenir el pardeamiento reduciendo las o-quinonas a sus precursores los o-difenoles. Las investigaciones citan como principales antioxidantes al ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido eritórbito, ácido eláxico, nacetilcisteína, clorhidrato de cisteína y glutatión (Ponce, 2018) (14).

La solución 0,25% de ácido cítrico (Romero, 2008) (19)

controla de mejor manera el pardeamiento enzimático de la materia prima con relación a los otros inhibidores, el tiempo de inmersión de 10 minutos, resultado que tiene relación con experiencias en investigaciones anteriores de plátano.

El plátano durante el proceso de maduración tiene grandes cambios fisicoquímicos, como aumento en los sólidos solubles totales y la acidez titulable (ácido málico), aumentando el contenido de azúcares en el fruto, la concentración de almidones disminuye debido a la hidrólisis que sufren estos en el proceso de maduración, además de reducir el pH por la presencia de mayores concentraciones de ácido málico en la fruta.

El banano maduro (Flores, 2017) (18) tiene gran acogida en el mercado internacional por su aroma y sabor, cuyo peso aproximado es de 100 a 20 gramos según la variedad y que contiene del 60 ó 5% de pulpa comestible, constituyendo un alimento altamente energético, es bien tolerado por el organismo y ejerce una favorable acción sobre la flora intestinal, Cuando el valor de ángulo de matiz tiene un movimiento de amarillo-verde a anaranjado-rojo se puede atribuir al pardeamiento enzimático que ocurre en las rodajas de plátano, así como a la degradación de la clorofila y el incremento en el contenido de carotenoides (Yupanvgui, 2016) (6).

4. CONCLUSIONES

El pardeamiento enzimático del banano afecta la calidad nutricional, los estudios revisados han demostrado consistentemente que el proceso de pardeamiento enzimático tiene un impacto significativo en la composición nutricional del banano. Durante este proceso, se degradan nutrientes esenciales, como antioxidantes, los compuestos fenólicos, lo que disminuye el valor nutricional de la fruta.

El pardeamiento enzimático también se asocia con cambios en la apariencia y textura del banano. La fruta pasa de un color amarillo brillante a un tono marrón oscuro, lo que puede hacerla menos atractiva para los consumidores y, en última instancia, afectar su consumo.

La actividad de la enzima polifenol oxidasa es un factor clave en el proceso de pardeamiento enzimático del banano. Su presencia y actividad están fuertemente relacionadas con los cambios en la calidad nutricional y apariencia de la fruta.

Los estudios revisados también han explorado diferentes métodos para inhibir o retrasar el

pardeamiento enzimático en el banano. El uso de antioxidantes, como el ácido ascórbico (vitamina C), y tratamientos térmicos se han mostrado como opciones efectivas para preservar la calidad nutricional y apariencia de la fruta.

Importancia de futuras investigaciones: Aunque los estudios revisados proporcionan información valiosa, es evidente que se requiere una mayor investigación para comprender completamente los efectos del pardeamiento enzimático en la calidad nutricional del banano y su impacto en la dieta humana. Se necesita continuar investigando para desarrollar estrategias más efectivas de inhibición del pardeamiento y preservación de los nutrientes en el banano.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Oberto García-Mata^{1*}, M. F.-M.-S.-F.-E.-D. (2013). El mercado del plátano (*Musa paradisiaca*) en México, 1971-2017. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000400008#:~:text=El%20pl%C3%A1tano%20\(Musa%20paradisiaca\)%20es%20uno%20de%20los%20cultivos%20m%C3%A1s,la%20preparaci%C3%B3n%20de%20alimentos%2C%20genera](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000400008#:~:text=El%20pl%C3%A1tano%20(Musa%20paradisiaca)%20es%20uno%20de%20los%20cultivos%20m%C3%A1s,la%20preparaci%C3%B3n%20de%20alimentos%2C%20genera)
- Piedra, F. J. (2017). Control del pardeamiento enzimático en manzanas cortadas (Red delicious) mediante un sistema de envasado activo. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422017000200066
- Ordóñez-Santos, L. E. (2020). Caracterización por colorimetría de accesiones de plátano del Sistema de Bancos de Germoplasma en Colombia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1699/169965185001/html/#:~:text=El%20pardeamiento%20enzim%C3%A1tico%20es%20causado,Ullrich%20y%20Baik%2C%202004>
- Claudia L. GARCÍA W.1*, G. A. (2006). CINÉTICA ENZIMÁTICA DE LA POLIFENOL OXIDASA. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v13n2/v13n2a02.pdf>
- Rodríguez, G. (JUNIO de 2018). SCiELO. Obtenido de evaluación de parámetros fisicoquímicos en el proceso de fritura de banano osmodeshidratado: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000100015
- Yupanvgui, M. (agosto de 2016). UTMACH. Obtenido de Métodos utilizados para evitar el pardeamiento: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7588/1/yupangui.pdf>
- ICBF. (2010). potencia la vida. Obtenido de Tabla de Composición de Alimentos. Alimento: Banano común (*musa sapientum*): <https://www.icbf.gov.co/tablas-retencion-documental-trd-2005>
- Romero, J. (2008). Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de Efecto antagónico de *C. rugosa* sobre microorganismos contaminantes: <https://repositorio.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8650/tesis605.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, C. (OCTUBRE de 2009). Universidad de Antioquia. Obtenido de CINÉTICA ENZIMÁTICA DE LA POLIFENOL OXIDASA DEL BANANO: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v13n2/v13n2a02.pdf>
- Gallegos, S. (2013). Determinación de pruebas sensoriales a pardeamientos enzimáticos. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552011000100009&script=sci_arttext
- INIAP. (octubre de 2014). nutrición y calidad. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3916/1/iniapscP.S159i2002.pdf>
- Yupanvgui, M. (Agosto de 2016). UTMACH. Obtenido de MÉTODOS UTILIZADOS PARA EVITAR EL PARDEAMIENTO: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7588/1/yupangui.pdf>
- García, P., & Lilia, E. (2022). CAMBIOS FÍSICO-QUÍMICOS Y SENSORIALES DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE PLÁTANO INGUIRI (*Musa paradisiaca*) EN RODAJAS IMPREGNADAS CON SOLUCIONES. Obtenido de http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2311/TS_LEPG_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ponce, E. (2018). Investigación y desarrollo de nuevas alternativas alimenticias para el consumo humano, basadas en quinua, banano, plátano y maíz. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3916/1/iniapscP.S159i2002.pdf>
- Quiceno, J. (2016). EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL MÉTODO QUÍMICO (ERITORBATO DE SODIO), FÍSICO (ESCALDADO) Y EL PROCESO DE SECADO SOBRE EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO Y NO ENZIMÁTICO DE ORITOS. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6537/2/ARTICULO.pdf>
- Guamangallo, J. (2018). Trabajo de titulación. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51>

17. Flores, J. (2017). Revistas UTE. Obtenido de <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/135>
18. Quinceno, M., & Giraldo, G. (septiembre de 2014). CORE. Obtenido de Caracterización fisicoquímica del plátano (Musa: <https://core.ac.uk/download/pdf/268087837.pdf>)
19. Romero, J. (2008). Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de Efecto antagónico de *C. rugosa* sobre microorganismos contaminantes: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8650/tesis605.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CARATERIZACIÓN DE TRES VARIEDADES DE FRUTA DE NOPAL EN EL CANTÓN GUANO

CHARACTERIZATION OF THREE VARIETIES OF NOPAL FRUIT IN THE GUANO CANTON

| | | |
|----|--|-----------------------------|
| iD | ¹ Condo Plaza Luis Alfonso* | lac_plaza@yahoo.com |
| iD | ² Erazo Lara Alex Estuardo | alex.erazol@esPOCH.edu.ec |
| iD | ³ Oñate Bastidas Blanca Alexandra | blanca.oniate@esPOCH.edu.ec |
| iD | ⁴ Angel Flores | angel.flores@esPOCH.edu.ec |

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo· Facultad de Ciencias Pecuarias· sede Morona Santiago· Macas· Ecuador·

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo· Facultad de Ciencias Pecuarias· sede Morona Santiago· Macas· Ecuador·

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo· Facultad de Administración de Empresas· sede Morona Santiago· Macas· Ecuador·

⁴ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo· Facultad de Informática y Electrónica· sede Morona Santiago· Macas· Ecuador·

E-mail: * luis.condop@esPOCH.edu.ec, lac_plaza@yahoo.com

RESUMEN

Resumen: La caracterización de tres variedades de fruta de nopal oriundas del cantón Guano se realizó en el laboratorio de química de la ESPOCH sede Morona Santiago, para lo cual se analizaron 20 frutos de cada variedad dándonos un total de 60 unidades experimentales cuyos resultados físico químico se analizó mediante en modelo lineal aditivo $Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$ donde: Y_{ij} : es el valor estimado de la variable; u : es la media general, T_i : es el efecto producido por las variedades de nopal y E_{ij} es el efecto de la aleatorización, las variables respuestas se obtuvieron previo a la manipulación de las frutas de nopal considerando las normas de laboratorio y de las técnicas y procedimientos que permiten llegar a los resultados confiables. Así podemos manifestar que la variedad amarilla y roja registraron los más altos indicadores de largo y ancho, mientras que el pericarpio, cantidad de semillas y peso de las semillas fue superior la variedad amarilla con relación a las variedades blanca y roja. Y se puede señalar que el peso del fruto de la cáscara en las tres variedades fue similares. De esta manera se concluye que si se desea frutos con mayor peso se debe cultivar la variedad blanca o roja mientras que si se desea mayor cantidad de semillas es la variedad blanca.

Palabras clave: tuna, pericarpio, variedades, nopal, semillas.

ABSTRACT:

Summary: The characterization of three varieties of cactus fruit native to the Guano canton was carried out in the chemistry laboratory of the ESPOCH headquarters in Morona Santiago, for which 20 fruits of each variety were analyzed, giving us a total of 60 experimental units whose physical and chemical results it was analyzed using the additive linear model $Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$ where: Y_{ij} : is the estimated value of the variable; u : is the general mean, T_i : is the effect produced by the nopal varieties and E_{ij} : is the effect of randomization, the response variables were obtained prior to the manipulation of the nopal fruits considering the laboratory standards and techniques. And procedures that allow reliable results to be achieved. Thus we can state that the yellow and red varieties recorded the highest length and width indicators, while the pericarp, number of seeds and seed weight were higher for the yellow variety in relation to the white and red varieties. And it can be noted that the weight of the shell fruit in the three varieties was similar. In this way, it is concluded that if you want heavier fruits, you should grow the white or red variety, while if you want a greater amount of seeds, use the white variety.

Keywords: prickly pear, pericarp, varieties, nopal, seeds.

1. INTRODUCCIÓN

La *Opuntia ficus-indica* pertenece al género *Opuntia* de las cactáceas, se cultiva con la finalidad de aprovechar sus frutos para el consumo humano, esta planta se caracteriza por ser arbustiva que alcanza hasta 4 metros de altura, su sistema radicular fasciculado y superficial que alcanza hasta 80 cm de profundidad, esta especie proviene de una reproducción sexual y/o asexual (1), estas características propicia el aprovechamiento de las lluvias en las zonas áridas (2), a los tallos se les conoce como cladodios que son suculentos modificados, los cuales cumplen con la función de fotosíntesis, su forma es alargada y ovoide que alcanzan longitudes de 60 – 70 cm, los mismos que poseen yemas axilares en forma de areolas con espinas conocidas como gloquidios. Los nuevos cladodio son pequeñas hojas verdaderas suculenta que a los 15 días se forman espinas esclerificadas (1) que con el tiempo se transforman en tallos leñosos de color blanquecino grisáceo, la fotosíntesis es de tipo CAM donde los estomas se abren por la noche para eliminar dióxido de carbono (CO₂) y durante el día cierran para evitar pérdida de agua. Las flores que tiene la tuna son sésiles y hermafroditas, nacen en los bordes de los cladodios, los sépalos son pequeños, los pétalos ovoides de color que va de amarillento a rojo (3), posee más de 400 estambres con estambres con anteras que producen gran cantidad de polen que se encuentran en el receptáculo. El fruto es una falsa baya ovoide con epidermis semejante a la del cladodio con una gran cantidad de gloquidios.

El color de la fruta de la tuna, se debe a la presencia de pigmentos conocido como carotenoides y betalaínas que varía desde rojo-púrpura hasta amarillo pálido, esta característica hace atractiva para el consumo en estado fresco y para producir diversos productos derivados (4; 5). El consumidor que demanda esta fruta dan especial atención al valor nutricional de los productos hortícolas, particularidad que ha propiciado una tendencia de producir alimentos de alta calidad nutritiva, (6) debido a que en su estructura posee antioxidantes tales como polifenoles, ácido ascórbico y pigmentos como los carotenoides y betalaínas.

Se conoce que el consumo de frutas y verduras de nopal puede reducir el riesgo a padecer de cáncer y otras enfermedades cardiovasculares, por lo que se considera compuesto antioxidante que pueden proteger la presencia de enfermedades crónicas (7). La industria considera que se debe incluir en los alimentos como antioxidantes naturales de tejidos vegetales en vez de utilizar colorantes sintéticos (8). En la *Opuntia*, los pigmentos únicamente se encuentran en los frutos tanto las betalaínas como los carotenoides.

El fruto de tuna no es climatérico de forma ovoide, la longitud promedio es de 6 cm y su de ancho 4 cm, se determina un sabor que propicia una sensación de fresco, además posee solidos solubles (6). El crecimiento de las semillas ocurre 70 días después de la antesis cuya longitud es de 0,45 cm y 0,35 cm de ancho su forma es ovoide con testa lignificada (3) cuya cantidad varia y está en función de los eco tipos (9), basados en esta premisa, la presente investigación plantea la hipótesis de que las características de la fruta de nopal están influenciadas por las variedades de nopal.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización de la fruta del nopal se desarrolló en el laboratorio de química de la ESPOCH sede Morona Santiago, para lo cual se dispuso de 60 frutas de las tres variedades de tuna (amarilla, blanca y roja) obtenidas del cultivo de nopal del cantón Guano ubicado a 2780 m.s.n.m, en la cual se registra una temperatura promedio de 12 °C, una humedad relativa de 60 % y una precipitación de 500 mm anuales (10).

El suelo en la cual producen el nopal como fruto para el consumo y comercialización es arenoso, suelto con una estructura granular con una topografía inclinada y ondulada a 35° aproximadamente. Conociendo que los nopales se adaptan perfectamente a condiciones secas, por lo que pudieron establecer fácilmente y naturalizarse en las zonas áridas del Ecuador los mismos que fueron introducidos en Sudamérica por los conquistadores españoles inicialmente a Bolivia (11). Los nopales se naturalizaron y dispersaron inmediatamente en muchas regiones convirtiéndose en plantas invasivas amenazando la biodiversidad nativa y la tierra para uso agrícola (12; 13). Hoy en la actualidad se conoce que el nopal se ha naturalizado en 26 países fuera de su hábitat nativo (14).

El fruto de nopal fue recogido con precaución, de diferentes cladodios en algunos cultivos seleccionados al azar de 10 agricultores que forman parte de los productores pequeños quienes están siempre dispuestos a colaborar con los estudios de esta especie vegetal (15).

Una vez tomada la muestra de las tres variedades de nopal, los frutos fueron transportados cuidadosamente en embalajes adecuados al laboratorio de química de la ESPOCH sede Morona Santiago donde se procedió con el siguiente procedimiento: se midió la longitud, el ancho, se tomó el peso, se contó la cantidad de semillas, se midió el pericarpio, el mesocarpio, se pesó la cascará, de la misma manera se analizó a la semilla

midiendo el largo y ancho y su respectivo peso además se determinó la materia seca, la humedad, materia orgánica, cenizas, azúcares y la densidad de la cáscara, la pulpa y la semilla (16).

Los resultados del trabajo de investigación fueron sometidos a la tabulación en forma ordenada, propiciando aplicar el modelo lineal aditivo para un Diseño Completamente al Azar donde $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$ (1) y la separación de medias según Tukey ($p > 0,05$) debido a que su coeficiente de variación estuvo dentro de los parámetros aceptables.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El largo del fruto de tuna de la variedad amarilla y roja fue de $69,90 \pm 5,84$ y $70,23 \pm 9,87$ cm respectivamente, valores que difieren significativamente ($p < 0,01$) de la tuna blanca cuya longitud fue $61,40 \pm 5,86$ mm (tabla 1), esto quizá se deba a la genética de la variedad o a la calidad de los suelos en los cuales se encuentran establecidos los cultivos en mención. En Chile en promedio las diferentes variedades de tuna registran una longitud de 7,44 cm (17), siendo la más alta la variedad Verde, Salmón, Naranja, Morada y Mexicana con relación al presente estudio, mientras que las variedades Gold, Beterraga y Baby son inferiores a las encontradas en

el presente estudio, esta diferencia quizá se deba a las condiciones climáticas y disponibilidad de nutrientes en el suelo y manejo de fertilización en los cultivos, además del efecto genético de las variedades.

En lo relacionado al ancho del fruto de tuna las variedades amarilla y roja registraron $43,65 \pm 4,16$ y $47,56 \pm 10,49$ mm respectivamente diferenciándose significativamente ($p < 0,01$) de la variedad blanca con la cual se alcanzó $29,20 \pm 4,05$ mm, lo que significa que la variedad blanca de los productores de tuna de Guano es la más pequeña esto quizá se debe a la calidad de los suelos o a su vez a otros factores ambientales puesto que en el sector prácticamente no realizan control sanitario alguno. Al caracterizar el fruto en las diferentes variedades de tuna en Chile se encontró una anchura promedio de 5,24 cm (17), siendo superiores las variedades Verde, Salmon, Roja, Naranja, Morada, Mexicana, Gold y Beterraga, mientras que la variedad Baby fue inferior similar a la variedad blanca en el presente trabajo; por otro lado se debe manifestar que la tuna en Chile tiene una forma más redonda, principalmente la Beterraga puesto que el largo (6,59 cm) tiene una mínima diferencia con relación al ancho (6,16 cm). Esta particularidad se debe principalmente al efecto genético.

| Variables | Variedades de tuna | | | Prob. | E. E. |
|---------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-------|-------|
| | Amarilla | Blanca | Roja | | |
| Largo (mm) | $69,90 \pm 5,84^a$ | $61,40 \pm 5,86^b$ | $70,23 \pm 9,87^a$ | 0,001 | 1,65 |
| Ancho (mm) | $43,65 \pm 4,16^a$ | $29,20 \pm 4,05^b$ | $47,56 \pm 10,49^a$ | 0,000 | 1,43 |
| Peso (g) | $84,56 \pm 8,46^a$ | $87,01 \pm 8,89^a$ | $87,19 \pm 20,01^a$ | 0,755 | 2,75 |
| Pericarpio (mm) | $6,40 \pm 2,11^a$ | $5,85 \pm 0,88^b$ | $3,52 \pm 2,55^c$ | 0,000 | 0,49 |
| Mesocarpio (mm) | $12,40 \pm 4,19^a$ | $15,60 \pm 5,18^a$ | $12,60 \pm 5,11^a$ | 0,078 | 1,09 |
| Peso de la cáscara (g) | $45,39 \pm 7,25^a$ | $46,99 \pm 6,92^a$ | $51,98 \pm 13,60^a$ | 0,061 | 1,98 |
| Cantidad de semillas | $354,05 \pm 72,47^a$ | $338,63 \pm 46,25^a^b$ | $299,95 \pm 73,46^b$ | 0,047 | 15,30 |
| Largo semilla (mm) | $4,29 \pm 0,65^b$ | $4,85 \pm 0,75^a$ | $4,83 \pm 1,12^a$ | 0,000 | 0,42 |
| Ancho semilla (mm) | $2,61 \pm 2,92^b$ | $3,40 \pm 0,50^a$ | $2,54 \pm 0,87^b$ | 0,000 | 0,18 |
| Peso de las semillas (mg) | $26,30 \pm 6,25^a$ | $13,58 \pm 3,18^b$ | $11,73 \pm 2,49^b$ | 0,000 | 1,02 |

Letras iguales horizontalmente no difieren significativamente según Tukey ($p > 0,05$).

Tabla 2. Resultado de los tratamientos aplicado al cultivo de arroz.

El peso del fruto de tuna de las variedades amarilla, blanca y roja fueron $84,56 \pm 8,46$, $87,01 \pm 8,89$ y $87,19 \pm 20,01$ g, valores entre los cuales no difieren significativamente ($p > 0,05$) lo que significa que la longitud y ancho de la fruta no influye en el peso y posiblemente se deba a otros caracteres como la presencia de elementos minerales o disponibilidad de agua en el fruto. En Chile el peso promedio de

las diferentes variedades de tuna fue de 121 g (17), siendo prácticamente superior a los encontrados en el presente trabajo y únicamente la variedad Baby es inferior (31,37 g) al registrado en el presente trabajo, debiéndose principalmente a la variedad genética por un lado y al manejo de los cultivos con fertilización en función de los requerimientos nutricionales de la planta.

Según (18) el peso de la tuna se debe a la cantidad de nutrientes que tiene en su estructura tanto en la cáscara, pulpa y semillas, determinándose que posee de 9,45 – 10,39 % de carbohidratos, de 0,51 – 1,13 % de proteína, de 0,17 – 0,26 % de grasa, de 3,14 – 4,97 % de fibra, de 34,09 – 37,39 mg/100 g de calcio, de 20,82 – 23,62 % de fósforo, de 42,19 – 46,14 kcal/100 g de energía de 79,08 – 79,48 % de agua, de 0,34 – 0,88 % de cenizas, de 18,83 a 23,29 °Brix de azúcares simples, de 6,40 a 7,91 µg/100 g de vitamina A, de 15,72 a 18,16 mg/100 g de vitamina C, elementos que según el método gravimétrico influye para disponer de una unidad de medida como el peso del fruto de tuna.

El contenido de carbohidratos en las especies vegetales se considera uno de los principales nutrientes de la alimentación. Por lo que este análisis verifica que la variedad de tuna roja registra mayor contenido de hidratos de carbono en un 10,40 %, la variedad naranja un 9,56%, y en menor proporción la variedad blanca con el 9,51 % (19 y 20).

El contenido de proteína obtenida a través del método kjendhal, registra mayor cantidad de proteína en la variedad blanca (1,13 %) en comparación de la variedad roja que fue de 0,66 % y en menor proporción la variedad la naranja (0,51 %). Si se considera importante el contenido de dietas en la alimentación del ser humano se recomienda utilizar la variedad blanca que será de mucha ayuda en la alimentación (21).

El método de Barshal, permite registrar que el contenido de grasa en la variedad blanca fue de 0,17 % y en la variedad roja y naranja 0,22 % y 0,26 % respectivamente (Paucara Condori, 2017).

La hidrólisis ácido base que permite medir en contenido de fibra en la variedad roja registró 4,97 %, en la variedad blanco 3,63 % y la variedad anaranjada fue de 3,14 % (22).

El mineral de mayor importancia para el bienestar del organismo y útil para la plata, lo cual el fruto de la tuna obtuvo en la variedad naranja fue de 39,59 mg/100G de calcio, seguida de la variedad rojo con el 37,39 mg/100 g y el contenido de calcio en la variedad blanca fue 34,09 mg/100. Por lo que se puede señalar que la tuna variedad naranja es la más propicia para problemas de hipocalcemia (20).

El contenido de Fósforo que conjuga perfectamente con el Calcio es de importancia en la dieta de animales y vegetales, según los datos obtenidos en las investigaciones el fruto de la variedad roja es el de mayor proporción con el 23,62 mg/100g, seguida de la

variedad naranja con el 22,17 mg/100g y la variedad blanco con el 20,82 mg/100 gramos (20).

El pericarpio de la cáscara de la tuna de la variedad amarilla fue de 6,40±2,11 mm, valor que difiere significativamente ($p<0,01$) de las variedades blanca y roja con las cuales se alcanzaron valores de 5,85±0,88 y 3,52±2,55 mm, determinándose que la tuna variedad roja tiene un pericarpio más fino con relación a la amarilla y blanca, determinándose posiblemente mayor rendimiento productivo.

En lo relacionado al mesocarpio del fruto de tuna amarilla, blanca y roja se registraron valores de 12,40±4,19, 15,60±5,18 y 12,60±5,11 mm, valores entre los cuales no difieren significativamente ($p>0,05$) aunque se puede observar una ligera superioridad de la variedad blanca frente a la variedad blanca y roja.

El peso de la cáscara de la tuna variedad amarilla, blanca y roja fue 45,39±7,25, 46,99±6,92 y 51,98±13,60 valores entre los cuales comparten significancia, aunque numéricamente la variedad roja es más pesada, esto posiblemente se deba a la disponibilidad de mayor contenido de agua e su estructura y otros elementos que absorbe través de las raíces.

En la tuna variedad amarilla se encontró 354,05±72,47 valor que difiere significativamente ($p<0,05$) de las variedades blanca y roja en las cuales se encontró 338,63±46,25 y 299,95±73,46 semillas por fruto, esto posiblemente se deba a la variedad genética. En las diferentes variedades de tuna en Chile se encontró un promedio de 260 semillas por fruto (17) siendo inferiores a los registrados en el presente trabajo principalmente de la variedad Baby que apenas registra 99 semillas por fruto, como se señala en las diferentes variables, esto quizá se deba a la variabilidad genética de la Tuna.

La mayor longitud de la semilla de tuna fue 4,85±0,75 y 4,83±1,12 mm que corresponde a la variedad blanca y roja, las cuales difieren significativamente de las variedades amarilla con la cual se registró 4,29±0,65 mm, esto quizá se deba a las características que están definidas por las variedades de tuna. En Chile las diferentes variedades de tuna registro una longitud de la semilla de 3,61 mm (17), aunque se puede mencionar que las variedades Roja, Naranja Morada y Mexicana son superiores a 4 mm, mientras que las semillas más pequeñas corresponden a las variedades Beterraga y baby las que hacen que el promedio sea bajo.

En ancho de las semillas de la tuna de las variedades amarilla y roja fueron 2,61±2,92 y 2,54±0,87

mm respectivamente, valores que difieren significativamente ($p < 0,01$) de la variedad blanca con la cual se registró $3,40 \pm 0,50$ mm, esto quizá se deba al efecto genético de las variedades de tuna. En los cultivares de las diferentes variedades de Tuna en Chile se determinó un ancho de tuna de 1,30 mm (17), siendo inferior al registrado en el presente estudio, debiendo señalar que no siempre el tamaño de la semilla representa por el tamaño del fruto.

El peso de la semilla de tuna variedad amarilla fue de $26,30 \pm 6,25$ mg valor que difiere significativamente ($p < 0,05$) de las variedades blanca y roja con las cuales se alcanzó $13,58 \pm 3,18$ y $11,73 \pm 2,49$ mg señalándose que la semilla de las tuna variedad amarilla es superior en su peso, esto quizá se deba al efecto genético de la variedad de tuna. Estas semillas tienen un alto poder germinativo aunque la desventaja es que el crecimiento y desarrollo del nopal es muy lento, razón por la cual únicamente se utiliza una propagación vegetativa (23).

4. CONCLUSIONES

La tuna de la variedad blanca y roja tienen una longitud y anchura superior a la variedad blanca en los cultivares de Guano, aunque esa característica no hace diferente en el peso del fruto.

El peso de la cáscara de la tuna de las variedades amarilla, blanca y roja fue de $45,39 \pm 7,25$, $46,99 \pm 6,92$ y $51,98 \pm 13,60$ g valores entre los cuales no difieren estadísticamente, sin embargo se puede observar que el pericarpio de la variedad roja es más delgada con relación a la blanca y esta inferior de la variedad amarilla.

La cantidad de semilla, el peso de la semilla y el ancho de la semilla de la tuna variedad amarilla es superior estadísticamente a las variedades blanca y roja, mientras que en ancho es inferior.

5. AGRADECIMIENTOS

Los investigadores del proyecto Alex Erazo Lara, Ing. Ángel Flores Orozco Mg. Ing. Luis Condo Plaza PhD & Ab. Blanca Oñate Bastidas investigadores de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) sede Morona Santiago han contribuido de alguna manera en la investigación y redacción del texto, ya sea mediante financiación, aportación de conocimientos o actividad investigadora.

6. CONFLICTO DE INTERESES

Indicar que no existen intereses particulares por parte de los autores o de la entidad científica que pudiesen

afectar directa o indirectamente a los resultados.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Sudzuki et al, 1993. El cultivo de tuna (Cactus pear). Universidad de Chile. Edit. Primera primera Edición - Ed. Santiago 88p.
2. Frank, 2010. Perspectivas de la tecnificación del cultivo de Tuna. Región de Arica y parinacota: INIA URURI. 6p.
3. Reyes-Agüero et al, 2006. Reproductive biology of opuntia. A review Journal of Arid Environment. 36 P.
4. Gurrieri S., L. Miceli, C. M. Lanza, F. Tomaselli, R. Bonomo, and E. Rizzarelli. 2000. Chemical characterization of sicilian prickly pear (*Opuntia ficus indica*) and perspectives for the storage of its juice. J. Agric. Food Chem. 48: 5424-5431.
5. Sáenz, C. (ed.) 2006. Utilización agroindustrial del nopal. Boletín del Servicio Agrícola de la FAO 162. 186 p.
6. Cevallos-Casals, B., and L. Cisneros-Zevallos. 2004. Stability of anthocyanin-based aqueous extracts of andean purple corn and red-fleshed sweet potato compared to synthetic and natural colorants. Food Chem. 86: 69.
7. Urquiaga I., U. Urzúa y F. Leighton. 1999. Antioxidantes Naturales. Impacto en la Salud. 8° Congreso Latinoamericano de Grasas y Aceites
8. Weller, T. A., and L. L. Lasure. 1982. Betalains in beet root tissue culture. J. Food Sci. 47(1): 162-163.
9. Reynolds, S., y Jiménez E., (2003), "El nopal (*Opuntia* spp.) como forraje. Estudio FAO producción y protección vegetal", México ,169 p.
10. SENAMHI (Servicio Nacional De Meteorología E Hidrología), 2017. Boletines agro meteorológicos decenales (Altiplano, Amazonia, Chaco y Valles). <https://www.senamhi.gob.bo/altiplano.php>.
11. Hoffmann, J.H., Impson, F.A.C. & Volchansky, C.R. 2002. Biological control of cactus weeds: Implications of hybridization between control agent biotypes. J. Appl. Ecol., 39: 900-908.
12. Brutsch, M.O & Zimmermann, H.G. 1993. The prickly pear (*Opuntia ficus-indica*, Cactaceae) in South Africa: Utilization of the naturalized weed, and of the cultivated plants. Econ. Bot., 47(2): 154-156.
13. Barbera, G. & Inglese, P. 1993. La coltura del fico-dindia. Bologna, Italy, Edagricole.

- 14 Novoa, A., Le Roux, J.J., Robertson, M.P., Wilson, J.R.U. & Richardson, D.M. 2014. Introduced and invasive cactus species: a global review. *AoB Plants*, 1-14
- 15 Kerlinger, F. N. y Lee, H. B., 2002. Investigación del comportamiento: métodos de investigación las ciencias sociales, México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- 16 Hernández S. R., Fernández C., Bautista P. L., 2014. Metodología de la Investigación. Ed. McGraw-Hill. México. 634 p.
- 17 Espinoza franco (2017). Caracterización de las semillas de diferentes accesiones de tunas *Opuntia ficus indica* (L) Mill en relación a su ploidía y Apomixis Escuela de Posgrado Facultad de Ciencias Agronomicas Universidad de Chile.
- 18 Carla Maribel Paucara Condori y Carmen Rosa Del Castillo Gutierrez 2021. Caracterización física y química de la tuna (*Opuntia ficus indica*) en el municipio de Luribay, La Paz - Bolivia. *Agro-Vet v.5 n.1 La Paz jun. versión On-line ISSN 2523-2037*.
- 19 CEREZAL, P., DUARTE, G., (2022), "Algunas características de tunas (*Opuntia ficus indica* (L.) Miller) cosechadas en el altiplano andino de la 2da Región de Chile", Recuperado de <http://www.jpacd.org>
- 20 Paucara Condori, 2017. Caracterización física y química de la tuna (*Opuntia ficus indica*) en el municipio de Luribay provincia Loayza del departamento de la Paz. Tesis de grado. Carrera de ing. Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor San Andrés. Bolivia.
- 21 FLORES-VALDEZ, C., (2003), "Importancia del nopal". 1ª Ed. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM, México, pp 1-18
- 22 LARCHER A, (2003), "El Agua en las Plantas. Manual de Prácticas de Fisiología Vegetal", Ed. Trillas, México, pp. 69-73
- 23 Castro Juan, Paredes César y Muñoz Dasio, 2009. Cultivo de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) Trujillo - Perú. Gerencia regional La Libertad 1-35 pp.

LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL MEDIANTE EL RECICLAJE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

ENVIRONMENTAL CONSERVATION THROUGH RECYCLING A DIDACTIC STRATEGY

| | | |
|---|---|----------------------------------|
|  | ^{1,1} Shirley Elizabeth Izurieta Romero* | shirley.izurieta@unach.edu.ec |
|  | ^{1,2} Nelly Johanna Amancha Sarabia | johanna.amanchasarabia@gmail.com |
|  | ^{1,3} David Israel Taipe Cantuña | davidisraeltaipe@gmail.com |
|  | ^{1,4} Lorena Patricia Flores Luna | lp93fl@hotmail.com |

¹Investigador Independiente

E-mail: * shirley.izurieta@unach.edu.ec

RESUMEN

Esta investigación desarrolló una estrategia didáctica conformada por encuestas con el fin de construir el conocimiento a los estudiantes universitarios, sobre la importancia de ejecutar buenas prácticas en beneficio del ambiente como el reciclaje, donde se logró identificar que los alumnos conocían sobre el tema indicado; las buenas acciones con respecto al cuidado del ambiente tales como la inadecuada disposición de los residuos en el medio ambiente, la poca conciencia por el cuidado de los recursos naturales como el agua y la biodiversidad. Se propuso crear e implementar una estrategia didáctica basada en el reciclaje, por medio de la cual, se logró motivar a los jóvenes a aprender a cuidar el ambiente y a utilizar su creatividad para crear nuevos utensilios y objetos de uso diario a partir de los desechos reutilizados.

Palabras clave: reciclaje; estrategia didáctica; conservación ambiental.

ABSTRACT:

This research developed a teaching strategy made up of surveys in order to build knowledge among university students about the importance of executing good practices for the benefit of the environment such as recycling, where it was possible to identify that the students knew about the indicated topic; good actions regarding the care of the environment such as the inadequate disposal of waste in the environment, the little awareness for the care of natural resources such as water and biodiversity. It was proposed to create and implement a teaching strategy based on recycling, through which it was possible to motivate young people

to learn to take care of the environment and to use their creativity to create new utensils and objects for daily use from reused waste.

Keywords: *Environmental education, recycling, didactics, waste management, natural resources.*

1. INTRODUCCIÓN

La conservación del ambiente es el uso adecuado y sostenible de los recursos naturales y el contexto que circunda al hombre, permite promover el crecimiento y desarrollo a través del cuidado de los recursos naturales, así como la correcta manipulación de los materiales descartables, a fines de sustentar el crecimiento económico y social que se desea para nuestra generación (1).

Los procesos educativos como herramienta fundamental para el logro de cambios de actitud y comportamiento en la sociedad, brindan la oportunidad de abordar desde diversas perspectivas los problemas ambientales, involucrándose a través del desarrollo de contenidos insurreccionales, programas y proyectos, en los que los alumnos de manera vivencial intervienen en sus contextos generando cambios significativos (2).

Las primeras acciones relacionadas a la necesidad de implementar la educación ambiental como estrategia para el cuidado y preservación del ambiente, surgen en la década de los setenta del siglo XX, con la conferencia de Estocolmo, efectuada con el auspicio de la Organización de la Naciones Unidas, en Estocolmo Suecia 1972.

Fundamentándose esta conferencia, en la necesidad de generar una visión y principios comunes para inspirar y guiar a los pueblos del mundo, en la preservación y mejora del medio ambiente humano. En referencia a ello, La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (1972), concretó en su principio 19: Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio en toda su dimensión humana (3).

Estos planteamientos permiten reflexionar, que el rápido crecimiento poblacional y la generación de residuos sólidos, como materiales, sustancias. El Reciclaje como Estrategia Didáctica para la Conservación Ambiental. (Proyecto en Ejecución) y objetos descartados por la actividad del ser humano o generado por la naturaleza, se transforman en indeseables convirtiéndose en una dificultad que debe ser atendida con urgencia en virtud de la problemática que genera tanto a los seres humanos como al propio ambiente (3).

De allí, que esta situación se ha venido agudizando en las últimas décadas, debido a que la basura es depositada al aire libre y quemada sin control, ocasionando graves daños como: contaminación al ambiente, y al mismo tiempo pone en peligro la salud de los seres humanos, es por eso que surgen diversas alternativas como la de clasificar los residuos sólidos, de manera que puedan ser nuevamente utilizados como materia prima (4).

El retiro de estos materiales reutilizables o reciclables, disminuye la cantidad de los residuos, lo cual resulta en beneficio para el ambiente. Por lo que, llama a la reflexión que algunos países como Brasil y Estados Unidos, han establecido ordenanzas para regular el manejo de los residuos sólidos para poderla reciclar y así contribuir al cuidado del equilibrio de la naturaleza y en el ambiente, lo que contribuye a evitar la contaminación, además que puede llegar a ser una fuente propia de ingreso a las comunidades que reciclen la basura (5).

Es por ello, particularmente en nuestro sector, resulta urgente promover proyectos ambientalistas tales como: usar los colores en los depósitos de basura para la clasificación del cartón, vidrios, plástico, latas, destinados al manejo adecuado de los residuos sólidos. Esta situación se agrava, debido a las deficiencias en los procesos de recolección y clasificación, todo esto pasa en virtud de la poca cultura para el proceso del reciclaje por parte de los estudiantes, padres,

representantes y comunidad (6).

Por lo antes planteado, la educación debe tener como objetivo fundamental proporcionar al ser humano los conocimientos básicos que sirvan de soporte para contribuir con el bienestar ambiental y social del país. Es importante que las nuevas generaciones crezcan con una correcta conciencia ecológica que en definitiva repercutirá en nosotros mismos.

Para ello es necesario que el educador se fortalezca en herramientas para crear, asimilar y facilitar a los estudiante, docentes, padres, representantes y comunidad, estrategias que permitan interactuar con su entorno con la convicción de hacer un esfuerzo para generar el cambio necesario para crear la cultura de cuidado del ambiente. En ese orden de ideas, la escuela es un factor fundamental y debe participar en los procesos de cambios sociales que están enmarcados hacia una vida saludable (7).

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando, las autoridades del sector deben ser los modelos y agentes de cambio en las comunidades o sectores, por lo que tienen que permanecer atentos a las realidades, para que puedan enseñar a sus padres, representantes y comunidad a la conservación del ambiente (8).

El ambiente, es el entorno donde los seres vivos interactúan con factores abióticos como el aire, el agua y el suelo, entre otros: “el ambiente (al que también llamamos medio ambiente) son todos aquellos factores que nos rodean (vivos y no vivos) que afectan directamente a los organismos (como nosotros)” (9).

En la actualidad, el ambiente presenta alteraciones considerables de origen antrópico, esta situación se conoce como deterioro ambiental. Según la corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR), la degradación del deterioro ambiental se refiere a “Procesos inducidos por acciones y actividades humanas que dañan la base de recursos naturales o que afectan de manera adversa procesos naturales y ecosistemas, reduciendo su calidad y productividad”(10).

Debido a esto, en varios países del mundo se muestran varias problemáticas ambientales como el inadecuado manejo de los residuos, la contaminación del agua y la pérdida de fauna y flora.

Reciclaje

El reciclaje, es un proceso en el que los seres humanos

optan por convertir desechos en otras cosas que pueden servir para uso diario. Gracias al reciclaje se reduce el consumo de materia prima, además de reducir el uso de energía, la contaminación del aire y del agua. “El reciclaje es un proceso que consiste en someter de nuevo una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total para obtener una materia prima y a su vez una posibilidad de elaborar un nuevo producto”(10). Es así, que el reciclaje es la acción de convertir materiales de desechos en otros productos. De este modo se contribuye al cuidado del ambiente ya que se reduce la acumulación de residuos sólidos que hay en el planeta. Los materiales que se podrían reciclar son: plástico, vidrio, cartón, aluminio, entre otros (11).

El reciclaje, es de gran importancia ya que ayuda a tomar conciencia de las comunidades de las cosas que tienen y cuidar cada parte del ecosistema, evitando así, la contaminación en el agua, el aire, los bosques y el océano.

Materiales a reciclar

Según la Cooperativa Multiactiva de Recicladores de Medellín (RECIMED, 2016) define que los materiales susceptibles a ser reciclados, son aquellos que se pueden utilizar de nuevo tras su uso principal con lo que es posible crear nuevos materiales para transformarlos, entre ellos encontramos lo siguientes:

Papel y cartón: pueden ser aprovechables el papel de los cuadernos, el periódico, los documentos de oficina, cajas y empaques de cartón, carpetas, plegables, afiches, cajas de tetrapack. Estos deben estar sin sustancias extrañas que los contamine como grasa, agua, residuos de alimentos, metalizados y plásticos.

Plásticos: botella de gaseosa, agua, embaces de champú, vasos de yogures, tapas, bolsas de detergente y botellas de productos de limpieza, tuberías, entre otros.

Vidrio: botellas, frascos, vasos, floreros y todos aquellos elementos de vidrio que no tengan otros recubrimientos.

Metal: los envases de lata de los alimentos y bebidas, aluminio, hierro y cobre pero que estén libres de recubrimientos o sustancias.

Estrategia didáctica

La estrategia didáctica es un conjunto de acciones planificadas por un docente con el objetivo de que

el estudiante logre la construcción del aprendizaje. Sánchez (2013) la define como un proceso, herramientas y secuencia de acciones o actividades para facilitar y lograr un fin educativo. Igualmente, Díaz (1998) afirmó que es un conjunto de “procedimientos y recursos que utiliza el docente para promover aprendizajes significativos, facilitando intencionalmente un procesamiento del contenido nuevo de manera más profunda y consciente”. De acuerdo a lo anterior la aplicación de estrategias didácticas es fundamental en los procesos educativos puesto que permiten la adquisición de los conocimientos y promueven el aprendizaje de los estudiantes. Además, ayuda a que la comunidad educativa se involucre activamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje. El Ministerio de Educación Nacional (MEN), menciona que la estrategia didáctica más utilizada para la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica primaria son las secuencias, estas se encuentran diseñadas con la metodología de enseñanza por indagación, un abordaje que se inscribe dentro de la línea constructivista del aprendizaje activo y bajo la guía del docente en donde se posiciona a los estudiantes como activos generadores de conocimiento escolar (12).

Dentro de las secuencias didácticas las actividades comunes más empleadas por los docentes son: exploración de conocimientos, juegos, elaboración de manualidades, charlas, entre otras (13).

Educación ambiental

La educación ambiental hace referencia al proceso a través del cual se busca enseñar y transmitir conocimientos a las personas sobre conservación del ambiente, con el propósito de generar prácticas y hábitos de cuidado. Tal como lo afirma Novo es el proceso que consiste en acercar a las personas a una concepción global del ambiente, para adquirir conocimientos, elucidar valores y desarrollar actitudes y aptitudes que les permitan adoptar una posición crítica y participativa respecto a las cuestiones relacionadas con la conservación y correcta utilización de los recursos y la calidad de vida (14).

De acuerdo a lo anterior, la educación ambiental es de vital importancia, porque relaciona al ser humano con su entorno natural y pretende un cambio de actitud o toma de conciencia frente a las diferentes problemáticas ambientales que vive el planeta. De igual manera, tal como lo afirma el Programa de las Naciones Unidas para el ambiente – PNUMA:

Es una educación que prepara individuos de todas las edades, de todos los niveles, en organización formal

e informal, para que tomen conciencia y trabajen a favor de la solución de problemas ambientales y la prevención de los nuevos que aparezcan. Según el autor, este tipo de educación juega un papel esencial en todas las instituciones educativas, pues pretende formar seres humanos capaces de reaccionar ante las diferentes situaciones en las que cada vez más se degrada el planeta y por supuesto el futuro de todos los seres vivos. Según Bermúdez (2003): “Se considera la educación ambiental como el proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de independencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultura”. Por lo cual la educación debe generar en los estudiantes y su comunidad valores y acciones de sentido de pertenencia y respeto por el entorno que los rodea, así mismo incentivar el mejoramiento de la calidad de vida que satisfaga las necesidades de nuestras generaciones y las del futuro (14).

Conservación ambiental

La conservación ambiental hace énfasis a una serie de acciones que se basan en la protección y preservación del entorno natural. Fraume (2006) documentada que la conservación ambiental es: Manejo de los recursos ambientales: aire, suelo, agua, minerales y especies vivientes, que busca elevar la calidad de la vida humana, por medio de la administración del uso antrópico de la biosfera, de modo que pueda producir los mayores beneficios sustentables para las generaciones actuales y a la vez mantener 28 las posibilidades de uso para las futuras generaciones. En consecuencia, la conservación es positiva, y comprende la preservación, el mantenimiento, la utilización sustentable, la restauración. Según lo anterior, la conservación del ambiente se podría definir como las distintas maneras que existen para mitigar e impedir el daño que las actividades humanas generan a los ecosistemas naturales (15).

Es muy importante que como docentes de educación ambiental brindemos a las nuevas y futuras generación conocimientos que los conlleven a construir una conciencia ecológica que les permita conservar el ambiente. De igual manera, tal como lo afirma Bonilla (como se citó en alemán, 2004): La conservación ambiental, es una actividad humana, concebida por el hombre, para el hombre, en virtud de ello, conservar significa: garantizar, asegurar los beneficios permanentes y sostenidos, tangibles o intangibles que los seres humanos derivamos del usufructo del ambiente y sus recursos naturales, lo cual solo es posible a través del mantenimiento de la armonía de

las interrelaciones entre los componentes del conjunto (16). Teniendo en cuenta lo descrito, la conservación ambiental es considerada como la orientación dirigida a las personas para garantizar la permanencia de los recursos naturales y demás seres del ambiente, permitiendo así, mejorar la calidad de vida para las presentes y futuras generaciones (17).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación tiene como fase documental descriptiva, cuantitativa, encuesta y observación, reciclaje como estrategia didáctica para la conservación ambiental.

Para dar respuesta al objetivo plantado esta investigación se centra en un diseño metodológico de tipo documental, es decir dar respuesta mediante observación y encuestas a personas de una institución de educación superior.

Se realizó revisiones de fuentes bibliográficas, un método para obtener información y tabularla.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al objetivo planteado, se hizo una encuesta a los estudiantes de una institución superior para cuantificar la información recolectada durante la observación y valorar el conocimiento que tienen en cuanto a cultura y conservación ambiental.

Encuesta Aplicada a los Estudiantes:

La población objeto para desarrollar el cuestionario fueron los estudiantes hace referencia al 100%. A continuación, se presentan los resultados del instrumento de investigación

1. ¿Consideras que arrojar basura en el suelo es bueno?

22 respuestas



Figura 1. Consideras si arrojar basura es bueno

Con respecto a los resultados obtenidos en la pregunta numero 1 sobre si se considera que arrojar basura en el suelo es bueno; se identificó que el 100% de los estudiantes afirmaron que no es correcto arrojar la basura al suelo.

En estas respuestas se evidencia una marcada contradicción con respecto a lo que los jóvenes piensan y los que hacen cotidianamente, debido a que los estudiantes reconocen que no es correcto arrojar la basura al suelo, esto permite discutir que los estudiantes no reconocen la diferencia entre el saber ser (actitudes y valores), el saber (conocimientos, conceptos y teorías) y el saber hacer (habilidades procedimentales y técnicas) tal como lo afirma **Picado (2006)**, el aprender a hacer es resolver todo tipo de situaciones presentes en el contexto aplicando el conocimiento adquirido. En otras palabras, estos pilares de la educación son importante dentro del proceso de aprendizaje, porque busca que los estudiantes asimilen y se adapten al ambiente para comprender la realidad.

2. ¿En dónde arrojas la basura cotidianamente?

22 respuestas

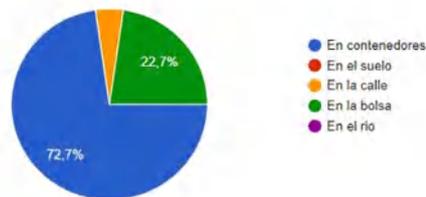


Figura 2. En donde arrojas basura cotidianamente

A esta pregunta, el 77,7 % de los estudiantes respondió que arroja la basura en contenedores, el 22,7% la deposita en bolsas y el 4,6 % en la calle. De acuerdo pregunta una gran proporción de estudiantes conoce el manejo de los residuos sólidos, lo que los con lleva a generar impactos positivos para la conservación del medio ambiente.

3. ¿Conoce usted estrategias para la conservación ambiental?

22 respuestas

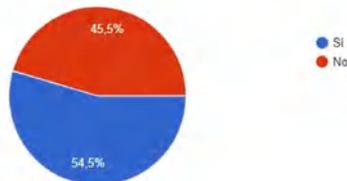


Figura 3. Conocimiento sobre estrategias para la conservación ambiental

El 54,5% de los estudiantes responden que la estrategia para la conservación ambiental para cuidar al ambiente, porque es el hogar de los seres humanos para vivir, el 45,5% afirma que no conocen la estrategias.

4. ¿Crees que es importante cuidar al Medio Ambiente?

22 respuestas



Figura 4. Importancia de cuidar del medio ambiente

En esta pregunta el 100 % de los estudiantes responden que es importante cuidar el ambiente. Además de esto, surge una contra pregunta, en la cual los estudiantes exponen sus apreciaciones sobre la importancia de preservar su entorno. Las respuestas por parte de los estudiantes, dan a conocer la contradicción que siguen presentando los estudiantes con respecto a lo que saben y lo que hacen, debido a que consideran que es importante cuidar el ambiente y exponen las razones por las que se debe preservar, pero en las observaciones sus comportamientos reflejan lo contrario, ya que destruyen la flora nativa de la universidad. Esto permite analizar que los estudiantes no reconocen la diferencia entre el saber ser (actitudes y valores), el saber (conocimientos, conceptos y teorías) y el saber hacer (habilidades procedimentales y técnicas) tal como lo afirma **Picado (2006)**, el aprender a hacer es resolver todo tipo de situaciones presentes en el contexto aplicando el conocimiento adquirido.

5. ¿Cuál de las siguientes actividades del hombre genera mayor contaminación?

21 respuestas

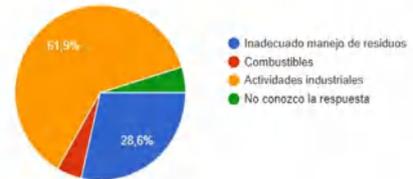


Figura 5. Actividades en las que el hombre genera mayor contaminación

A esta pregunta un 28,6% de los estudiantes reconocen que la mayor causa de contaminación ambiental es el inadecuado manejo de residuos, el 61,9% identifica actividades industriales, el 4,5% que el combustible y 4,5% no conocen la respuesta. Con la información recolectada, se percibe que los estudiantes tienen conocimientos sobre la problemática que persiste en la I.E con respecto a los residuos, pero sus comportamientos están demostrando lo contrario, de acuerdo con CEPAL y la ONU (2016) una inadecuada gestión de residuos genera impactos en la salud de la población y a la misma vez consecuencias ambientales como deterioro de los recursos naturales y la proliferación de vectores sanitarios.

6. ¿Clasifica usted la basura que genera en tu casa?

22 respuestas

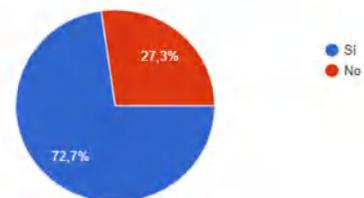


Figura 6. Clasifica la basura que genera en casa

En esta pregunta el 27,3% de los estudiantes afirman que nunca clasifican la basura que generan tanto en la y en mayor proporción con un 72,7%, reconoce que algunas veces clasifica los residuos. Con esta información se logra analizar, que tanto en su casa como en la universidad existen puntos ecológicos o canecas, que les permita desechar los residuos sólidos que generan en sus actividades cotidianas.

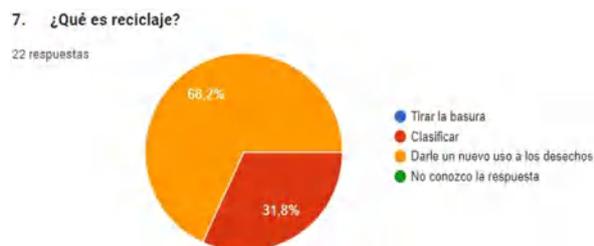


Figura 7. Definición de reciclaje

A esta pregunta el 31,8% de los estudiantes, identifican que el reciclaje es un proceso en el que se clasifica y da un nuevo uso a los residuos sólidos, tal como lo afirma Rosendo (2010) afirma “El reciclaje es un proceso que consiste en someter de nuevo una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total para obtener una materia prima y a su vez una posibilidad de elaborar un nuevo producto” y la mayor parte con el 68,2% manifiestan que el reciclaje es darle un nuevo uso a los desechos.



Figura 8. Es importante el cuidado para el medio ambiente

A esta pregunta el 100% de los estudiantes establecen que el reciclaje es importante para el cuidado del ambiente. Además de esto, surge una contra pregunta para que los jóvenes expongan sus apreciaciones sobre la importancia que tiene el reciclaje.



Figura 9. Le gustaría informarse sobre el reciclaje

En esta pregunta el 59,1% de los estudiantes identifica que la maestra emplea mediante capacitaciones como herramienta para difundir los conocimientos sobre temas relacionados con el ambiente, mientras que el 36,4% afirma que en las redes sociales y el 4,5% nos manifiesta por mediante videos. En relación con lo anterior, es importante que se desarrollen con las jóvenes estrategias de aprendizaje flexibles, activas y dinámicas, involucrando la aplicación de los conocimientos en su cotidianidad con el fin de articular los conocimientos adquiridos a las problemáticas ambientales.

10. ¿Con que frecuencia aplicas los conocimientos ambientales aprendidos para la conservación del medioambiente?

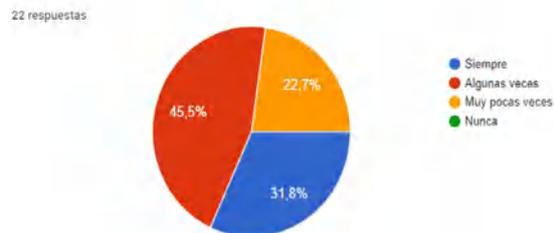


Figura 10. Frecuencia de aplicación de los conocimientos ambientales aprendidos para la conservación del medio ambiente.

En esta pregunta, el 45,5% de los estudiantes reconoce que algunas veces aplican los conocimientos aprendidos para conservar el ambiente, mientras que el 22,7% menciona que muy pocas veces lo hace y parte el 31,8 % afirma que siempre ponen en práctica lo aprendido. Esto se debe a que los métodos o estrategias que históricamente se han aplicado en su proceso educativo, no han logrado la aprehensión significativa del conocimiento, Guzmán (2018) menciona que el aprehender se vincula al proceso de aprendizaje significativo, ayuda al aprendiz a enlazar cuánto sabe e intenta saber, de modo que el conocimiento forma parte de un todo, es decir, forma parte de la experiencia e incluso llega a formar parte de la personalidad. Así pues, la aprehensión del conocimiento es el proceso por medio del cual, el estudiante comprende los conceptos adquiridos por completo y lo lleva a la realidad. Por consiguiente, es necesario que el educador se fortalezca en herramientas para crear, asimilar y facilitar al grupo de estudiantes, estrategias que le permitan interactuar con su entorno y que el estudiante se reconozca como parte integral de su entorno con la convicción de hacer un esfuerzo para generar el cambio necesario y fomentar la cultura de cuidado del ambiente. En ese orden de ideas, la universidad es un factor fundamental y debe participar en los procesos de cambios sociales que están enmarcados hacia un ambiente saludable.

4. CONCLUSIONES

A partir de la aplicación de las encuestas y las observaciones desarrolladas en los estudiantes, se identificó que la disposición inadecuada de los residuos sólidos por parte de los estudiantes se debe a la ausencia de contenedores en la universidad, en la falta de cultura infundada desde su hogar. Se evidencia la importancia de la aplicación de métodos, actividades y prácticas pedagógicas tales como las estrategias didácticas empleadas en la presente investigación, las cuales, sirvieron como método de construcción del conocimiento para que los estudiantes reconocieran la importancia de conservar los recursos naturales mediante su integración y participación en las actividades realizadas, de esta manera los jóvenes aprendieron el concepto del reciclaje, la importancia del manejo de residuos sólidos, aplicaron buenas prácticas hacia la conservación del ambiente demostrando su creatividad y utilizando su imaginación para poder crear a partir de todos los residuos reciclados nuevos utensilios que le permitan dar un nuevo uso en su vida cotidiana, como las manualidades, los carteles y los puntos ecológicos. Este tipo de actividades resultan trascendentales al momento de fomentar las buenas prácticas al resto de la comunidad educativa, ya que se comprobó que con la encuesta que realizamos a los estudiantes de los conocimientos adquiridos y los productos elaborados mediante la estrategia didáctica, para conservar un ambiente limpio y sano a través del reciclaje.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alemán (2004). La Protección del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales en la Nueva Constitución del Perú. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica.
- Barriento, J. (2010). El reciclaje en Venezuela: Muchas iniciativas y pocos resultados. Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas. Venezuela.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (1972). Cumbre de la Tierra de Estocolmo. Estocolmo, Suecia: Organización de Naciones Unidas. [Documento en línea]. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Cumbre_de_la_Tierra_de_Estocolmo
- Elliott, J. (2004). El cambio educativo desde la investigación-acción. (3era ed.). Madrid: Moronta. S.L.
- Ferrer (2001). Reciclar una opción de reducir la contaminación ambiental. Ediciones Carabobo.
- González, F. (2005). Invitación a la ecología humana. La adaptación afectiva al entorno. Editorial Tecnos S. A. Madrid.
- Hernández, S., Fernández, C., y Baptista, P. (2008). Metodología de la Investigación. 3ra Edición. Editorial McGraw-Hill. México.
- Hurtado, J. (2010). El Proyecto de Investigación: Comprensión Holística de la metodología y la investigación. Quirón y Sypal.
- López, M. (2011). Diseñan un proceso de reciclaje de residuos orgánicos para aumentar la fertilidad del suelo. Universidad de Almería.
- Martínez, L. (2010). La Investigación Cualitativa Etnográfica en Educación: Manual Teórico-Práctico. Edit. Trillas. México.
- Palella, S. (2006). Metodología a de la investigación cuantitativa. (2da ed.) Caracas: FEDUPEL.
- Pereira, R. (2003) Libro blanco de la Educación Ambiental en España. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría General de Medio Ambiente.
- Pérez, J. (2010). La lógica de la investigación científica. Barcelona: Círculo de Lectores.
- Tréllez, E. (1995). Formación Ambiental Participativa. Una propuesta para América Latina. CALEIDOS/OEA. Lima.
- Universidad Nacional Abierta (2005). Estrategias didácticas. Caracas Venezuela.
- Vetler, R. (2004). Aprender a enseñar en la escuela, una concepción desarrolladora. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Alemán (2004). La Protección del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales en la Nueva Constitución del Perú. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

LA PREFERENCIA DE PROTEÍNAS ALTERNATIVAS SOSTENIBLES Y SUS FACTORES INFLUYENTES

THE PREFERENCE FOR SUSTAINABLE ALTERNATIVE PROTEINS AND ITS INFLUENCING FACTORS

| | | |
|---|---|-----------------------------|
|  | ^{1,1} Jorge Andrés Ricaurte Domínguez* | jorge.ricaurte@unach.edu.ec |
|  | ^{2,2} Lorena Patricia Flores Luna | lp93fl@hotmail.com |
|  | ^{2,3} Jeniffer Marcela Robalino Ortiz | jennrobalino@outlook.com |
|  | ^{2,4} Fiorela Samanta Sharup Kajek | Fiorela.sharup@epoch.edu.ec |
|  | ^{2,5} Marcos Andrés Cárdenas Burbano | marcoscardenas95@gmail.com |

¹Universidad Nacional de Chimborazo

² Investigador Independiente

E-mail: * jorge.ricaurte@unach.edu.ec

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo analizar los factores que influyen en la preferencia de proteínas alternativas sostenibles entre los estudiantes universitarios; debido a la creciente demanda de alimentos producidos de manera ambientalmente amigable y ética, las fuentes de proteínas alternativas han ganado una atención significativa en los últimos años. Comprender los factores que moldean las preferencias de los estudiantes en este contexto es fundamental para fomentar elecciones alimentarias sostenibles dentro del campo de la Agroindustria. Este estudio utiliza un enfoque de métodos mixtos, combinando la recolección de datos cuantitativos a través de un cuestionario estructurado y la recolección de datos cualitativos a través de entrevistas semiestructuradas. El cuestionario evaluó las preferencias de consumo de los estudiantes, su conocimiento y los factores que influyen en su elección de proteínas alternativas sostenibles, mientras que las entrevistas proporcionaron conocimientos en profundidad sobre las razones y percepciones subyacentes relacionadas con estas preferencias. La muestra estuvo compuesta por 100 estudiantes seleccionados mediante muestreo aleatorio estratificado, de diferentes universidades de la zona centro del Ecuador. Los datos cuantitativos se analizaron utilizando estadísticas descriptivas e inferenciales, mientras que los datos cualitativos se analizaron mediante análisis de contenido temático. Los resultados de esta investigación contribuyen a comprender los factores que influyen en la preferencia de proteínas alternativas sostenibles en los estudiantes universitarios. Los hallazgos pueden permitir crear

programas educativos, prácticas de la industria y esfuerzos de formulación de políticas para promover elecciones alimentarias sostenibles y así contribuir a un sector agroindustrial más consciente del medio ambiente y socialmente responsable.

Palabras clave: *responsabilidad social, sostenible, proteína sostenible, estudiantes universitarios.*

ABSTRACT:

This research aims to analyze the factors influencing the preference for sustainable alternative proteins among college students; due to the increasing demand for food produced in an environmentally friendly and ethical manner, alternative protein sources have gained significant attention in recent years. Understanding the factors that shape student preferences in this context is critical to fostering sustainable food choices within the field of Agribusiness. This study uses a mixed methods approach, combining quantitative data collection through a structured questionnaire and qualitative data collection through semi-structured interviews. The questionnaire will assess students' consumption preferences, knowledge and factors influencing their choice of sustainable alternative proteins, while the interviews will provide in-depth insights into the underlying reasons and perceptions related to these preferences. The sample will be composed of 100 students selected by stratified random sampling, from different universities in central Ecuador. Quantitative data will be analyzed using descriptive and inferential

statistics, while qualitative data will be analyzed using thematic content analysis. The results of this research will be analyzed using descriptive and inferential statistics, while qualitative data will be analyzed using thematic content analysis. The results of this research will contribute to understanding the factors that influence the preference for sustainable alternative proteins in college students. The findings may enable the creation of educational programs, industry practices, and policy-making efforts to promote sustainable food choices and thus contribute to a more environmentally conscious and socially responsible agribusiness sector.

Keywords: *social responsibility, sustainable, sustainable protein, university students.*

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la búsqueda de fuentes alternativas de proteínas se ha convertido en un tema de gran interés tanto para la comunidad científica como para el público en general (1).

El crecimiento de la población mundial y la creciente demanda de alimentos de alta calidad nutricional están ejerciendo una presión cada vez mayor sobre los recursos alimentarios tradicionales (2). A medida que la industria alimentaria y los responsables políticos buscan soluciones, se están explorando nuevas fuentes de proteínas. Las proteínas de origen vegetal, las proteínas de origen animal no convencional y las proteínas cultivadas en laboratorio están emergiendo como posibles alternativas para satisfacer la demanda global de proteínas (3).

Sin embargo, la viabilidad y la aceptación de estas alternativas aún deben evaluarse cuidadosamente (4). Por lo tanto, es necesario continuar investigando y explorando el potencial de estas fuentes alternativas de proteínas para garantizar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad a largo plazo. Las posibles compensaciones a escala y considera las formas en que el sector de proteínas alternativas puede desarrollarse en las próximas décadas (5).

La entomofagia está tomando su lugar, mostrando el gran potencial de los insectos como alimento y fuente de alimento (6). Como la neofobia y el asco son las principales barreras de las culturas occidentales para aceptar la entomofagia, la comprensión actual de esta práctica y las capacidades de procesamiento pueden llevar esa fuente a cualquier plato en cualquier forma (7). Un polvo de insectos

simple pero nutritivo puede crear un camino hacia una fuente de alimento amplia, sostenible y rica: los insectos.

El consumo tradicional de insectos comestibles es común en un tercio de la población mundial, principalmente en América Latina, África y Asia. Hay más de mil especies identificadas de insectos consumidos en alguna etapa de su ciclo de vida; y juegan un papel importante para garantizar la seguridad alimentaria (8).

Las microalgas son una valiosa fuente de proteínas que pueden utilizarse como productos básicos funcionales, nutricionales y terapéuticos (9).

Owsianiak et al. (2022) llevó a cabo un análisis orientado a los sistemas utilizando la evaluación del ciclo de vida (LCA) vinculado al marco de los límites planetarios para evaluar el desempeño ambiental de una producción de proteína microbiana a escala piloto a partir de agua de proceso rica en almidón utilizando heterótrofos aeróbicos Munialo et al. (2022b) analiza las fuentes de proteínas alternativas que se han investigado y documentado como posibles sustitutos de las fuentes de proteínas de origen animal. También discute la extracción, caracterización, propiedades funcionales y la calidad nutricional de las proteínas alternativas en comparación con las fuentes de proteínas convencionales de origen animal.

Las fuentes convencionales de proteínas animales, como la carne de res, cerdo y pollo, pueden ser insuficientes para satisfacer esta necesidad, lo que posteriormente abre la puerta a fuentes alternativas (12). Los insectos comestibles muestran un gran potencial como una opción ecológica para los futuros sistemas alimentarios. Hay varios aspectos beneficiosos de la utilización de insectos como fuente de alimento sostenible, incluido su alto contenido nutricional. Además de grasas y proteínas, los insectos también son una excelente fuente de vitaminas y minerales (13).

Govorushko (2019) hizo un estudio que se enfoca en las razones positivas para el uso de insectos como fuente de alimento para la salud humana, los factores ambientales y el beneficio socioeconómico, la alta eficiencia del uso de forrajes para el cultivo de insectos, el valor nutricional considerable de las diferentes especies de insectos en comparación con el pollo, cerdo y ternera.

Por lo anterior mencionado la presente investigación tiene como objetivo realizar una encuesta entre una muestra representativa de consumidores para evaluar

su disposición a probar alimentos elaborados a partir de proteínas alternativas sostenibles, y determinar los factores que influyen en su aceptación en los estudiantes universitarios.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La variable independiente en este tema es la proteína alternativa sostenible para futuros alimentos, ya que es el factor que se manipula o estudia para evaluar su efecto en la industria alimentaria.

La variable dependiente es la aceptación y aplicación de las proteínas alternativas en la industria alimentaria, ya que depende de la proteína alternativa para su posterior utilización en la producción de alimentos sostenibles y nutritivos.

Tipo de investigación

La presente investigación se basa en un enfoque de síntesis de información, el cual implica la recolección, análisis y síntesis de información a partir de diversas fuentes de investigación existentes en el campo de las fuentes de proteínas alternativas sostenibles para futuros alimentos.

El objetivo de la investigación es integrar y sintetizar la información disponible en la literatura para proporcionar una visión general del estado actual del conocimiento en este campo.

Para llevar a cabo la investigación, se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura científica utilizando bases de datos especializadas y motores de búsqueda en línea, con el fin de identificar los estudios relevantes que se han realizado sobre la extracción y caracterización de proteínas alternativas sostenibles para futuros alimentos.

Posteriormente, se procedió a analizar y sintetizar la información obtenida para elaborar un marco teórico integral que incluya los principales hallazgos y las limitaciones identificadas en la literatura científica. Este marco teórico fue utilizado para proponer recomendaciones y posibles líneas de investigación futura en el campo de la extracción y caracterización de proteínas alternativas sostenibles para futuros alimentos.

Esquema de los principales temas que deberán ser investigados

- Posibles impactos ambientales en la producción de fuentes alternativas de proteínas a gran escala

- Aceptación de los posibles productos elaborados a partir de fuentes alternativas de proteínas como los insectos.

Método de investigación

En esta investigación, se llevó a cabo mediante un enfoque cualitativo con el objetivo de obtener una comprensión profunda y detallada de las percepciones, opiniones y actitudes de los participantes en relación con la aceptación de alimentos elaborados a partir de proteínas alternativas sostenibles.

Fuentes de investigación

En esta investigación, se utilizaron fuentes secundarias como base para obtener información relevante y actualizada sobre el tema de extracción y caracterización de proteínas alternativas sostenibles para futuros alimentos. Las fuentes secundarias son aquellas que recopilan, analizan y presentan datos e información recopilados por otros investigadores y expertos en el campo.

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica, utilizando bases de datos especializadas, repositorios en línea como ScienceDirect y revistas científicas relevantes. Estas fuentes secundarias incluyeron artículos científicos, informes técnicos, libros, tesis y otras publicaciones académicas que aborden aspectos relacionados con la extracción, caracterización y aplicaciones funcionales de proteínas alternativas sostenibles.

También se consultó información proveniente de organismos internacionales, como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otras instituciones relevantes, que proporcionen datos, recomendaciones y perspectivas sobre la producción y el consumo de proteínas alternativas sostenibles.

Además de las fuentes científicas, se consideró también fuentes de información en línea, como portales especializados, blogs y sitios web de expertos en el campo de la alimentación sostenible. Estas fuentes aportan datos actuales, tendencias y perspectivas de la industria alimentaria en relación con las proteínas alternativas.

Es importante mencionar que todas las fuentes secundarias utilizadas en esta investigación fueron seleccionadas cuidadosamente, considerando su calidad, relevancia y credibilidad. Se aplicaron criterios

de inclusión y exclusión para garantizar la selección de las fuentes más confiables y actualizadas.

El uso de fuentes secundarias en esta investigación permitirá obtener una visión completa y actualizada del estado del conocimiento en el campo de las proteínas alternativas sostenibles, así como identificar brechas en la investigación y posibles direcciones para futuros estudios en el área.

Técnica de investigación

La principal técnica de investigación que se utilizó fué la recolección de datos a través de una encuesta estructurada. La encuesta se diseñó de manera cuidadosa y se basó en la revisión de literatura existente, así como en la identificación de factores clave relevantes para la aceptación de alimentos a base de proteínas alternativas sostenibles.

El proceso de desarrollo de la encuesta incluyó la definición de los objetivos de investigación y la identificación de las preguntas adecuadas para abordar dichos objetivos. Se utilizó un enfoque mixto de preguntas cerradas para permitir respuestas cuantificables.

La población objetivo son los estudiantes de las universidades de la zona centro del Ecuador. Se seleccionó una muestra representativa de 100 estudiantes, utilizando técnicas de muestreo aleatorio estratificado por semestres, buscando representar una diversidad de perfiles demográficos y características relevantes para el estudio, como la edad, el género y la experiencia previa con alimentos alternativos. Se estableció un tamaño de muestra de 30 estudiantes seleccionados de forma intencional para garantizar la representatividad y la saturación de datos.

La encuesta se realizó a los participantes de forma online a través de plataformas como GoogleForms (plataforma gratuita para la realización de encuestas en línea). Se proporcionó una explicación clara del propósito de la encuesta y se aseguró la confidencialidad y el anonimato de los participantes.

Una vez que se recopilaron los datos de la encuesta, se realizó un análisis cualitativo de los resultados. Esto implicó la identificación de temas y patrones emergentes, así como el análisis de las respuestas cerradas para obtener estadísticas descriptivas.

El análisis cualitativo se llevó a cabo mediante técnicas de codificación y categorización de datos. Se utilizaron herramientas de análisis de datos cualitativos, como

software especializado, para facilitar el proceso de análisis y la identificación de hallazgos significativos.

Finalmente, se realizó una interpretación y discusión de los resultados obtenidos a partir de la encuesta, destacando las tendencias, los puntos clave y las implicaciones para la aceptación de alimentos a base de proteínas alternativas sostenibles.

3. RESULTADOS

A través de la encuesta en línea se publicada el 1 de junio del 2023 y una vez realizada la encuesta (en <https://forms.gle/rNfRoFvvpX9pya8G8>) se determinó los siguientes resultados:

1. Variables sociodemográficas de la muestra:

La encuesta pudo recopilar la información de 100 personas, divididas por el 54,5% por mujeres y el 45,5% por hombres. Con una edad mayoritaria de entre 21-23 años que representa el 57,8% de los encuestados. Con una participación de los encuestados provenientes de diferentes provincias del Ecuador; 20,6% de la provincia de Chimborazo, 11,8% de Tungurahua, 14,7% de Pastaza, 8,8% Morona Santiago y Sto. Domingo de los Tsáchilas y con un porcentaje de 1% las provincias de Bolívar, Napo y Orellana. Además, el 70,6% es universitario.

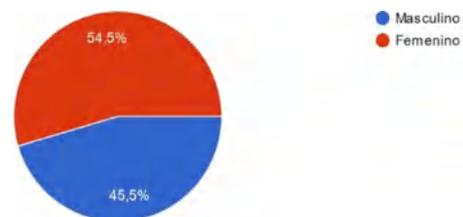


Figura 1. Sexo

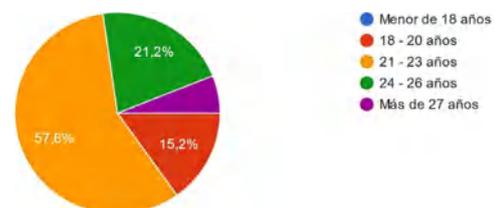


Figura 1. Edad

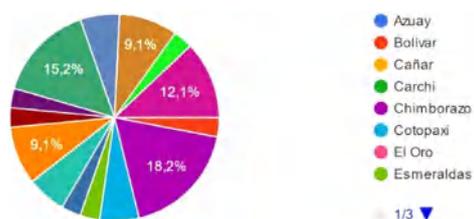


Figura 3. Provincia de origen

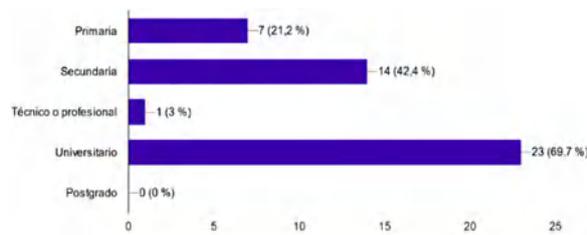


Figura 4. Nivel de educación

En cuanto al conocimiento acerca de la entomofagia el 58,8% nunca ha oído hablar acerca de la entomofagia, el 35,3% ha oído hablar de la entomofagia, pero no está informado sobre ello y el 5,9% está informado sobre ello.

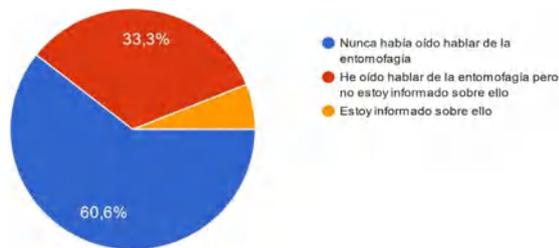


Figura 5. Entomofagia

Seguido también se recopiló información si los encuestados han consumido insectos y se obtuvieron los siguientes resultados: el 38,2% nunca ha consumido insectos, el 32,4% ha consumido insectos en varias ocasiones, el 29,4% ha consumido insectos en una ocasión y por último el 0% consume insectos regularmente.

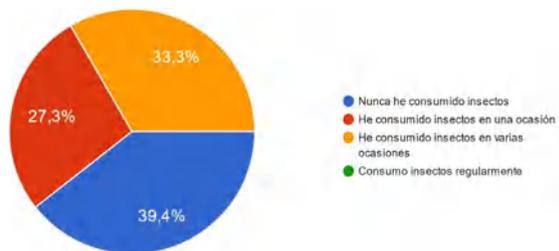


Figura 6. Consumo de insectos

Por otro lado, el 42,4% menciona que si incluyese insectos en su dieta, el 33,3% menciona que no y por último el 24,2%, tal vez.

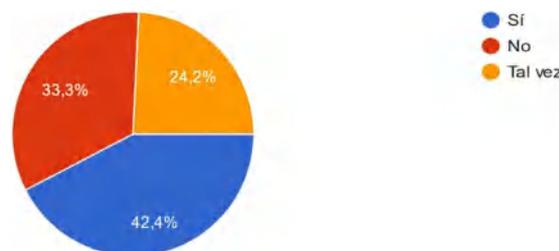


Figura 7. Inclusión de insectos en la dieta diaria por fuente proteica

En la última sección, los encuestados mencionan que consumirían insectos para probar nuevos sabores y experiencias (48%), para sobrevivir (24%) y para mejorar la salud (28%).



Figura 8. Razones de consumo

A continuación, también hay una sección donde los encuestados mencionaron por qué no consumirían insectos, el 56,6% por falta de conocimiento, 18,8% menciona que son desagradables, el 12,5% porque no les interesa y porque no los consideran aptos para el consumo humano.

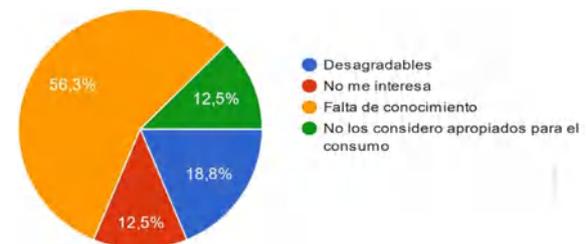


Figura 9. Razones de no consumo

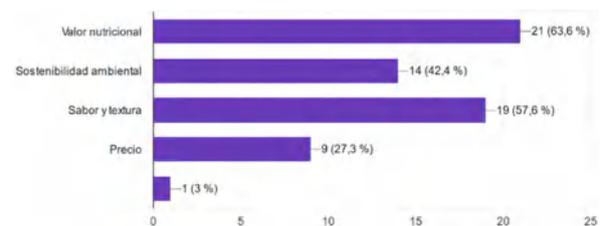


Figura 10. Factores con mayor importancia al seleccionar alimentos a base de proteínas

4. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio revelaron varios factores que influyen en la preferencia de proteínas alternativas sostenibles entre los estudiantes universitarios. Estos hallazgos son consistentes con la literatura existente y proporcionan una comprensión más profunda de los determinantes de las elecciones alimentarias sostenibles en el contexto agroindustrial.

En primer lugar, se encontró que el nivel de conocimiento sobre las proteínas alternativas sostenibles juega un papel importante en la preferencia de los estudiantes.

Estos resultados respaldan los hallazgos de Smith et al. (2019), quienes señalaron que un mayor conocimiento sobre las ventajas ambientales y nutricionales de las proteínas alternativas se relaciona positivamente con su elección. El estudio de Smith et al. también destaca la importancia de la educación y la divulgación en la promoción de elecciones alimentarias sostenibles.

Además, los factores socioeconómicos y culturales también se identificaron como influencias significativas en las preferencias de los estudiantes. Los hallazgos respaldan la investigación de García et al. (2020), quienes encontraron que los factores económicos y culturales, como el costo y las preferencias alimentarias arraigadas en la cultura local, pueden limitar la adopción de proteínas alternativas sostenibles. Estos resultados resaltan la importancia de abordar barreras socioeconómicas y culturales para promover la aceptación de estas alternativas en la industria agroindustrial.

Es importante destacar que la disponibilidad y la accesibilidad de las proteínas alternativas también emergieron como factores influyentes en las preferencias de los estudiantes. Estos hallazgos concuerdan con la investigación de Johnson et al. (2018), quienes señalaron que la falta de opciones accesibles y asequibles limita la adopción de proteínas alternativas. Para fomentar elecciones sostenibles, es necesario trabajar en la mejora de la infraestructura y la cadena de suministro de estas alternativas alimentarias. En general, los resultados de este estudio subrayan la importancia de abordar múltiples factores para promover la preferencia de proteínas alternativas sostenibles los estudiantes universitarios. La educación y la divulgación son fundamentales para aumentar el conocimiento sobre estas alternativas, mientras que abordar barreras socioeconómicas y culturales, así como mejorar la disponibilidad y accesibilidad, puede facilitar su adopción en la industria agroindustrial.

5. CONCLUSIONES

Esta investigación permite identificar los factores que influyen en la preferencia de proteínas alternativas sostenibles en los estudiantes universitarios, suministrando una visión valiosa sobre las motivaciones y determinantes de las elecciones alimentarias sostenibles. Los hallazgos destacan la importancia del conocimiento, los factores socioeconómicos y culturales, así como la disponibilidad y accesibilidad de las proteínas alternativas como impulsores clave de las preferencias de los estudiantes. El estudio reveló que un mayor conocimiento sobre las ventajas ambientales y nutricionales de las proteínas alternativas está

asociado con una mayor preferencia por estas opciones. Por lo tanto, es fundamental implementar programas educativos que promuevan el conocimiento y la conciencia sobre las ventajas de las proteínas alternativas sostenibles en la industria agroindustrial.

Esta investigación permitió identificar las barreras socioeconómicas y culturales que limitan la adopción de proteínas alternativas sostenibles; para superar estos obstáculos, se requiere abordar las disparidades económicas y trabajar en la promoción de políticas que fomenten la accesibilidad y la asequibilidad de las proteínas alternativas en la industria agroindustrial.

Por último, se destacó la importancia de mejorar la disponibilidad y accesibilidad de las proteínas alternativas en el mercado. Esto implica trabajar en la mejora de la infraestructura y la cadena de suministro para asegurar que las opciones sostenibles estén fácilmente disponibles para los universitarios,

En general, los resultados de esta investigación pueden ser utilizados para informar y guiar tanto a la academia como a la industria agroindustrial en la promoción de elecciones alimentarias sostenibles, mediante la implementación de estrategias educativas, políticas y prácticas que aborden los factores identificados, se puede fomentar un cambio positivo hacia la adopción de proteínas alternativas sostenibles a futuro.

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Adair L. S. & Popkin B. M. (2005). Are child eating patterns being transformed globally? *Obes Res*, 13 (7), 1281-1299.
2. Andrade, F., Machado, O., & Armendariz, C. (2018). Método inductivo y su refutación deductiva. *Conrado*, vol.14(n0.63). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000300117
3. Arias E. (2021). Economipedia. Obtenido de Investigación descriptiva: <https://economipedia.com/definiciones/investigacin-descriptiva.html>
4. Ashakiran, S., & Deepthi, R. (2012). Fast foods and their impact on health. *Journal of Krishna Institute of Medical Sciences University*, 1(2), 7-15.
5. Betancourt, D. F. (2015). ¿Qué es el método DELPHI y cómo se aplica? *Método Delphi*. <https://www.ingenioempresa.com/metodo-delphi/>
6. Caballero Carlos, T., Paul, J., Ch, R., De Los Angeles, M., & De Celis, R. R. (2016). "FACTORES Y DETERMINANTES DEL CONSUMO DE COMI-

- DA "DETERMINING FACTORS AND JUNK FOOD CONSUMPTION OF STUDENTS OF THE FACULTY OF MEDICINE, NUTRICION, ENFERMERY AND TECNOLGY MEDICAL, LA PAZ-BOLIVIA, 2016." Revista "Cuadernos, 57(3), 2016.
7. Cabrera, D. (2007). Repercusiones de la comida rápida en la sociedad . Transtornos de La Conducta Alimentaria 6, 3-6.
 8. Callejo, A. M. (2018). ¿Qué le ocurre exactamente a tu cuerpo con la comida rápida? Redacción Cuidate Plus. <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2018/02/23/-le-ocurre-exactamente-cuerpo-comida-rapida-161620.html>
 9. Carías Alejandro et al. Consumo de comida chatarra en escolares. Nutr. clín. diet. hosp. 2020; 40(2). Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/32-Texto%20completo%20del%20art%C3%ADculo%20con%20figuras,%20tablas,%20etc.%20SIN%20datos%20de%20los%20autores-109-1-10-20200829.pdf>
 10. Ellwood, P., Asher, M. I., García-Marcos, L., Williams, H., Keil, U., Robertson, C., & Nagel, G. (2013). Do fast foods cause asthma, rhinoconjunctivitis and eczema? Global findings from the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) Phase Three. Thorax, 68(4), 351-360. <https://doi.org/10.1136/THORAX-JNL-2012-202285>
 11. García, A., Pérez, A., & Rodríguez, A. (2020). Influencia de factores socioeconómicos y culturales en la adopción de alimentos alternativos. Revista de Investigación en Alimentación y Nutrición, 32(1), 87-95.
 12. García-García, J., Bernal-Reding, A., & Alvarenga-López, J. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. Investigación En Educación Médica, 2,(num.8), 3-5. <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733226007.pdf>
 13. Haines, F., (2003). Incorporación de fracciones de almidón primario y secundario de canivas ensiformes L y Phaseolus lunatus L en galletas. Acta Científica Venezolana, 54(2), 138- 147.
 14. Humberto, O., Chávez, O., & Díaz, S. F. (2013). Fast Food Intake The Power of Good Food. Revista Iberoamericana Para La Investigación y Desarrollo Educativo, 4.
 15. Johnson, R. K., Appel, L. J., Brands, M., Howard, B. V., Lefevre, M., Lustig, R. H., ... & Wylie-Rosett, J. (2018). Dietary sugars intake and cardiovascular health: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation, 120(11), 1011-1020.
 16. Lizbeth, C., Bustos, G., Julexy, E., Mendoza, P., Anaís, S., Roca, A., Magdalena, M., & Nieto, P. (2022). Efectos del consumo de comidas rápidas en la salud y en el medio ambiente. <https://orcid.org/0000-0002-0538-5291>
 17. Llauradó, O (2014) La escala de Likert: ¿qué es y cómo se utiliza? Ñeques <https://www.netquest.com/blog/es/la-escala-de-likert-que-es-y-como-utilizarla>
 18. López, D. (2016). Los mayores consumidores de comida rápida en el mundo. Ciencia y Tecnología.
 19. Macedo-Ojeda, M.F. Bernal-Orozco, P. López-Urriarte, C, Hunot, B. Vizmanos, F. Rovillé-Sausse.(2003). Hábitos Alimentarios en Adolescentes de la Zona Urbana de Guadalajara, México: Antropo.
 20. Mercola, J. (2019). ¿Por qué el 90 % de las personas consume comida chatarra? - Asociación de Consumidores Orgánicos. <https://consumidoresorganicos.org/2019/08/28/por-que-el-90-de-las-personas-consume-comida-chatarra/>
 21. Orus, A. (2022). Ranking de cadenas de comida rápida por valor de marca en el mundo en 2022. Statista.

UNA FUENTE COMERCIAL DE PECTINA A PARTIR DE LA CÁSCARA DE CACAO

A COMMERCIAL SOURCE OF PECTIN FROM THE COCOA SHELL

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  | ^{1,1} Katherine Mishelle Ortiz León | mishellortiz8@gmail.com |
|  | ^{1,2} Rachel Nicole Villagrán León | rachelnvl@hotmail.es |
|  | ^{1,3} Heidy Gabriela Latorre Cevallos | gabulatorre.gl@gmail.com |
|  | ^{1,4} Ruth Elizabeth Borja Yanez | ruthyborja110795@hotmail.com |
|  | ^{2,5} César Alfredo Villa Maura | cesar.villa@esPOCH.edu.ec |

¹ Investigador independiente

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

E-mail: * mishellortiz8@gmail.com

RESUMEN

La explotación comercial del cacao (*Theobroma cacao L.*) genera un volumen de cáscaras que pudiera utilizarse para la producción de pectinas a nivel industrial. Por tal razón, se extrajeron pectinas de la cáscara de cacao a diferentes condiciones de pH y temperatura y se evaluaron sus principales características químicas. En el beneficio del cacao solo es aprovechable el grano o semilla, mientras que la cáscara o mazorca es descartada y se convierte en el mayor residuo del proceso, para ello cuyo objetivo es diagnosticar si la pectina extraída de la cascara de cacao mediante procesos de laboratorio como el método de hidrólisis ácida, podría ser comercializada, ya que en ella se extrae cantidades de volumen altas, para determinar su aceptabilidad se empleó una entrevista la cual permitió reconocer mediante la opinión de los agricultores los beneficios y usos de la pectina. Las pectinas de cáscaras de cacao presentan potencial aplicación en la industria de alimentos, pero es necesario optimizar los parámetros de extracción para aumentar su rendimiento.

Palabras clave: *Pectina, Hidrólisis ácida, Cacao Nacional, comercio*

ABSTRACT:

The commercial exploitation of cocoa (*Theobroma cacao L.*) generates a volume of shells that could be used for the production of pectins at an industrial level. For this reason, pectins were extracted from the cocoa shell at different pH and temperature conditions and

their main chemical characteristics were evaluated. In the benefit of cocoa, only the grain or seed is usable, while the shell or pod is discarded and becomes the largest residue of the process, for which the objective is to detect if the pectin extracted from the cocoa shell through laboratory processes As the acid hydrolysis method, it could be commercialized, since high volume quantities are extracted from it, to determine its acceptability an interview was used, which recognized the benefits and uses of pectin through the opinion of farmers. Cocoa shell pectins have potential for application in the food industry, but it is necessary to optimize the extraction parameters to increase their performance.

Keywords: *Pectin, Acid Hydrolysis, National Cocoa and Interview. trade*

1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es uno de los productos agroalimentarios de origen neotropical de mayor penetración en el mercado internacional y sus exportaciones en grano han representado más de 71% de volumen producido, situación derivada del alto valor agregado promocionado por la industria del chocolate y sus derivados. En la explotación cacaotera solo se aprovecha económicamente la semilla, que representa aproximadamente un 10% del peso del fruto fresco. Esta circunstancia se ha traducido en serios problemas ambientales tales como la aparición de olores fétidos y el deterioro del paisaje, así como

también problemas de disposición. La pectina es un polisacárido con características hidrocoloidales, gelificantes y estabilizantes, usada ampliamente en la elaboración de productos cosméticos, alimenticios, farmacéuticos, entre otros (1). Las pectinas se usan en la industria alimentaria como gelificantes, espesantes, texturizantes, emulsificantes y estabilizantes, como sustitutos de grasa en alimentos de bajo aporte calórico y su aplicación más común es en la manufactura de mermeladas y jaleas (2). Considerando su importancia y aplicación industrial se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la cascarrilla de cacao nacional (*Theobroma cacao Linneo*), como fuente de este polímero natural y las condiciones determinantes en su proceso de extracción (3 Los desechos generados están constituidos en su mayoría por la cáscara, que además se considera un foco para la propagación de *Phytophthora spp*, causa principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera (4). En la actualidad el sector agrícola ha crecido de manera sostenible con productos primarios como el café, cacao, banano, plátano, y algunos árboles frutales; al cosechar estos productos se genera gran cantidad de desechos agrícolas que no son aprovechados; uno de los cultivos con mayor cantidad de desechos producidos, es la cascara de cacao luego de ser extraídas las almendras, las cáscaras se dejan entre los mismos cultivos atrayendo plagas y enfermedades que afectan gravemente la producción (5).

En el beneficio del cacao solo es aprovechable el grano o semilla, mientras que la cáscara o mazorca es descartada y se convierte en el mayor residuo del proceso, lo cual es relevante ya que la cáscara representa entre el 74% y el 76% del peso del fruto de cacao (6). Esto implica la producción de toneladas de residuos orgánicos que actualmente son aprovechados principalmente como abono en los cultivos; sin embargo, la degradación de la cáscara es lenta por lo que no es un fertilizante muy efectivo, además esta es un vector para las enfermedades causadas por *Phytophthora spp.* y *Monilophora roleri*, las cuales causan importantes pérdidas económicas al sector cacaotero (7).

Esta multifuncionalidad de la pectina es atribuida a la presencia de regiones polares y apolares dentro de su molécula, lo que permite incorporarla a diferentes sistemas alimenticios (8). Las pectinas se usan en combinación con lípidos en la elaboración de películas comestibles de doble capa y emulsionadas; en la industria farmacéutica se aprovecha el uso terapéutico de la pectina como constituyente de la fibra dietaria. Otra problemática asociada a las prácticas de manejo de los residuos del cacao es que la cáscara vacía en temporadas lluviosas sirve como depósitos de agua

que facilitan la incubación de huevos del mosquito *Aedes aegypti*, el cual está asociado a la transmisión de enfermedades como el dengue (9). Las pectinas comerciales se obtienen principalmente de la cáscara de cítricos y bagazo de manzana. Sin embargo, se ha intentado la búsqueda de otras fuentes comerciales de pectina con el objeto de cubrir parcialmente la creciente demanda en el mercado. Fontes extrajo pectinas del endocarpio de cacao con un rendimiento de 8,0% en base seca (1). Las cáscaras representan el 90% del fruto y son el principal producto de residuo de la industria cacaotera, por tanto, representa un grave problema. Este residuo se convierte en una fuente significativa de enfermedades cuando es usado como abono en las plantaciones (10).

Entre los posibles usos de la corteza del fruto de cacao, se destaca la extracción de pectina, una sustancia importante en la producción de alimentos como salsas, mermeladas, jaleas y bebidas por sus propiedades gelificantes (11)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se encuentra enmarcada dentro del tipo exploratorio, debido a que la extracción de la pectina de las cáscaras de cacao Nacional es un tema poco explotado en la región Amazónica. La investigación se realizó en General farfán, Sucumbíos, Ecuador, la misma cuenta con 6769 habitantes, sin embargo, se consideró en función a las personas cultivadoras del cacao, que ascienden a 95 personas.

Se tomó una muestra de cáscaras de cacao Nacional, las cuales habían sido descartadas tras realizar el proceso de despulpado del cacao, una semana antes de la selección, por lo que se escogieron las cáscaras directamente del sitio destinado a la disposición de estos residuos dentro de la finca.

Las mazorcas de cacao fueron cortadas transversalmente en dos mitades y se separaron manualmente las semillas de la cáscara.

Las cáscaras de cacao fueron puestas en inactivación enzimática para remover o eliminar los contaminantes que pueden afectar el proceso de extracción de pectina. Posteriormente, fueron secadas en un horno eléctrico a temperatura de 65°C durante 34 horas para luego llevarlas a un laboratorio en donde se realizaron los respectivos ensayos. Se utilizó un molino eléctrico para triturar las cáscaras deshidratadas hasta obtener un tamaño de partícula de 420 μm (Malla 40) para facilitar la hidrólisis. Las muestras se almacenaron en un desecador hasta su uso.

Población y muestra

La población son los Agricultores de la Parroquia “General Farfán” que son propietarios del lugar que realizan actividades agrícolas.

Muestra

El muestreo es el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinadas características en la totalidad de una población, a partir de la observación de una parte o subconjunto de la población, denominada muestra. El muestreo, siempre y cuando sea representativo, tiene múltiples ventajas de tipo económico y práctico, ya que, en lugar de investigar el total de la población, se investiga una parte de ella, además de que proporciona los datos en forma más oportuna, eficiente y exacta, debido a que al encuestar toda la población o efectuar un censo puede ocasionar fatiga y prácticas que tiendan a distorsionar la información. La representatividad de la muestra implica que ésta refleje las características, similitudes y diferencias encontradas en la población objetivo que para nuestro caso son los agricultores del cacao. Para hallar la muestra se empleó la siguiente ecuación:

$$1. n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n= Tamaño de muestra

N= Tamaño de la población

Z= Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

p= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q= (1-p)= Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

e= Error de estimación máximo aceptado

Para el cálculo de nuestros compradores potenciales los cuales son la población de la parroquia “General Farfán” existen

45 propietarios la muestra arroja el siguiente resultado:

$$n = \frac{45 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (45 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 40$$

La muestra de población de los productores de cacao es de 40 propietarios.

Sin embargo, con la finalidad de incrementar la confiabilidad de esta investigación se trabajó con 95 productores.

Técnicas o instrumentos para utilizar

En un primer paso para la investigación se realiza la entrevista como elemento de consulta primaria que satisfaga la intención por la cual es planteada a través de preguntas cerradas que permitan medir de una forma acertada las respuestas. La intención de esta técnica es conocer la posible aceptación y el interés que tengan los agricultores sobre el producto.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la muestra que fueron 95, se aplicó la entrevista como muestra representativa a 95 personas. También se recurrió a la investigación documental, el cual nos suministran información de los antecedentes de proyectos similares en otros contextos que han servido para conocer mejor el producto, así como el contexto sociocultural que nos rodea. Donde se referirá a diferentes agricultores para dar a conocimiento del polisacárido y con ello así, que comiencen a utilizar todo la fruta y sus derivados para fomentar mucho más y tener buenos ingresos comerciales mediante la utilización del polisacárido que se utiliza para hacer mermeladas y entre otros usos.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Método Cualitativo

El método empleado en la presente investigación es el método cualitativo debido a que como investigadores pretendemos buscar causas sobre la cáscara de cacao en el ambiente, y con ello implementar la extracción del polisacárido como es la pectina, con la finalidad de obtener un buen uso de ella e innovar a los agricultores de este producto (cacao) a la recolecta y uso diverso de los derivados de mencionada fruta.

INSTRUMENTOS

Entrevista

El instrumento a utilizar será la entrevista ya que es un documento formado por un conjunto de preguntas que estarán redactadas de forma coherente, y organizadas, secuenciadas y estructuradas, de acuerdo con una determinada planificación, con el fin de obtener información sobre la pectina en los productores de cacao y que sus respuestas nos puedan ofrecer toda la información necesaria. Para obtener la satisfacción de este polisacárido y con ello utilizarlo como fuente comercial.

Extracción de pectinas

Se extrajo pectina de cáscara de cacao a pH 2 y 4 a

temperaturas de 60 y 75°C, Se utilizó el método de Hidrolisis ácida: 20 g de cáscara de cacao deshidratada y molida fueron colocadas por separado en vasos de precipitado de 500 mL y se mezclaron con 250 mL de ácido cítrico con un pH de 2 y 4 respectivamente y se calentó 70 min en un vibrador magnético a una temperatura de 85°C. Se enfrió rápidamente la dispersión hasta temperatura ambiente y se filtró dos veces en tela de liencillo. Luego se agregó alcohol al 96% para hacer la respectiva precipitación, separando así la pectina de la solución. Los sólidos de cada dispersión fueron unidos y colocados en un vaso de precipitado de 1000 mL, se dispersaron con 600 mL de agua destilada para posteriormente ajustar el pH y repetir el proceso de extracción. Todos los extractos se unificaron y se centrifugaron a 2700 g durante 15 min para separar sólidos en suspensión.

El precipitado se prensó manualmente utilizando un guante de goma y se colocó en una cápsula de vidrio sometándose a secado en una estufa convencional a 40°C hasta peso constante. La pectina extraída se llevó a granulometría de 40 mesh utilizando un micromolino. La extracción se realizó por triplicado. Se estimó el rendimiento de extracción como la relación entre el peso de la pectina extraída y el peso inicial de la cáscara seca (Barazarte et al., 2008).

Tabla 1: Tratamientos para hidrólisis ácida

| Tratamientos | Tipo de ácido | Descripción |
|--------------|---------------|------------------|
| T1 | Ácido cítrico | (pH 2) (70 min.) |
| T2 | Ácido cítrico | (pH 4) (90 min.) |

Análisis de la pectina de cáscara de cacao

A la pectina extraída de cada tratamiento se le determinó el rendimiento acidez libre, contenido de ácido galacturónico (AGA), contenido de metoxilo, grado de esterificación y peso equivalente.

La acidez libre es el inverso del peso equivalente, estas propiedades se cuantificaron mediante la titulación con NaOH 0,1 mol/L y se calcularon relacionando el peso de la muestra y los miliequivalentes de hidróxido de sodio gastados en la titulación (Owens, Mendoza et al., 2017)

$$2. \text{ peso equivalente} = \frac{\text{mg componente ácido}}{\text{meq A (NaOH)}}$$

Dónde:

Meq A (NaOH) = meq de NaOH utilizados en la titulación. Componente ácido = mg de pectina

$$3. \text{ acidez libre} = \frac{\text{meq A (NaOH)}}{\text{mg componente ácido}}$$

El porcentaje de metoxilo se determinó con la solución empleada para la definición del peso equivalente y acidez a la cual se agregó hidróxido de sodio 0,25mol/L para desesterificar la pectina. Luego se neutralizó la solución con ácido clorhídrico 0,25mol/L y se tituló con hidróxido de sodio 0,1mol/L hasta el cambio de color a rojo, y se calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$4. \% \text{Metoxilo} = \frac{\text{meq B} * 31 * 100}{\text{mg componente ácido}}$$

Donde:

31= peso molecular del metóxido (CH₃O), expresado en mg/meq. meq B = meq de NaOH utilizados en la titulación

Componente ácido = peso de la muestra (mg)

El porcentaje de metoxilo indica la proporción de unidades de ácido anhídrido galacturónico (AGA) cuyos grupos carboxilos han sido esterificados por metanol (Mejía, 2010). El grado de esterificación se midió relacionando los meq B gastados en la titulación de determinación del porcentaje de metoxilación y la suma del total de los meq A gastados en la titulación de determinación del peso equivalente y meq B; se empleó para su cálculo la siguiente ecuación:

$$5. \% \text{Esterificación} = \frac{\text{meq B}}{\text{meq A} + \text{meq B}}$$

El porcentaje de ácido galacturónico está altamente relacionado con la pureza de la sustancia péctica (Barazarte et al., 2008). La determinación de la acidez libre y de las unidades metiladas se relaciona mediante la siguiente ecuación:

$$6. \% \text{ácido galacturónico} = \frac{176 * 100 - (\text{meq A} + \text{meq B})}{\text{mg componente ácido}}$$

Dónde:

176 = peso molecular del ácido anhídrido galacturónico expresado en mg/meq,

meq A = miliequivalentes utilizados en la primera titulación con NaOH 0,1 mol/L.

meq B = miliequivalentes utilizados de NaOH 0,1 mol/L en la segunda titulación para determinar el contenido de metoxilo.

Los rendimientos reportados fueron calculados en base seca y se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$7. \text{ rendimiento} = \frac{\text{gr de pectina obtenidos}}{\text{gr de cascara de cacao}} \times 100$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Para determinar si la pectina tiene una aceptabilidad y es usada por los productores de cacao se realizó una breve entrevista la cual los entrevistados respondieron a lo siguiente:

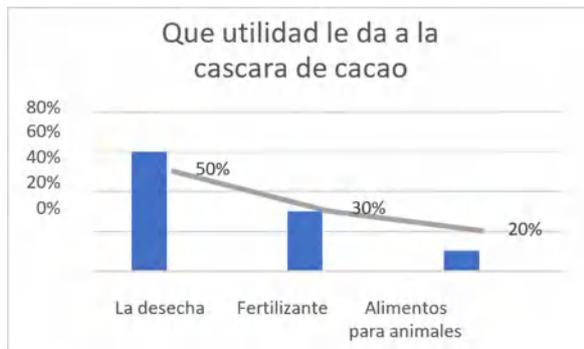


Figura 1: Que hacen con la cáscara de cacao

De la población entrevistada, la investigación permitió determinar que el 60%, no usa la cascara del cacao, es decir la desecha; mientras que el 30% y 10% la utiliza para su favor como especialmente en fertilizantes y alimentos para animales; mientras que el 50% están de acuerdo en darle un buen a la cascara del cacao y no dejarla en putrefacción.

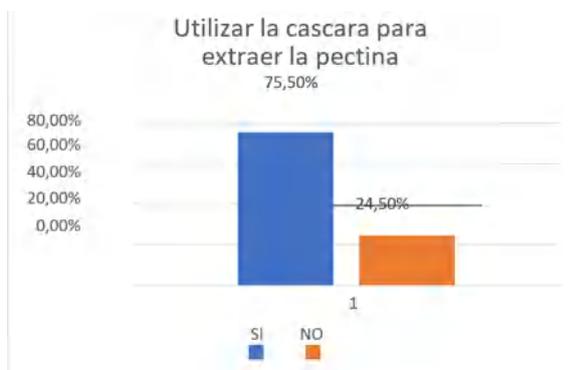


Figura 2: Uso de la cáscara de cacao

De la población entrevistada el 75,5% si tiene conocimiento sobre la pectina, que la contiene la

cascara de cacao, y opta por extraer y por su alto contenido metoxilo y gelificante, que se utiliza como aditivo y como fuente de fibra dietética. Ya que con los geles que produce se puede utilizar para crear o modificar la textura de jaleas, mermeladas, entre otros.

Tabla 2: Resultados de la caracterización fisicoquímica de la pectina

| Tratamiento | %Rendimiento | %Acidez libre | Peso equiv | %Metoxilo | %Esterificación | %Ac. Galacturónico |
|-------------|--------------|---------------|------------|-----------|-----------------|--------------------|
| T1 | 30 | 0.012 | 400 | 35.13 | 0.33 | 0.74 |
| T2 | 31.25 | 0.0038 | 125 | 58.83 | 0.71 | 1.5 |

La pectina obtenida de la cáscara del cacao de, es de alto metoxilo ya que su grado de esterificación se encuentra entre 53,13% y 58,83%, lo que determina que está en la capacidad de formar geles en presencia de azúcar y ácido, su aplicación se orienta principalmente a la elaboración de mermeladas y jaleas. En ese sentido el rendimiento de las pectinas se ve influenciado por la cantidad de solución de hidrólisis y la cantidad de alcohol utilizado en la precipitación; si el alcohol no es suficiente solo se precipita una parte de la solución y el rendimiento se reduce.

El rendimiento del proceso de extracción de pectinas de cáscaras de cacao bajo dos tratamientos diferentes se presenta en la tabla 2, se observan variaciones entre 30 y 31.25.

Aceptabilidad en una mermelada elaborada con pectina de cáscara de cacao

De la prueba de aceptabilidad de la mermelada de piña preparada con la pectina de cáscara de cacao considerada de mejor calidad (pH = 4,0 y T = 90 °C) se observó que el promedio del puntaje se ubicó en 6,27, lo que corresponde al nivel de agrado “Me gusta moderadamente”. Ello indica, que con la pectina extraída de cáscaras de cacao es posible fabricar productos como mermeladas y jaleas que podrían competir en el mercado nacional. Las observaciones realizadas sobre el color de la mermelada de piña preparada con la pectina de cáscara de cacao fueron en general calificadas como de “buen color”, lo que confirma que las pectinas obtenidas de la cáscara de cacao se pueden usar en aquellos productos con

tonalidades oscuras, para así enmascarar su coloración parda sin que se afecte la calidad del producto final.

Discusión

Las investigaciones realizadas por (Mollea, 2007) y (Vriesmann, 2012) que, para la obtención de pectina a partir de la cáscara de cacao, se utilizan cáscaras picadas en el proceso de extracción. Sin embargo, la información sobre el efecto de los métodos de procesamiento en el rendimiento y la calidad de la pectina utilizando la cáscara de cacao deshidratada y molida, expresaron que la extracción de pectinas por hidrólisis ácida se lleva a cabo a temperaturas cerca de los 80°C. Las pectinas consecutivamente se extraen y separan de los desechos de diversos frutos mediante acidificación; se realiza usando ácidos como: el cítrico, clorhídrico, fosfórico, nítrico o sulfúrico; después de concentrarlas, se precipitaron con la adición de alcohol, se seca, se granula y por último se tamiza.

Mientras que (Mendoza, Jiménez et al 2017), describieron que en la técnica de extracción enzimática realizado a escala de laboratorio, mencionan que por cada 200 g de material vegetal; de acuerdo a la ficha técnica de aplicación del fabricante, se utiliza un rango de 0,2 a 1 kg, por cada tonelada de materia prima, por lo que, se calcula para 200 g de cáscara de cacao, a una temperatura de entre 40 y 50°C y pH de 5. Los tiempos de extracción fueron de 60 y 120 minutos, la precipitación de la pectina se realiza con etanol al 96%, adicionando 80% del volumen de la solución péptica, por 30 minutos; la pectina, se filtró en tela muselina y se seca en estufa, hasta obtener peso constante.

El rendimiento de extracción y contenido de AGA presentaron un comportamiento dependiente en su mayoría de los efectos principales estadísticamente significativos. La combinación entre el pH y la temperatura fue el factor a considerar en el contenido de metoxilo, grado de esterificación y peso equivalente de las pectinas procedentes de cáscaras de cacao, ya que el efecto de la interacción no permitió generalizar un comportamiento para los factores individuales.

Otros autores como (Blakemore, 2018) obtuvieron una fracción de polisacáridos pépticos de color pardo de cáscaras de cacao secadas al sol, procedentes de Tafo, Ghana. Según (Francis y Bell, et, 2019) el color oscuro en las pectinas extraídas puede ser causada por taninos.

El mayor rendimiento observado a pH 5 puede atribuirse al menor grado de desintegración de la pectina, ya que pHs bajos pueden causar su despolimerización. (Adomako, 2016) reportó de 8,0 a

11,0 g/100g de pectinas obtenidas a partir de cáscaras de cacao, mientras que (Fontes, 2018) indicó 8,0 g/100g del endocarpio de cacao. El posible uso de la cáscara de cacao como fuente de pectina puede justificarse por la enorme cantidad de desechos que se generan de la explotación cacaotera más que por su rendimiento. (Francis, Bell et, al, 2019) describen la cáscara del cacao como materia prima de relativo bajo costo y justifica la extracción de pectinas por razones económicas más que técnicas, ya que las cáscaras frescas requieren ser procesadas rápidamente una vez que se abre el fruto para evitar daños que afecten la fracción de pectina. Son pectinas de bajo metoxilo que podrían usarse en la elaboración de productos dietéticos, elaboración de yogures y espesantes de salsas, entre otros. La pectina de mejor calidad se obtuvo a pH 4,0 y temperatura de 90°C, ya que además de su capacidad de formar geles en presencia de azúcar y ácido, presenta un rendimiento de 3,89 g/100g y una pureza de 62,26 g/100g de AGA.

Thibault, et, (2021) señalan que la disminución del grado de esterificación aumenta la habilidad de formar geles en pectinas de bajo metoxilo comportamiento contrario al presentado en el estudio actual. Por tal razón, aquellas pectinas que mostraron capacidad gelificante y que a su vez presentaron un grado de esterificación mayor a 48%, son pectinas de alto metoxilo que forman geles consistentes con azúcar y ácido y podrían utilizarse en la elaboración de mermeladas, jaleas y demás alimentos que requieren de este tipo de producto. Por otra parte, aquellas que no lograron formar geles consistentes y presentaron un grado de esterificación entre 37,49% y 42,68%.

4. CONCLUSIONES

De la presente investigación se determinó que los agricultores de cacao conocen la pectina y saben la importancia que esta enmarca a nivel industrial y optan por realizar el proceso de extracción de pectina a partir de cáscaras de cacao y determinar las características químicas que podrían ser de interés para uso industrial, sin embargo, es necesario optimizar los parámetros de extracción para aumentar el rendimiento. Los niveles de pH y temperatura de extracción influyeron significativamente en las características químicas de las pectinas de cáscaras de cacao y a pH 2 y temperatura de 90°C se extrajo la pectina de mejor calidad, gracias a la entrevista que se realizó se pudo determinar que el 55% de la población conoce la pectina y quieren darle un buen uso a la cascara del cacao, y así con ello buscar más alternativas para uso comercial, ya que con la pectina se puede realizar mermeladas pero con aspectos mejorables para incrementar su aceptabilidad.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Anchundia, J. (2016). Estrategias para el fortalecimiento de las exportaciones de derivados de cacao en la provincia del guayas. Tesis de maestría en negocios internacionales y gestión en comercio exterior. Guayaquil, Ecuador. 45p
- Barazarte, H., Sangronis, E., & Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): Una posible fuente comercial de pectinas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(1), 64-70.
- Canteri et al. - 2012—Pectina da matéria-prima ao produto final.pdf. (s. f.). Recuperado 23 de mayo de 2023, de <https://www.scielo.br/j/po/a/xFQbJ6HR3QrCpL6dT9PbVrz/?format=pdf&lang=pt>
- Chasquibol-Silva, N., Arroyo-Benites, E., & Morales-Gomero, J. C. (2008). Extracción y caracterización de pectinas obtenidas a partir de frutos de la biodiversidad peruana. *Ingeniería Industrial*, 0(026), 175. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2008.n026.640>
- Guerrero G, Suárez D, Orozco D. Implementación de un método de extracción de pectina obtenida del subproducto agroindustrial cascarilla de cacao. *Temas Agrarios* [Internet]. 17 de mayo de 2017 [citado 9 de octubre de 2023];22(1):85-90. Disponible en: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/919>
- García, Montoya, Camila, Gómez Penagos Elena. 2011. "El Entorno Comercial De La Pectina En La Industria Alimentaria Antioqueña." *Escuela De Ingeniería De Antioquia*.
- Labrador, A. M. (2016). Caracterización de pectinas industriales de cítricos y su aplicación como recubrimientos de fresas. Madrid.
- Manrique, Guillermo D. Franco M. Lajolo. 2002. "FT-IR Spectroscopy as a Tool for Measuring Degree of Methyl Esterification in Pectins Isolated from Ripening Papaya Fruit." *Postharvest Biology and Technology* 25 (1): 99-107.
- Miceli-García, Lucía G. 2014. "Pectin from Apple Pomace: Extraction, Characterization and Utilization in Encapsulating AlphaTocopherol Acetate."
- Muñoz Ordóñez, F Extracción y caracterización de la pectina obtenida a partir del fruto de dos ecotipos de cocona (*solanum sessiliflorum*), en diferentes grados de madurez; a nivel de planta piloto. [Internet]. 2011 [citado: 2023, octubre] Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola.
- Puerta, A (1996). Extracción de pectina LM de la cáscara de limón (*Citrus aurantifolia*) por el método electrolítico. Tesis de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.104p.
- Sánchez. Et.al (2011). Moléculas pécticas: extracción y su potencial aplicación como empaque. Recuperado 12 de marzo de 2023, de: https://www.researchgate.net/publication/221705143_Moleculas_pecticas_extraccion_y_su_potencial_aplicacion_como_empaque
- Rivadeneira, M, Lok, K. (2016). Plan de negocios para el montaje de una empresa productora y comercializadora de pectina. *Revista Brasileira de Ergonomia*, 9(2): 10. Recuperado de <https://doi.org/10.5151/cidi2017-060>
- Suárez y Marín (2019). Rendimiento de la pectina de cáscara de cacao, estabilizante en mermelada de naranja. Recuperado 4 de mayo de 2023, de: <http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/VOL18/ARTICULO4.pdf>
- Vivanco, A. (s. f.). OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE LA CASCARILLA DE CACAO DEL *Theobroma cacao* L., SUBPRODUCTO DE UNA INDUSTRIA CHOCOLATERA NACIONAL. Recuperado 4 de mayo de 2023, de: https://www.academia.edu/28418197/OBTENCIÓN_Y_CARACTERIZACIÓN_DE_PECTINA_A_PARTIR_DE_LA_CASCARILLA_DE_CACAO_DEL_Theobroma_cacao_L_SUBPRODUCTO_DE_UNA_INDUSTRIA_CHOCOLATERA_NACIONAL
- Vriesmann, Lúcia C. Carmen L. O. Petkowicz. 2013. "Highly Acetylated Pectin from Cacao Pod Husks (*Theobroma Cacao* L.) Forms Gel." *Food Hydrocolloids* 33 (1): 58-65.
- Vriesmann, L. C., & de Oliveira Petkowicz, C. L. (2017). Cacao pod husks as a source of low-methoxyl, highly acetylated pectins able to gel in acidic media. *International Journal of Biological Macromolecules*, 101, 146-152.
- Wang, Xin, Xin Lü. 2014. "Characterization of Pectic Polysaccharides Extracted from Apple Pomace by Hot-Compressed Water." *Carbohydrate Polymers* 102: 174-184.
- Zhang, Wenbo, Ping Xu, Han Zhang. 2015. "Pectin in Cancer Therapy: A Review." *Trends in Food Science & Technology* 44 (2): 258- 27

ALIMENTOS TRANSGÉNICOS Y SU IMPACTO EN LA SALUD

TRANSGENIC FOODS AND ITS IMPACT ON HEALTH

| | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------|
|  | 1,1.*David Mesías Guambo Delgado | guambo1agro2009@gmail.com |
|  | 1,2Doris Estefanía Peñafiel Yancha | drspeafiel@gmail.com |
|  | 1,3Cristhian David Gavilanez Díaz | c.gavilanez@outlook.com |
|  | 1,4Isabel Stephanya Castillo Heredia | iscastillo@espe.edu.ec |

¹ Investigador independiente

E-mail: * guambo1agro2009@gmail.com

RESUMEN

Gracias al gran avance de la tecnología, la ingeniería genética y la biología molecular, se han desarrollado los productos transgénicos, el presente trabajo describe el impacto que genera el consumo de alimentos transgénicos en la salud de quienes los consumen. Al inicio los AMG tenían como objeto obtener ventajas en las áreas de la agricultura y ganadería. Posteriormente esta técnica se aplicó en la producción de alimentos para el consumo humano generando mucha controversia en relación a su utilización. El objetivo de esta investigación es conocer que son los alimentos transgénicos además de plantear y analizar los posibles riesgos de dichos alimentos en la salud humana y la aceptación de los productos al mercado por parte del público. La investigación tiene un diseño descriptivo y cuantitativo, para la recolección de información se aplicó una encuesta a estudiantes universitarios. La encuesta mide los conocimientos de la población acerca de los alimentos transgénicos, el consumo, frecuencia del mismo, así como la opinión del impacto en la salud. Los resultados muestran que los entrevistados conocen muy poco del tema, además casi la mitad de la población está consciente de los efectos que tienen los AMG. En conclusión, los alimentos transgénicos no suponen mayor riesgo a la salud humana, sin embargo, es recomendable no consumirlo en exceso.

Palabras clave: Alimentos transgénicos, ingeniería genética, riesgos, consumo, seguridad alimentaria.

ABSTRACT:

Thanks to the great advance of technology, genetic engineering and molecular biology, transgenic products have been developed. This work describes the impact generated by the consumption of transgenic

foods on the health of those who consume them. At the beginning, the AMGs were intended to obtain advantages in the areas of agriculture and livestock. Later this technique was applied in the production of food for human consumption, generating much controversy in relation to its use. The objective of this research is to know what transgenic foods are in addition to raising and analyzing the possible risks of said foods on human health and the acceptance of the products on the market by the public. The research has a descriptive and quantitative design; to collect information, a survey was applied to university students. The survey measures the population's knowledge about genetically modified foods, their consumption, frequency, as well as their opinion of the impact on health. The results show that those interviewed know very little about the subject, and almost half of the population is aware of the effects of AMG. In conclusion, genetically modified foods do not pose a major risk to human health, however, it is advisable not to consume them in excess.

Keywords: Transgenic foods, genetic engineering, risks, consumption, food safety

1. INTRODUCCIÓN

Un hito en la historia de la biotecnología, gracias a los estudios de Mendel, fue el nacimiento de la genética. El conocimiento científico adquirido hasta ese momento se utilizó en la agricultura y la ganadería. Estos antiguos métodos biotecnológicos, que todavía se utilizan en la actualidad, son fácilmente aceptados por los consumidores, por ejemplo, las nectarinas: manzanas con sabor a pera u otros híbridos.

A mediados de este siglo se descubrió que la información contenida en el ADN está codificada y se iniciaron los avances más espectaculares de la biología molecular, una ciencia más precisa del control de riesgos(1).

Fonseca (2) redefine a la biotecnología como un amplio campo del conocimiento moderno que incorpora de manera innovadora la biología y la ingeniería en procesos que, aplicados a organismos vivos, tejidos, células o partes de ellos, producen bienes, servicios o conocimientos que mejorarán el bienestar de la humanidad, por otro lado Montero(3) la define como “La aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, sus partes, productos y modelos para modificar materiales vivos o no vivos para producir bienes y servicios”.

La biotecnología se ha utilizado en la industria alimentaria durante cientos de años para producir ingredientes y aditivos alimentarios tradicionales y no tradicionales. La aplicación más reciente de la biotecnología en alimentos es la modificación genética (GM). También conocida como ingeniería genética o tecnología de ingeniería genética y/o tecnología de ADN recombinante. La ingeniería genética es esa nueva ciencia que hace posible transferir información genética de un organismo a otro. Un organismo que transporta material genético de especies no relacionadas a través de la ingeniería genética se llama transgénico(1).

En la Tabla 1 se detallan algunos de los hallazgos logrados mediante la utilización de la técnica de ADN recombinante.

RESULTADOS DE LA INGENIERÍA GENÉTICA

Tabla 1. Resultados de hallazgos logrados mediante utilización de ADN recombinante.

| |
|---|
| Aumento del rendimiento y tolerancia a herbicidas. |
| Aumento de la síntesis de macro y micronutrientes. |
| Mayor tolerancia a sequías, alcalinidad, o salinidad de superficies de cultivo. |
| Mayor capacidad fotosintética. |
| Aumento de la incorporación de nutrientes al terreno. |
| Mejorías en términos de sabor, color, textura del alimento. |
| Optimización de la duración y conservación de alimentos. |
| Mayor resistencia a temperaturas extremas. |

La biotecnología alimentaria puede entenderse en particular como el uso de tecnologías biológicas para la producción, conversión o conservación de alimentos o para la producción de materias primas, aditivos y materiales auxiliares para la industria alimentaria(4).

Los ejemplos de aplicaciones biotecnológicas de la ingeniería genética para mejorar las variedades de alimentos incluyen el bio enriquecimiento de cultivos con mayores cantidades de nutrientes específicos, el desarrollo de variedades con perfiles de composición más saludables y seguros, y el desarrollo de alimentos funcionales con actividades específicas beneficiosas para la salud. También existen numerosos desarrollos destinados a mejorar propiedades organolépticas u otras que son importantes desde el punto de vista de la tecnología alimentaria o su comercialización(5).

Levaduras, fermentos, enzimas y otros productos forman parte de la industria alimentaria desde sus inicios. La novedad de la biotecnología moderna radica en el control más estricto sobre la actividad de estos "biológicos"; Esto permite nuevos productos en algunos casos, reducción de costos y/o mejor control sobre la variabilidad de la calidad del producto en otros. Hay dos modelos para implementar estas tecnologías.

En el primer caso, las propias empresas alimentarias -que se encuentran entre las más grandes del mundo en términos de facturación- han dirigido parte de sus esfuerzos de investigación y desarrollo hacia la aplicación de modernas técnicas biotecnológicas. Es un proceso delicado en el que, por un lado, priman los atractivos de las nuevas biotecnologías y, por otro lado, cobran relevancia los problemas de imagen relacionados con la seguridad la calidad “tradicional” de los alimentos(5).

La transgénesis se refiere a la "transferencia horizontal de información genética en plantas o animales", en contraposición a la "transferencia vertical" que ocurre en la reproducción sexual normal. En el caso de las plantas, la transgénesis se lleva a cabo principalmente a través de técnicas de transformación bacteriana (utilizando *Agrobacterium tumefaciens*) o de biobalística, que permite introducir genes (llamados transgenes) con la información deseada en el genoma de las plantas.

Por lo general, los transgenes son tomados de especies diferentes a la planta que se está mejorando. Hasta ahora, los transgenes más comúnmente utilizados son aquellos que confieren resistencia a ciertos herbicidas(6).

En relación a los alimentos modificados genéticamente, lo que se realiza es buscar, en un organismo vivo (animal, planta, bacteria o virus) un gen que codifique una proteína; como podría ser una enzima que participe en la maduración de los frutos o en la producción de una sustancia que evite la multiplicación viral o que tenga un efecto en la estructura o el sabor, otorgándole un aumento en el contenido de un nutriente o una mayor resistencia a un herbicida.

Este gen se inserta en el ADN del alimento que se desea mejorar o modificar. De esta manera, se logran obtener las características finales deseadas, sin tener que pasar por procesos lentos de selección y cruce de cultivos y animales que se venían llevando a cabo de manera tradicional(7).

Los posibles peligros a los que podríamos estar expuestos con los AGM y que son la base de grupos ecologistas que se oponen al uso y consumo de AGM, son la aparición de alergias, la resistencia a los medicamentos, la disminución o alteración del valor nutricional de los alimentos, la presencia de sustancias venenosas, la aparición de enfermedades nuevas e incurables, además del perjuicio a las especies silvestres de plantas.

En un principio, todos los individuos debían obtener ventajas de los organismos genéticamente modificados (OGM): fabricantes, cultivadores, criadores de ganado, piscicultores, distribuidores y consumidores. Algunos ganarían vendiendo semillas y productos químicos agrícolas; otros obtendrían mayores rendimientos en sus campos, animales o peces; otros podrían almacenar los productos por más tiempo; y finalmente, los consumidores disfrutarían de alimentos con mejor sabor, más nutritivos o más económicos.

Se esperaban tantos beneficios que, al principio, incluso se planteó que los OGM podrían solucionar el problema del hambre a nivel global y, por ende, asegurar la seguridad alimentaria mundial. Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones biotecnológicas han tenido como objetivo responder a los intereses económicos o biomédicos originados en los países desarrollados: producir plantas libres de enfermedades, plagas y resistentes a herbicidas; acelerar la maduración en quesos o lograr vinos con un mayor aroma afrutado; crear animales transgénicos que porten múltiples copias del gen de la hormona de crecimiento de otras especies para crecer más rápido; modificar genes para retrasar la madurez sexual y aumentar su tamaño; desarrollar animales transgénicos para una mejor eficiencia alimentaria; descubrir y mejorar nuevas vacunas y diagnósticos de enfermedades; desactivar

proteínas causantes de intolerancias, entre otras posibilidades(8).

En los últimos años se desarrollaron investigaciones sobre el riesgo de consumo de alimentos transgénicos obteniendo resultados alarmantes, a comparación de estudios anteriores, sólo unos años después de la salida al mercado de las primeras plantas transgénicas, Ewen y Pusztai en 1998, advirtieron con respecto a que las papas transgénicas eran tóxicas para las ratas y afectan su sistema inmunológico. De tal manera que causó mucha controversia científica, y a partir de este evento, han incrementado los estudios del riesgo que pueden provocar los alimentos transgénicos en la salud del ser humano y prevenir antes de ser incluidos en la cadena alimentaria(9).

Según Bejarano & Mata(10), la justificación de los alimentos transgénicos, en favor del bienestar de la humanidad, tiende a variar según las circunstancias. Para refutar la posibilidad de que consumir estos alimentos pueda causar alergias, toxicidad o impactos ambientales, se afirma que el ADN y las proteínas modificadas introducidas se descomponen y, por lo tanto, no sobreviven ni pueden ser transmitidas. Sin embargo, para fomentar el uso de organismos vegetales como fuente de vacunas u otros medicamentos, se argumenta que las proteínas modificadas son altamente estables. Esto plantea interrogantes sobre las implicaciones de llevar a cabo estas modificaciones genéticas en organismos cuyos productos están destinados para la población humana y animal.

Este artículo tiene como objetivo conocer qué son los alimentos transgénicos además de plantear y analizar los posibles riesgos de dichos alimentos en la salud humana y la aceptación de los productos al mercado por parte del público.

2. METODOLOGÍA

El presente artículo utilizó un método de revisión bibliográfica, descriptiva y mixta por lo que se han consultado diversas fuentes: artículos científicos, documentos divulgativos, revistas, libros, etc. La información se ha utilizado de fuentes primarias y confiables como SciELO, Redalyc, y buscadores especializados como Google académico.

Se desarrolló por medio de un enfoque cualitativo, el cual ayudó a obtener datos y conocer los efectos perjudiciales de los alimentos transgénicos en la salud humana, El instrumento utilizado fue el cuestionario aplicado a los estudiantes universitarios.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la investigación se determinó que el 86.8% de los encuestados tienen poco conocimiento sobre los alimentos transgénicos mientras que el 11.3% indicó que tiene algún conocimiento sobre el mismo.

Del total de encuestados el 42.5% señaló que ha consumido alguna vez un alimento modificado genéticamente, pero está también el 27.8% que no lo ha ingerido mientras el 29.6% destaca no saber si lo ha probado o no. Se obtuvo como resultado que la frecuencia al consumirlo es siempre con el 20%, a veces con el 70% y casi nunca el 10%.

El 70% lee las etiquetas de los alimentos mientras el 30% no lo hace, entre las respuestas más comunes resalta la falta de tiempo para informarse del contenido nutricional así mismo el desinterés del mismo.

Además, se obtuvo que el 42.6% considera perjudicial el consumo de alimentos transgénicos y menciona estar en contra de la existencia de estos productos con el 46.3 %, por otro lado, con el 57.4 % de asertividad, la población objeto de estudio señala que los AMO no son perjudiciales e indican estar a favor con el 53.7%.

El 23 de junio del 2005, la OMS, a través del Departamento de Inocuidad Alimentaria, publicó el informe Biotecnología avanzada de los alimentos, bienestar y progreso humano: estudio basado en pruebas, el cual indica, en relación a la realidad sobre la seguridad para la salud y el medio ambiente de estos organismos, lo siguiente:

"La introducción de un organismo genéticamente modificado no es exactamente un proceso controlado; puede tener diversos resultados en cuanto a la integración, la expresión y la estabilidad del gen modificado en el huésped.

Los aspectos innovadores de los organismos genéticamente modificados (OGM) también pueden conllevar peligros directos para la salud y el desarrollo humano. Muchos de los genes y características utilizados en los OGM agrícolas, aunque no todos, son nuevos y no se conocen antecedentes de uso alimentario seguro.

"Los OGM también pueden tener repercusiones indirectas en la salud humana a través de impactos perjudiciales en el medio ambiente o de efectos desfavorables en factores económicos (incluyendo el comercio), sociales y éticos"(11).

Algunos grupos ecologistas argumentan que la manipulación genética de un organismo está rodeada de grandes incertidumbres debido a la multitud de efectos imprevistos que pueden surgir al potenciar, silenciar o alterar las proteínas, o cambiar sus vías metabólicas. Estos grupos y algunos consumidores aún desconfían de los métodos biotecnológicos y el consumo de alimentos modificados genéticamente, basándose en algunas preocupaciones relacionadas con la posible generación de alergias y toxicidad.

En relación con el primer punto, es importante destacar que la transferencia de genes puede transmitir alérgenos y provocar alergias en las personas que consumen el organismo modificado genéticamente. Esto se demostró en el caso de una variedad de soja transgénica a la que se le añadió un gen de la nuez del Brasil para aumentar su contenido nutricional. Estudios epidemiológicos revelaron que el consumo de esta soja transgénica podía causar una reacción alérgica en personas sensibles a los frutos secos, lo que impidió que el nuevo alimento se comercializara.

Reyes y Rozowski (7) establecen que la posibilidad de que se transmita resistencia a los antibióticos a través del consumo de alimentos transgénicos, constituye uno de los mayores temores en relación con el consumo de AGM. Se postula que al utilizar bacterias u otros microorganismos resistentes a un determinado antibiótico para seleccionar aquellas que han incorporado los genes que codifican la característica de interés.

Al ingerir estos productos se transmitiría esa resistencia al antibiótico lo que dificultaría el manejo de patologías. Sin embargo, no existe evidencia que se puedan transferir estos genes de resistencia desde los AMG al tracto digestivo humano. Por otro lado, esta metodología es cada vez menos utilizada lo que le ha restado importancia a este aspecto.

Aproximadamente el 1 al 2 % de los adultos y alrededor del 5 al 6 % de los niños experimentan respuestas alérgicas a los alimentos, aunque en estos últimos, muchas de las alergias desaparecen espontáneamente durante la adolescencia. Prácticamente todos los alérgenos conocidos son proteínas y aproximadamente el 90 % de las alergias inducidas por alimentos corresponden al cacahuete, la soja, verduras, frutas, leche, huevos, cereales, frutos secos, algunos pescados y mariscos.

La lista detallada de alimentos que contienen alérgenos incluye el trigo, el arroz, la patata, la cebada, el plátano, la judía, el apio, el kiwi, el maíz, la aceituna,

la papaya, la piña, el tomate, entre muchos otros; todos ellos modificados genéticamente mediante métodos convencionales de cruce y selección, y ante los cuales no hay ninguna objeción. En términos generales, la reacción alérgica no es ocasionada por el alimento en su totalidad, sino por alguna o algunas proteínas presentes en él, o incluso por fragmentos de estas proteínas, llamados epítopes alergénicos(12).

Otro caso que causó cierta preocupación fue el del maíz modificado genéticamente Starlink, cuyo consumo provocó reacciones alérgicas en algunos de los consumidores de tortillas hechas con este cereal, según se informa en las investigaciones publicadas por Bucchini y Goldman(13). En un principio, esta variedad se vendió a los agricultores con el propósito de destinar la producción como alimento para animales, aunque por falta de conocimiento o mala intención, parte de la cosecha se destinó al consumo humano hasta que la EPA (Agencia de Protección Ambiental) y el Departamento de Agricultura de Estados Unidos tomaron medidas para eliminar el maíz StarLink de la cadena de suministro de alimentos).

Se recuperaron 495 elementos de los cuales 372 (75,1%) se obtuvieron de la base de datos del *Institute for Scientific Information (ISI), Web Of Knowledge*, 61 (12,3%), de *Medline*, 31 (6,3%), de *EMBASE*, 16 (3,2%), de *CINAHL*, 12 (2,4%), de *AGRICOLA* y 3 (0,6%) de *LILACS*.

El consumidor expresa su preferencia por el producto no-genéticamente modificado y señala que compra el elemento que está a mejor precio en un mercado que acoge las nuevas tecnologías. La población se mostraba a favor del etiquetado obligatorio de los productos GM, aunque en algunos estudios se prefería que fuera voluntario. Se ha demostrado el escaso conocimiento sobre los transgénicos y en algunos casos, se subestimó la cantidad que se consumía(13).

4. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de la salud, las pruebas científicas indican que el consumo de alimentos genéticamente modificados no implica mayores riesgos que los alimentos tradicionales, ya que se someten a numerosos controles antes de ser comercializados para evaluar su potencial alergénico o toxicidad. Además, un etiquetado preciso eliminaría cualquier posible inconveniente en este contexto. Por otro lado, la capacidad de mejorar el valor inmunológico y nutricional, así como las características de sabor y durabilidad, son argumentos a favor de los alimentos modificados genéticamente.

A la luz de los conocimientos científicos actuales, se puede concluir que en este tema hay más incertidumbres que certezas. No hay pruebas concretas y confiables para afirmar que los alimentos modificados genéticamente son seguros y saludables, ya que no existen programas de seguimiento de sus efectos en la salud humana. Aunque los alimentos transgénicos pueden tener efectos perjudiciales para la salud, es cierto que no se están investigando lo necesario.

Es imprescindible, por consiguiente, una estricta supervisión que, desde los gobiernos y la sociedad civil, prevenga los excesos del modelo económico característico de la globalización y fomente una utilización solidaria de los alimentos genéticamente modificados. Aunque el problema del hambre en el mundo se debe principalmente a la desigual distribución de alimentos, no hay ninguna duda de que el correcto empleo de los organismos genéticamente modificados ayudaría a disminuir la incertidumbre en la disponibilidad de alimentos tanto en el presente como en el futuro.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Chamas A. Alimentos transgénicos. *Inven Rev Investig Académica*. 2000;(4-5):149-59.
2. Hernández Fonseca H. Biotecnología. *Rev Científica*. junio de 2010;20(3):225-6.
3. Montero J. Biotecnología: presente y futuro. [citado 13 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/230311000>
4. Garibay MG, Ramírez RQ, Canales ALM. Biotecnología alimentaria. Editorial Limusa; 1993. 654 p.
5. Levitus G, Echenique V, Rubinstein C, Hopp E, Mroginski L, others. Biotecnología y mejoramiento vegetal II. *Inst Nac Tecnol Agropecu Argent*. 2010;258.
6. Sanz-Valero J, Castiel L, Veiga de Cabo J, Alemany M, Bernabeu-Mestre J. *Bioética y Nutrición*. 2010.
7. Reyes S. MS, Rozowski N J. ALIMENTOS TRANSGÉNICOS. *Rev Chil Nutr*. abril de 2003;30(1):21-6.
8. SciELO - Brasil - Pensando sobre el riesgo alimentario y su aceptabilidad: el caso de los alimentos transgénicos Pensando sobre el riesgo alimentario y su aceptabilidad: el caso de los alimentos transgénicos [Internet]. [citado 13 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rn/a/m7DsZzDNtxmRp39JsNqQmSg/?lang=es>

9. Rocio D, Toaquiza D. Alimentos transgénicos en la Salud Humana GMO Foods in Human Health. 8 de abril de 2021;
10. Bejarano F, Mata B. Impactos del libre comercio, plaguicidas y transgénicos en la agricultura de América Latina. RAPAM; 2003.
11. R.-Herbert M, García-G JE, García-G M. Alimentos transgénicos: incertidumbres y riesgos basados en evidencias. Acta Académica. 2006;39(Noviembre):129-45.
12. Acosta O. Riesgos y preocupaciones sobre los alimentos transgénicos y la salud humana. Rev Colomb Biotecnol. 1 de julio de 2002;4(2):5-16.
13. Bernstein JA, Bernstein IL, Bucchini L, Goldman LR, Hamilton RG, Lehrer S, et al. Clinical and laboratory investigation of allergy to genetically modified foods. Environ Health Perspect. junio de 2003;111(8):1114-21.

TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS TRATADOS CON ALTAS PRESIONES

TECHNOLOGIES FOR CONSERVATION OF FOODS TREATED WITH HIGH PRESSURE

| | | |
|---|--------------------------------------|----------------------------------|
|  | 1,1,*Santiago Nicolás Aguiar Novillo | correo: saguiar@uea.edu.ec |
|  | 2,2Daniela Ivonne Salazar Lliguin | danielasalazar14_@hotmail.com |
|  | 2,3Jhuliana Maribel Jiménez Tamayo | yuli.j@hotmail.com |
|  | 2,4Willian Efrain Guacho Daquilema | willian.guacho@educacion.gob.ec |
|  | 3,5Washington Gustavo Mancero Orozco | washington.mancero@esPOCH.edu.ec |

¹Universidad Estatal Amazónica· Facultad Ciencias de la tierra· Carrera de Ingeniería·

²Investigador independiente·

³Escuela Superior Politécnica de Chimborazo·

E-mail: * saguiar@uea.edu.ec

RESUMEN

La tecnología de conservación por alta presión, es un método utilizado para prolongar la vida útil de los alimentos sin utilizar calor o productos químicos. La presente investigación tiene como objetivo determinar las tecnologías más utilizadas en la conservación de alimentos tratados con altas presiones, para lo cual se realizó una revisión sistemática de documentos. Se determinó que este proceso implica someter los alimentos a altas presiones hidrostáticas, generalmente entre 300 y 600 megapascuales (MPa), durante un período de tiempo determinado. Esta tecnología inactiva los microorganismos y enzimas presentes en los alimentos que pueden causar deterioro o enfermedades transmitidas por alimentos. La alta presión aplicada durante el procesamiento puede destruir las membranas celulares de los microorganismos, lo que resulta en su muerte o inactivación, una amplia gama de alimentos usa este método, incluyendo productos cárnicos, aves de corral, mariscos, frutas y verduras frescas, jugos y bebidas, productos lácteos y alimentos preparados. Algunos patógenos, como las esporas bacterianas y ciertos virus, pueden ser resistentes a las altas presiones y sobrevivir al procesamiento. Por lo tanto, es fundamental seguir practicando buenas prácticas de higiene y manipulación de alimentos para garantizar la seguridad alimentaria.

Palabras clave: *Conservación, Alta presión, Hidrostáticas, Enzimas.*

ABSTRACT:

High pressure preservation technology is a method used to extend the shelf life of food without using heat or chemicals. The objective of this research is to determine the most used technologies in the conservation of foods treated with high pressures, for which a systematic review of documents was carried out. It was determined that this process involves subjecting food to high hydrostatic pressures, generally between 300 and 600 megapascals (MPa), for a certain period of time. This technology will inactivate microorganisms and enzymes present in foods that can cause spoilage or foodborne illness. The high pressure applied during processing can destroy the cell membranes of microorganisms, resulting in their death or inactivation, a wide range of foods use this method, including meat products, poultry, seafood, fresh fruits and vegetables, juices and beverages, dairy products and prepared foods. Some pathogens, such as bacterial spores and certain viruses, can be resistant to high pressures and survive processing. Therefore, it is essential to continue practicing good hygiene and food handling practices to ensure food safety.

Keywords: *Conservation, High-pressure, Hydrostatic, Enzymes.*

1. INTRODUCCIÓN

Las preocupaciones sobre la seguridad alimentaria se encuentran actualmente en su punto más alto debido a publicidad mundial sobre casos y brotes de enfermedades transmitidas por alimentos. Estas preocupaciones son ahora de máxima prioridad en el ámbito político y agendas económicas de los gobiernos a varios niveles. Una de las peores pesadillas para los productores o procesadores de alimentos es tener el nombre de su empresa aparece en un informe de noticias como la fuente de una enfermedad transmitida por los alimentos. Además de la pérdida de confianza del consumidor y pérdida de ventas, también hay aspectos legales sobre qué alimentos las empresas deben estar preocupadas(1).

La creciente demanda de alimentos con características lo más parecidas al producto fresco, que sean mínimamente procesados, seguros y que conserven sus cualidades nutricionales y organolépticas, ha impulsado el desarrollo de nuevas alternativas de conservación para preservar la calidad de los productos para así satisfacer los gustos y necesidades del consumidor. Los métodos no térmicos para la conservación de alimentos están siendo actualmente objeto de un gran número de investigaciones para evaluar su potencial como una alternativa o como un proceso complementario a los métodos tradicionales de conservación(2).

Una de las tecnologías más prometedoras es el tratamiento por Alta Presión Hidrostática (APH, en inglés High Hydrostatic Pressure o HHP), también llamada presurización, pascalización o simplemente alta presión. Es una de las tecnologías más aceptadas (reconocida por el Codex Alimentarius) y permite conservar de forma más efectiva que los tratamientos térmicos la calidad (sabor, aroma, color y vitaminas) de determinados alimentos frescos e inactivar microorganismos, esporas y enzimas, incrementando su vida útil (en combinación con la refrigeración) y facilitando su comercialización. Esta tecnología destaca, por tanto, sobre los procesos térmicos(3).

El procesamiento a alta presión (HPP, por sus siglas en inglés) es un proceso no térmico capaz de inactivar y eliminar los microorganismos patógenos y que deterioran los alimentos. Esta nueva tecnología tiene un enorme potencial en la industria alimentaria, controlando el deterioro de los alimentos, mejorando la seguridad alimentaria del producto mientras conserva las características de los alimentos frescos, sin conservantes y mínimamente procesados(2).

Según un estudio publicado en la revista Food Control, "la tecnología HPP es una alternativa a los métodos tradicionales de conservación de alimentos porque puede mejorar la calidad sensorial y nutricional de los alimentos mientras se asegura su seguridad microbiológica"(4).

Además, "la tecnología HPP también puede ser utilizada para extender la vida útil de los alimentos sin necesidad de aditivos químicos"(5). Otras tecnologías de conservación de alimentos incluyen el tratamiento térmico, la irradiación y el uso de conservantes químicos. Sin embargo, estas tecnologías pueden tener efectos negativos en la calidad nutricional y sensorial de los alimentos. Por ejemplo, "el tratamiento térmico puede reducir significativamente el contenido de nutrientes en los alimentos y afectar su sabor y textura".

Los alimentos constituyen un medio de cultivo ideal para el crecimiento de microorganismos y son muchas las causas que pueden influir negativamente sobre su calidad, ya sea por factores intrínsecos del alimento debido a su contenido en nutrientes, la disponibilidad de agua, el pH, etc., o por factores extrínsecos como la temperatura de almacenamiento, la humedad relativa, la exposición a la luz solar y el aire, la manipulación y el procesado de las materias primas, etc. Las bacterias, junto con hongos filamentosos y levaduras son, generalmente, los contaminantes más frecuentes causantes de la alteración de los alimentos(6).

La conservación de los alimentos persigue como objetivo primordial mantener un producto en perfectas condiciones higiénicas y preservar sus cualidades reológicas y organolépticas(7).

Las altas presiones, por todas sus ventajas y características, cuentan con aplicaciones de muy diversa índole en la industria alimentaria, la mayoría de ellas orientadas a la conservación de los alimentos. Japón fue el país pionero en el desarrollo de la alta presión para su utilización en la industria alimentaria, hacia la década de los ochenta, y fue ya en 1992 cuando salieron al mercado los primeros productos tratados por alta presión, seguido por Estados Unidos, Alemania, Francia y España(8).

Debido al éxito comercial que supuso la presurización en mermeladas y otros productos confitados, se han comercializado también jaleas y mariscos en Japón, ostras y guacamole en Estados Unidos y jugos de fruta en Francia, México y Reino Unido(9).

En algunos trabajos(10) se describen todas estas aplicaciones para distintos grupos de alimentos.

Entre ellas figuran:

Pasteurización y esterilización sin modificar el valor nutritivo ni las propiedades organolépticas de los alimentos.

Inactivación/activación de enzimas para retardar/ acelerar procesos de maduración, fermentación. u otro tipo de transformaciones enzimáticas deseables en los alimentos.

Modificación de la estructura debido a cambios en la configuración proteica (ablandamiento de textura en carnes y pescados, decoloración de hemoglobina en sangre de animales, inactivación de ciertas toxinas).

Cambios en las transiciones de fase (congelación a temperaturas bajo cero evitando la formación de cristales de hielo, disminución del punto de fusión de lípidos, gelatinización a bajas temperaturas).

Extracción de componentes alimentarios (pectinas, pigmentos e incluso agua), Agregación de sólidos o polvos alimentarios para elaborarlos en forma de barras, cubos, tabletas.

Existe una amplia diversidad de métodos físicos aplicables a la conservación de los alimentos.

Muchos de ellos se basan en el empleo de distintas temperaturas y en la reducción de la actividad de agua de un alimento para inhibir, destruir o eliminar los microorganismos indeseables. La conservación en frío (refrigeración y congelación), el tratamiento por calor (pasteurización y esterilización) y la deshidratación (deseccación y liofilización) de los alimentos son los métodos más empleados para evitar o ralentizar el crecimiento de microorganismos. En la refrigeración, la temperatura del producto se mantiene entre -1 y 8°C, y se utiliza con frecuencia en combinación con otras operaciones de conservación (fermentación, irradiación, pasteurización) o con conservantes químicos (como la sal o los ácidos orgánicos) para reducir la velocidad de las transformaciones microbianas y bioquímicas que tienen lugar en el alimento y para prolongar la vida útil de alimentos sometidos a procesos de conservación poco drásticos(11).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha realizado una revisión sistemática de documentos de la Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos de Reynosa-México, documentos de revisión del Departamento de Patología y de Producción

Animal de la Universidad Autónoma de Barcelona y revistas de Investigación como la Revista de Medicina de la Universidad de Navarra en Pamplona-España y la Revista Ra Ximhai de la Universidad Autónoma Indígena de México y demás textos científicos dedicados a la investigación de tratamiento y conservación de alimentos, procesos agroindustriales de diferentes partes del mundo para tener un mayor conocimiento.

Estrategia de búsqueda

Se llevó a cabo una búsqueda en Google Académico de documentos, artículos y guías de práctica publicados por diferentes sociedades y Universidades que traten el tema tanto en México y España. Esta búsqueda se hizo tanto en español como en inglés. Posteriormente, se realizó una búsqueda de revisiones sistemáticas de la literatura científica del tema. Para la búsqueda de estudios originales se consultó las bases de datos ScienceDirect mediante los criterios de búsqueda: Conservación de Alimentos, Procesos agroindustriales sobre alimentos a altas presiones, La alta presión en los alimentos. También usamos como límite que la lengua de los estudios fuera inglés o español. Se analizaron además las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados con el fin de rescatar otros estudios potencialmente imprescindibles para nuestra revisión. Dichos artículos fueron localizados a través de Google Académico.

Criterios de inclusión y exclusión

En la búsqueda de literatura gris se incluyó todo tipo de documentos aportados por las diferentes sociedades, asociaciones profesionales y Universidades.

El principal criterio de exclusión fue que los artículos no incluyeran información muy antigua sobre el tema ya que esto con el pasar de los años ha ido cambiando e innovándose con más información e investigación.

Extracción de datos

Tras la búsqueda inicial se localizaron 17 estudios especializados y centrados en el tema, aunque se excluyeron 6 que no fueron relevantes para el objetivo de esta revisión. Finalmente se seleccionaron 6 revisiones sistemáticas, 1 estudio original y 4 artículos, en los cuales aparecían recomendaciones de diversas sociedades profesionales.

Para proceder a la selección se revisaron los abstracts y en caso necesario los artículos completos con el fin de decidir si la información que contenían estaba o no relacionada con nuestro tema a tratar.

Análisis de los datos

La información analizada se estructuró en dos subapartados: el estudio de la conservación de alimentos y otro dedicado a la conservación por alta presión y sus riesgos al consumir estos alimentos.

Del conjunto de estudios analizados se extrajo, para cada apartado, información de diferentes variables. En los documentos analizados las variables fueron: organización y país, consumidores, beneficios,

procesos, costos.

De las revisiones sistemáticas se extrajo información sobre autoría, año, finalidad, fuentes de información, y conclusiones.

De los artículos originales se extrajo información sobre autoría, revista en la que estaba publicado y año de publicación país donde se realizó el estudio, tipo de estudio, sujetos y origen, medida de resultado, y conclusiones.

3. RESULTADOS

Tabla 1: Métodos aplicables a la conservación de alimentos

| Tratamiento por | | |
|-----------------|----------------|--|
| Frio | Refrigeración | Consiste en conservar los alimentos a una temperatura, entre 0 °C y 8 °C, cercana al punto de congelación. |
| | Congelación | Permite conservar nuestros alimentos por largos periodos de tiempo, inferiores a 24°C bajo cero. |
| Calor | Pasteurización | Consiste en el tratamiento del calor de un producto para matar todas las bacterias patógenas y reducir la actividad enzimática |
| | Esterilización | Técnica física de conservación de alimentos envasados herméticamente en un recipiente y sometidos a temperaturas elevadas |
| Deshidratación | Deseccación | Reducción de la cantidad de agua mediante el tratamiento del alimento en condiciones ambientales |
| | Liofilización | Técnica basada en el desecado de determinados materiales por medio de la sublimación del agua contenida en éstos. |
| Alta Presión | | Sistema de conservación en frío, que utiliza altas presiones hidrostáticas para desactivar patógenos en los alimentos |

Fuente: (1)

Tabla 2: Pasos simples para que los consumidores garanticen la seguridad alimentaria

| | | |
|----------------|---|--|
| Limpiar | Lávese las manos y las superficies con frecuencia | Lave sus tablas de cortar, platos, utensilios y encimeras con agua caliente y jabón después de preparar cada alimento y antes de ir a la siguiente comida. Use tablas de cortar de plástico u otras no porosas. Considere usar toallas de papel para limpiar las superficies de la cocina. |
| Separar | No contamine de forma cruzada | Esto es especialmente cierto cuando se manipulan carnes, aves y mariscos crudos. Nunca coloque alimentos cocidos en un plato que anteriormente contenía carne, aves o mariscos crudos. |
| Cocine | Cocine a las temperaturas adecuadas | Use un termómetro limpio que mida la temperatura interna de los alimentos cocidos. Cocine asados y bistecs a por lo menos 145°F. Las aves enteras deben cocinarse a 180 ° F para que estén listas Cocine la carne por lo menos 160 ° F |
| Enfriar | Refrigere rápidamente | Divida grandes cantidades de sobras en recipientes pequeños y poco profundos para que se enfríen rápidamente en el refrigerador. |

Fuente: (12)

1. DISCUSIÓN

La alta presión es un método de conservación de alimentos que utiliza la aplicación de presión hidrostática para inactivar microorganismos y enzimas presentes en los alimentos. Este proceso, también conocido como procesamiento por altas presiones (HPP, por sus siglas en inglés), es una técnica no térmica que se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos sin utilizar calor o aditivos químicos.

El proceso de alta presión se basa en el principio de que los microorganismos y las enzimas son sensibles a la presión. Al someter los alimentos a altas presiones, se pueden inactivar o eliminar estos organismos no deseados sin afectar significativamente las características sensoriales y nutricionales de los alimentos.

El proceso de alta presión se lleva a cabo usando una máquina de procesamiento especializada que aplica presiones extremadamente altas, generalmente entre 100 y 800 megapascuales (MPa), durante un período de tiempo determinado. Estas presiones son mucho más altas que las utilizadas en otros métodos de conservación de alimentos, como la pasteurización o la esterilización.

Uno de los principales beneficios del procesamiento

por altas presiones es su capacidad para inactivar patógenos transmitidos por alimentos, como Salmonella, Listeria monocytogenes y Escherichia coli. Estos patógenos pueden causar enfermedades transmitidas por alimentos y representan un riesgo significativo para la salud pública. La alta presión puede eliminar o reducir la carga microbiana en los alimentos, lo que ayuda a garantizar su seguridad.

Además de inactivar microorganismos, el procesamiento por altas presiones también puede inactivar enzimas que pueden causar deterioro de los alimentos. Las enzimas son moléculas biológicas que catalizan reacciones químicas en los alimentos, lo que puede llevar a cambios en el color, sabor, textura y valor nutricional. Al inactivar estas enzimas, el procesamiento por altas presiones puede ayudar a mantener la calidad de los alimentos durante un período de tiempo más largo.

Aunque el procesamiento por altas presiones es efectivo para inactivar microorganismos y enzimas, no es adecuado para todos los tipos de alimentos. Algunos alimentos, como las frutas y verduras frescas, pueden ser sensibles a las altas presiones y pueden sufrir daños estructurales o cambios en la textura después del procesamiento. Por lo tanto, es importante evaluar

cuidadosamente la idoneidad de este método para cada tipo de alimento.

Los alimentos tratados a alta presión y los diferentes métodos de conservación de alimentos son temas de gran importancia en la industria alimentaria. Estos métodos se utilizan para prolongar la vida útil de los alimentos, mantener su calidad y seguridad, y reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos.

1. Alimentos tratados a alta presión:

La tecnología de alta presión, también conocida como procesamiento por altas presiones (HPP, por sus siglas en inglés), es un método no térmico utilizado para inactivar microorganismos y enzimas presentes en los alimentos.

El tratamiento a alta presión puede eliminar o reducir significativamente la carga microbiana de los alimentos, incluyendo bacterias patógenas como *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli*.

A diferencia de otros métodos de conservación de alimentos, el tratamiento a alta presión no utiliza calor, lo que ayuda a mantener la calidad sensorial de los alimentos, como el sabor, textura y valor nutricional.

Los alimentos tratados a alta presión tienen una vida útil más larga en comparación con los alimentos frescos sin tratar. Esto permite una mayor disponibilidad de productos fuera de temporada y reduce el desperdicio de alimentos.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el tratamiento a alta presión no es efectivo contra todos los microorganismos. Algunos virus y esporas bacterianas pueden ser resistentes al tratamiento.

2. Otros métodos de conservación de alimentos:

Además del tratamiento a alta presión, existen otros métodos ampliamente utilizados para conservar los alimentos, como la pasteurización, el enlatado, el ahumado, la deshidratación y la refrigeración.

La pasteurización es un proceso térmico que utiliza calor para eliminar o inactivar microorganismos presentes en los alimentos. Este método se utiliza comúnmente en productos lácteos, jugos y alimentos enlatados.

La deshidratación es un método que implica eliminar el agua de los alimentos, lo que inhibe el crecimiento de microorganismos. Los alimentos deshidratados

tienen una vida útil prolongada y son ligeros y fáciles de transportar.

La refrigeración es uno de los métodos más comunes de conservación de alimentos. Bajas temperaturas retardan el crecimiento de microorganismos y ralentizan las reacciones químicas que pueden afectar la calidad del alimento

Esterilización: es un proceso que utiliza calor para eliminar todos los microorganismos presentes en los alimentos. Este método se utiliza principalmente para alimentos enlatados y productos envasados que requieren una vida útil prolongada.

-Congelación: La congelación es un método de conservación que utiliza bajas temperaturas para inhibir el crecimiento de organismos y enzimas en los alimentos. Este método se utiliza habitualmente para carnes, pescados, frutas y verduras.

Tanto el tratamiento a alta presión como otros métodos de conservación de alimentos son herramientas importantes para garantizar la seguridad y calidad de los productos alimenticios. Cada método tiene sus ventajas y limitaciones, por lo que es importante seleccionar el método adecuado según el tipo de alimento y los objetivos de conservación.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Odumeru JA. Microbial Safety of Food and Food Products. In: Food Biochemistry and Food Processing [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2006 [cited 2023 Oct 13]. p. 689–704. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9780470277577.ch30>
2. Considine KM, Kelly AL, Fitzgerald GF, Hill C, Sleator RD. High-pressure processing – effects on microbial food safety and food quality. *FEMS Microbiol Lett*. 2008 Apr 1;281(1):1–9.
3. Knorr D. Effects of high-hydrostatic-pressure processes on food safety and quality. *Eff High-Hydrostatic-Press Process Food Saf Qual*. 1993;47(6):156–61.
4. Jofré A, Latorre-Moratalla ML, Garriga M, Bover-Cid S. Domestic refrigerator temperatures in Spain: Assessment of its impact on the safety and shelf-life of cooked meat products. *Food Res Int*. 2019 Dec 1;126:108578.
5. Barba FJ, Ahrné L, Xanthakis E, Landerslev MG, Orlén V. Chapter 2 - Innovative Technologies for Food Preservation. In: Barba FJ, Sant'Ana AS, Orlén V, Koubaa M, editors. *Innovative Technolo-*

- gies for Food Preservation [Internet]. Academic Press; 2018 [cited 2023 Oct 13]. p. 25–51. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128110317000029>
6. Gupta AK, Pratiksha, Das T, Kumar H, Rastogi S, Espinosa E, et al. Novel food materials: Fundamentals and applications in sustainable food systems for food processing and safety. *Food Biosci.* 2023 Oct 1;55:103013.
 7. Estrella MÁE. Atmósfera modificada en la conservación de carne de trucha arcoíris (*oncorhynchus mykiss*).
 8. Suárez-Jacobo Á, Gervilla R, Guamis B, Roig-Sagués AX, Saldo J. Effect of UHPH on indigenous microbiota of apple juice: A preliminary study of microbial shelf-life. *Int J Food Microbiol.* 2010 Jan 1;136(3):261–7.
 9. Torres JA, Velazquez G. Commercial opportunities and research challenges in the high pressure processing of foods. *J Food Eng.* 2005 Mar 1;67(1):95–112.
 10. Velazquez G, Vázquez P, Vázquez M, Torres JA. Aplicaciones Del Procesado De Alimentos Por Alta Presión High Pressure Food Processing Applications Aplicacións Do Procesado De Alimentos Por Alta Presión. *Cienc Tecnol Aliment.* 2005 Jul 1;4(5):343–52.
 11. Fellows PJ. *Food Processing Technology: Principles and Practice.* Woodhead Publishing; 2022. 806 p.
 12. Adegoke GO, Olapade AA. Preservation of Plant and Animal Foods: An Overview. In: *Progress in Food Preservation* [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2012 [cited 2023 Oct 13]. p. 603–11. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119962045.ch28>



epoch

Facultad
de Ciencias
Pecuarias



RECIENA

Revista Científica Agropecuaria

Líneas de investigación:

Ciencias agrícolas y agroindustriales
Ciencias zootécnicas y biológicas
Ciencia e ingeniería de Alimentos
Ciencia e ingeniería de biomateriales
Medicina animal
Procesos agropecuarios y agroindustriales
Economía, gerencia y negocios agropecuarios
Aplicaciones de otras ciencias a estas áreas.

✉ Información: reciena.fcp@epoch.edu.ec

epoch.edu.ec