

Extracción de Fibra Dietaria Obtenidos a Partir de Residuos de Piña para la
Elaboración de una Galleta Funcional Harina de Banano.

Paula Andrea Osorio Malvacea

Asesora

Heidy Lorena Gallego Ocampo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Política Pública en el Aprovechamiento Biotecnológico de Residuos

Agroalimentarios

2023

Resumen

Globalmente es de gran interés disponer de manera correcta los residuos agroalimentarios, procurando obtener productos extraídos de aprovechamientos para las diferentes industrias, por este motivo las políticas públicas de los diferentes departamentos tienen como objetivo crear un ciclo de producción donde se pueda obtener un mayor beneficio de los residuos agroalimentarios con procesos biotecnológicos. Con el objetivo de optimizar tiempo y recursos en las diferentes industrias, se han desarrollado diversos simuladores y optimizadores de procesos que permiten obtener resultados teóricos y realizar modificaciones en los diseños, componentes y propiedades sin realizarlo a escala real en físico. La piña es una de las frutas más deseadas a nivel mundial ocupando el quinto puesto como la fruta más comercializada por sus propiedades sensoriales y nutritivas, debido al alto contenido de fibra en la piña y sus residuos. Se propone la obtención de fibra como aprovechamiento de los residuos generados a partir de los residuos agroalimentarios adicionada en una galleta de harina de plátano siendo de gran apoyo el uso de los simuladores de procesos que permite realizar pruebas antes de que sean aplicadas a un proceso real.

Palabras clave: Agroalimentario, industrias, residuos, subproductos, fibra, piña, biotecnología.

Abstract

Globally, it is of great interest to correctly dispose of agri-food waste, trying to obtain products extracted from uses for different industries, for this reason the public policies of the different departments have the objective of creating a production cycle where a greater benefit can be obtained from agri-food waste with biotechnological processes. With the aim of optimizing time and resources in different industries, various simulators and process optimizers have been developed that allow theoretical results to be obtained and modifications to designs, components and properties without realizing it on a physical scale. Pineapple is one of the most desired fruits worldwide, ranking fifth as the most commercialized fruit for its sensory and nutritional properties, due to the high fiber content in pineapple and its residues. It is proposed to obtain fiber as a use of the waste generated from agri-food waste added to a banana flour cookie, the use of process simulators being of great support, which allows tests to be carried out before they are applied to a real process. .

Keywords: Agri-food, industries, waste, by-products, fiber, pineapple, biotechnology.

Tabla de contenido

Introducción.....	8
Objetivos	9
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos	9
Planteamiento del Problema	10
Definición del Problema	10
Justificación	10
Descripción del Proceso	11
Resultados de Proceso	14
Pertinencia y Viabilidad del Proyecto.....	17
Elaboración de Galletas	19
Infografía.....	22
Conclusiones.....	23
Bibliografía.....	24

Lista de Tablas

Tabla 1. Procesos unitarios involucrados en extracción de fibra de piña12

Tabla 2. Condiciones de extracción y secado.....14

Tabla 3. Contenido de fibra dietaría soluble, insoluble y total a partir de residuos de piña....14

Tabla 4. Procesos unitarios involucrados en elaboración de galletas.....17

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo obtención de fibra.....13

Figura 2. Diagrama de flujo: Elaboración de galletas..... 18

Lista de Anexos

Anexo A. Infografía procesos y productos biotecnológicos.....	19
--	----

Introducción

Actualmente es de gran interés e importancia a nivel nacional e internacional dar disposición final de manera correcta a los residuos agroindustriales, realizando aprovechamientos y obtener productos de interés para las diferentes industrias, minimizando la contaminación y optimizando diversos procesos, posicionando la agroindustria como una de las más competitivas, aumentando la rentabilidad de las empresas e impulsando económicamente las regiones y el país.

Las Políticas Públicas están encaminadas generar un ciclo de producción previniendo la generación de residuos; minimizando la de aquellos que van a sitios de disposición final, promover la reutilización, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos; y evitar la generación de gases de efecto invernadero.

En el presente trabajo se busca aprovechar el subproducto generado por la producción de piña del que se está teniendo un gran crecimiento en la región del Urabá Antioqueño, se busca realizar la extracción de fibra de los residuos de piña para generar un producto de galletería libre de gluten con el que se puedan prevenir enfermedades cardiovasculares gracias a sus propiedades funcionales y propiedades nutricionales de la harina de banano. Es importante para la investigación la utilización de simuladores que permiten realizar un análisis previo para la correcta toma de decisiones antes de su aplicación al proceso real.

Objetivos

Objetivo General

Ejecutar el aprovechamiento de un residuo agroalimentario, teniendo en cuenta la políticapública nacional en la región de Urabá del departamento de Antioquia.

Objetivos Específicos

Investigar la normatividad nacional e internacional vigente en el desarrollo de productos y procesos biotecnológicos.

Identificar un residuo agroalimentario.

Realizar la simulación de aprovechamiento del residuo agroalimentario.

Planteamiento del Problema

Definición del Problema

Anualmente en Colombia la producción de piña deja aproximadamente 185 mil toneladas de residuos los cuales son descartados al ser considerados con no aptos para el consumo humano resultantes de averías por transporte y almacenamiento, pulpa residual, cascara, tallos y hojas.

Justificación

Al ser una cantidad considerable de residuos generados por la producción de piña a nivel nacional y no disponerlos en su fase final de forma correcta, se genera una gran contaminación y aumento de gases invernaderos; debido a esto se propone el aprovechamiento de estos residuos que poseen grandes cantidades de nutrientes por medio de la aplicación biotecnológica con la extracción de fibra dietaria, que pueda ser adicionada a un producto de galletería libre de gluten y a su vez genere beneficios en la salud humana con la prevención de enfermedades cardiovasculares, gracias a sus propiedades funcionales y propiedades nutricionales de la harina de banano, para ellos se implementara el uso de un simulador que permiten obtener resultados antes de ser ejecutados a escala real en físico.

Descripción del Proceso

El residuo agroalimentario seleccionado es el de piña entre corazones, trozos no deseados, cascara y resultado del prensado de piña para la elaboración de diversos productos. Se propone optimizar por medio de un proceso biotecnológico con un simulador la extracción de fibra de los residuos de piña que empieza con la obtención de 30kg de residuos de piña entre corazones, cascara, trozos no conformes y resultante de prensados se procede a verificar el estado físico de estos y se procederá a la limpieza y desinfección en una marmita durante 10 minutos a 30° con agitación continua, posteriormente se realiza el prensado empleando una prensa hidráulica con 1500-2000 atm por 10-15 minutos utilizando lotes de 15 kg, seguido se realiza una molienda húmeda con molinos de martillos a 2000-2500 rpm, a continuación, se realiza una deshidratación con aire caliente entre los 60 y 70°C hasta obtener una humedad menor al 8%, posteriormente se realiza una molienda seca en un molino de cuchillas durante aproximadamente 3 minutos a 3000-4000 rpm, continuando con el proceso de tamizado con maya No. 30 o 35 para obtener partículas aproximadas de 500 µm, finalizando con el empaque y almacenamiento. Se llevarán a cabo procesos unitarios como:

Tabla 1.

Procesos unitarios involucrados en extracción de fibra de piña

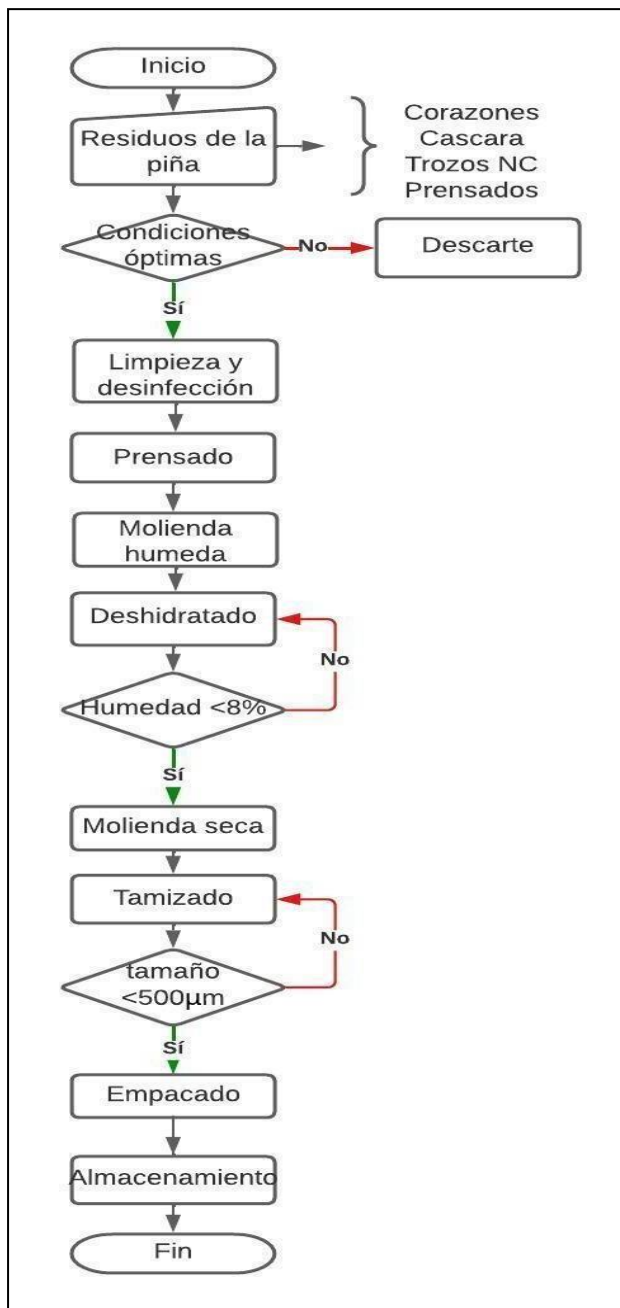
Operación unitaria	Principales características
Extracción de fibra de piña	
Prensado	Reducción del contenido de humedad y de solidos solubles para posteriormente aumentar la eficiencia en

	la deshidratación, aquí se obtiene una torta y una disolución de la materia prima.
Molienda	Separación de las fibras de la torta previamente prensada y realizar con mayor facilidad la ubicación en la bandeja de secado.
Deshidratado	Con el fin de eliminación de un líquido contenido en el seno de un sólido, se aplica calor y se pasa el líquido, contenido en el sólido, a fase vapor.
Tamizado	En este proceso se separan las partículas sólidas de diferentes tamaños pasando por un tamiz compuesta por poros del mismo tamaño en el que las partículas pequeñas pasan por los orificios y las grandes se quedan en el tamiz.

Fuente. Autoría propia

Figura 1.

Diagrama de flujo obtención de fibra



Fuente. Autoría propia

Resultados de Proceso

Tabla 2.

Condiciones de extracción y secado

Condiciones	Text (°C)	Tsec (°C)
1	60	70
2	50	60
3	60	50
4	70	60
5	N.A.	70

Fuente. Autoría Propia

Determinación contenida de fibra dietaría

De acuerdo a las condiciones establecidas se obtienen los resultados del contenido de fibraderivados de los residuos agroalimentarios de la piña usando como solventes agua y etanol en temperaturas de secado y extracción de 50°C-70°C y 60°C-70°C realizando los experimentos por triplicado, procurando temperaturas de secado menores de 70°C evitando degradación hidrolítica de polisacáridos, la reacción de Maillard y el bajo rendimiento del contenido de fibra.

Tabla 3.

Contenido de fibra dietaría soluble, insoluble y total a partir de residuos de piña.

Ensayo	T_Ext [°C]	T_sec [°C]	Agua			Etanol		
			FDS (%)	FDI (%)	FDT (%)	FDS (%)	FDI (%)	FDT (%)
1	60	70	1.96%±0.05	79.01%±0.13	80.97%±1.3 0 e-3	2.35%±4.5 0 e-3	77.47%±2 6,00E-01	79.82%±2.60 e-2
2	50	60	1.71% ± 0.18	74.56%±0.34	76.27%±2.7 0,00E+00	1.11%±1.4 0 e-3	69.93%±2.2 .40 e-2	71.04%±2.50 e-2
3	60	50	1.84% ± 0.12	77.94%±0.04	79.78%±5.2 0,00E+00	2.01%±3.5 0 e-3	75.73%±2 .40 e-2	77.74%±2.18 e-2
4	70	60	1.89% ± 0.03	78.13%±0.11	80.02%±2.0 0 e-3	1.94%±2.9 0 e-3	79.51%±1.3 6,00E-01	81.45%±1.90 e-2

*T_Ext: Temperatura de extracción, ** T_sec: Temperatura de secado, *** FDS: Fibra dietaria soluble, **** FDI: Fibra Dietaria Insoluble,*****FDT: Fibra dietaria Total

Basados en los resultados anteriores se pudo evidenciar la extracción con dos solventes diferentes, en condiciones de 60°C de temperatura de extracción y 70°C de temperatura de secado usando el solvente agua se obtuvieron mayores valores de FDS con 1,96%, 79,01% de FDI y 80.97% FDT. Utilizando como solvente el etanol los rendimientos más altos se dieron a temperatura de extracción de 70°C y 60°C de temperatura de secado con valores de 1,94% FDS, 79,51% FDI y 81.45% FDT.

Durante el proceso se ejecutan las pruebas con diferentes temperaturas de secado y de extracción ya que es un punto crítico y de gran importancia; puede influir en las propiedades nutricionales, fisicoquímicas y sensoriales del producto que se va a obtener en este caso la fibra.

Para el procesamiento y obtención de fibra a partir de residuos de piña la materia prima atraviesa por dos procesos influyentes como lo es el deshidratado con la aplicación de aire caliente se evapora la mayor parte del líquido contenido en la materia prima hasta obtener una humedad menor del 8% y una molienda en seco donde se realiza una

disminución de tamaño de partículas a 4000 rpm. En el ejercicio la utilización del residuo de piña se realiza con una simulación del glicerol teniéndolo en cuenta como un proceso de separación y empacado en seco, debido que en el simulador no se cuentan con sustancias orgánicas para tomarlo como ejemplo.

El proceso se debe realizar a temperaturas entre 50 y 70°C para prevenir cambios en el contenido de compuestos bioactivos y en las propiedades funcionales que se dan generalmente con el empleo de altas temperaturas de acuerdo a lo expuesto por Hincapié et al. (2010) y la molienda seca puede tener efectos en la capacidad de retención de agua al aumentar el área superficial del producto así como también podría causar el efecto contrario dañando las estructuras que se encuentran dentro de la fibra.

Como se observa en la simulación las dos operaciones unitarias permanecen en flujo continuo trabajado en temperaturas entre los 50 y 70° para obtener la humedad deseada que debe ser menor al 8% y flujo de 30kg/hora donde se genera una combinación de velocidad de desplazamiento de los aires turbulentos con temperatura que se encargan de desplazar las partículas y retirar el líquido de la materia prima. Se evidencian que algunas de las variables que más importancia tienen en el proceso son la humedad, tiempo, temperatura, el diámetro de la partícula deseada de acuerdo a las RPM del molino.

Pertinencia y Viabilidad del Proyecto

Globalmente existe marcada una tendencia al aumento acelerado de residuos sólidos, justificando una necesidad de implementar tecnológica e industrialmente el aprovechamiento de esta materia bien sea aumentado su valor y mermando el impacto ambiental que se produce al disponerlos de manera correcta.

A nivel nacional se producen más de 6 millones de residuos agroalimentarios resultados de frutas y verduras, comprometiendo al ecosistema por su alto contenido de materia orgánica y a su vez por sus altos volúmenes generando altos costos para su recolección y disposición final. Estos residuos generalmente tienen buena disponibilidad, son abundantes y de bajo costo económico, que siendo una gran fuente de compuestos debido a las propiedades nutricionales podrían proporcionar muchas aplicaciones en las diferentes industrias a pesar que la técnica más empleada para el procesamiento de estos residuos es el compost, existen grandes variaciones de opciones que dependen de la composición de cada fruta o verdura como la extracción de enzimas, antioxidantes, pectinas, aceites esenciales, fibra, antioxidantes, compuestos bioactivos, etc.

La piña es una de las frutas más deseadas a nivel mundial ocupando el quinto puesto como la fruta más comercializada por sus propiedades sensoriales y nutritivas, compuesta por el 85% de agua y el 15% restante por azúcares, fibra y vitaminas B1, B2, B6 y C (Agronet, 2019).

En Colombia se cuentan con más de 33 mil hectáreas de cultivos de piña que dejan una producción nacional para el año 2021 de 927 mil toneladas aumentando aproximadamente el 3% en relación con el año 2020, de acuerdo al portal frutícola el 20% es decir 185 mil toneladas corresponde a residuos que son descartados por ser

considerados como no aptos para alimentación humana, esta cifra aumentaría hasta el 55% teniendo en cuenta que se podría presentar manejo incorrecto de la fruta en condiciones ambientales abruptas del transporte y almacenamiento dando residuos adicionales entre pulpa residual, cascara, tallo y hojas, los cuales pueden estar expuestos a actividad microbiológica limitando su aprovechamiento. Los residuos agroindustriales producidos del cultivo y transformación de piña tienen una capacidad de aprovechamiento como alimentación animal, producción de energía, obtención de compuestos químicos de gran valor agregado y otros compuestos que pueden contribuir a proporcionar una buena disposición final y generar un beneficio económico.

Debido al alto contenido de fibra en la piña y sus residuos, se propone la elaboración de una galleta de harina de plátano adicionada con fibra obtenida como aprovechamiento de los residuos generados a partir de los residuos agroalimentarios de la piña, realizando un beneficio del banano como harina y los subproductos de la producción de piña de ambas frutas producidas en la región del Urabá Antioqueño, quedando un producto ideal para personas alérgicas al gluten y alto en fibra, identificando esta última como uno de los ingredientes de los alimentos funcionales por sus propiedades fisiológicas y químicas con la prevención de enfermedades crónicas.

El consumo de fibra dietética minimiza el riesgo de enfermedades coronarias, mejorando las concentraciones de lípidos en el suero sanguíneo y bajando los niveles de colesterol total, se propone adicionarla a unas galletas libres de gluten dando como resultado un producto de calidad nutricional teniendo en cuenta la orientación de la demanda por parte de los consumidores para obtener productos cada vez más saludables (Hernández, 2010)

Elaboración de Galletas

Para el proceso de elaboración de la galleta se propone realizarlo con diversos porcentajes de fibra de piña con el objetivo de realizar pruebas organolépticas que permitan una elección con las mejores propiedades sensoriales. El proceso inicia con la recepción de materia prima, verificación de calidad y pesado (harina de banano, fibra de piña, azúcar, margarina, azúcar, sal, agua), se continua con el mezclado inicialmente de la margarina, azúcar y una parte del agua hasta obtener una mezcla homogénea en forma de crema luego se adiciona la sal y emulsificante hasta homogenizar posteriormente adicionar la harina de fibra de piña, la harina de banano, el leudante y el resto del agua hasta obtener la masa con una consistencia deseada. A continuación, se procede al amasado durante aproximadamente 10 minutos a 550 rpm luego se realiza el laminado de la masa con un espesor de 0.5 cm y cortar con el molde deseado. Ubicar las galletas en una bandeja metálica y hornear a 140 °C durante 8 minutos. Posteriormente empacar en bolsas y almacenar en lugar fresco y seco. Algunas de las operaciones unitarias que se pueden presentar durante el proceso son:

Tabla 4.

Procesos unitarios involucrados en elaboración de galletas

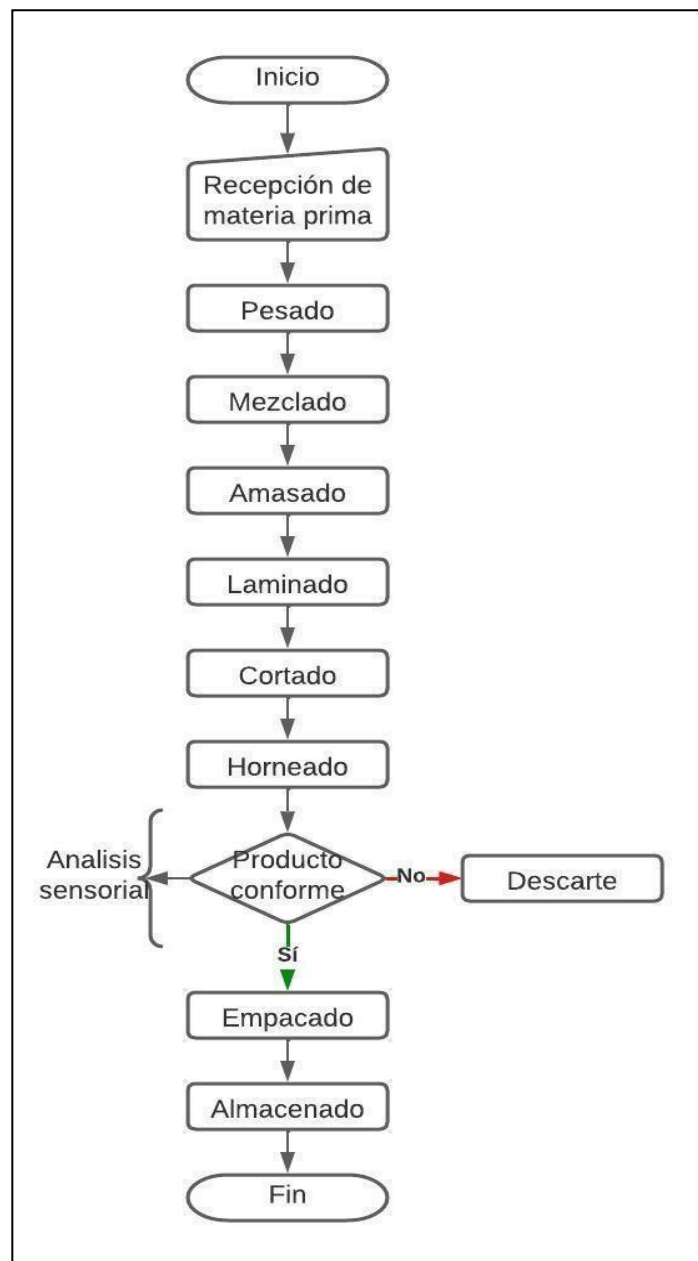
Elaboración de galletas	
Mezclado	Se realiza una combinación de los diferentes componentes de la materia prima hasta obtener una mezcla uniforme.
Amasado	Se realiza para dar estructura y asegurar soportar la tensión del producto, se mezcla hasta formar una masa flexible y

	elástica.
Laminado	Este proceso ayuda a disminuir viscosidad e incrementar la plasticidad de la masa. Cuando empieza a rodar la masa se produce una distribución equitativa del aire que se encuentra en la masa eliminando el exceso de aire tomando una estructura finamente porosa. Se propone entre 5 y 7 capas límites para la masa debido que al sobre pasar el límite del grosor provoca una ruptura de la misma liberando aire que queda dentro.
Cortado	En este proceso se da la forma deseada al producto por medio de una pieza mecánica y separándola del resto de la masa.
Horneado	Durante el horneado se produce un calentamiento de almidones y proteínas en el que se pierden las propiedades visco elásticas de la masa, disminuye la densidad en la medida que incrementa el grosor con la formación de una estructura poroso, hojaldrada y estable del producto horneado, cambia el color de la superficie, reduce la consistencia de la solución de azúcar y grasa y disminuye su humedad entre el 1 y 4%.

Fuente. Autoría propia

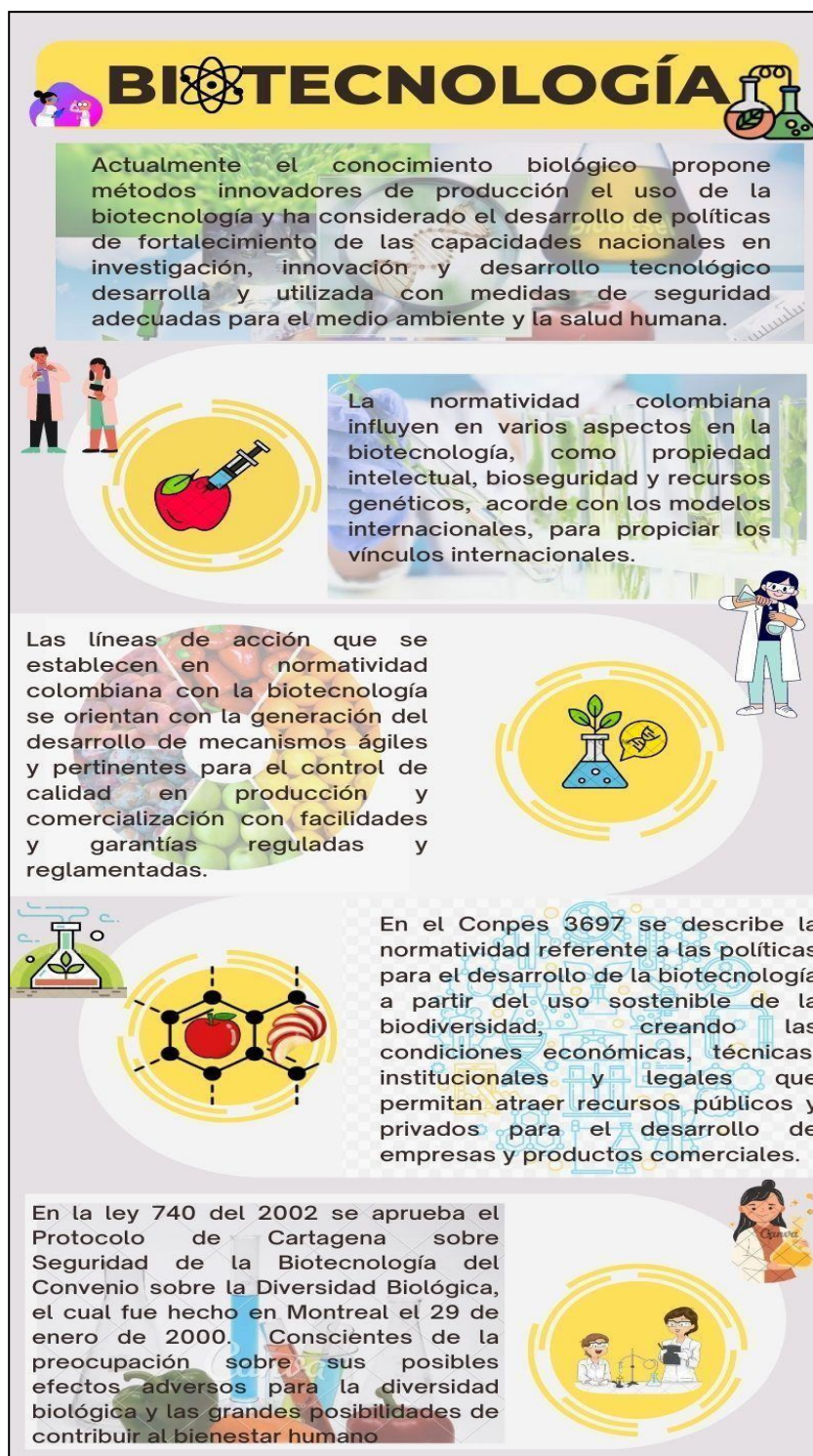
Figura 2.

Diagrama de flujo: Elaboración de galletas.



Fuente. Autoría propia

Infografía



Fuente. Autoría propia

Conclusiones

El Gobierno Nacional tiene la estrategia de impulsar una economía circular en el que se impulsa la valorización y aprovechamiento de los recursos optimizando la eficiencia durante la producción y el consumo de materiales y recursos, creando conciencia sobre la recuperación de los ecosistemas y un uso circular de producción implementando nuevas tecnologías que permitan el correcto aprovechamiento y adecuada disposición de residuos agroalimentarios.

El aprovechamiento de residuos agroalimentarios es una realidad que se está viviendo a nivel nacional enfocando gran parte de las investigaciones y áreas de estudio al desarrollo e implementación tecnológica que permita sacar provecho de estos residuos que contienen grandes cantidades de compuestos que generan altos costos para su recolección y disposición final y podrían estar siendo aprovechados en las diversas industrias.

Es de gran ayuda aprovechar las nuevas tecnologías y procesos biotecnológicos como lo son los simuladores, los cuales permiten y facilitan la ejecución y optimización de los procesos proporcionando la posibilidad de analizar y concretar las variables que se van a utilizar durante la ejecución del proceso, permiten obtener resultados teóricos y realizar modificaciones en los diseños, componentes y propiedades sin realizarlo a escala real en físico, identificar, adicionar o eliminar posibles errores en las pruebas experimentales, establecer las unidades requeridas y cantidad de materia prima para obtener el producto deseado, los cuales proporcionan un punto de orientación para tomar decisiones más asertivas con procesos más eficientes y eficaces.

Bibliografía

Aguirre, J. (2022). Incorporación de harina de cáscara de piña como fuente de fibra en la elaboración de un producto cárnico tipo hamburguesa. Universidad de La Salle. Recuperado de

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1747&context=ing_alimentos

Almeida-Alvarado, Sonia Lorena, Aguilar-López, Tania, & Hervert-Hernández, Deisy. (2014). La fibra y sus beneficios a la salud. Anales Venezolanos de Nutrición, 27(1), 73-76. Recuperado de

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079807522014000100011&lng=es&tlng=es.

Arenas, S. (2019). Extracción de compuestos fenólicos mediante el uso de disolventes orgánicos a partir del subproducto obtenido en la elaboración de aceite de oliva virgen (Alperujo). Universidad Politécnica De Valencia. Recuperado de

<https://riunet.upv.es/handle/10251/134096>

Baker Group. (2016). Laminados, maduración y moldeo de masa en la producción de productos de harina de confitería. Recuperado de [https://es.baker-](https://es.baker-group.net/confectionery-formulations-technology-raw-materials-and-ingredients/production-of-flour-confectionery-products/rolling-maturing-and-dough-molding-in-the-production-of-flour-confectionery-products.html#:~:text=El%20laminado%20ayuda%20a%20reducir,adquiere%20una%20estructura%20finamente%20porosa)

[group.net/confectionery-formulations-technology-raw-materials-and-](https://es.baker-group.net/confectionery-formulations-technology-raw-materials-and-ingredients/production-of-flour-confectionery-products/rolling-maturing-and-dough-molding-in-the-production-of-flour-confectionery-products.html#:~:text=El%20laminado%20ayuda%20a%20reducir,adquiere%20una%20estructura%20finamente%20porosa)

[ingredients/production-of-flour-confectionery- products/rolling-maturing-and-dough-](https://es.baker-group.net/confectionery-formulations-technology-raw-materials-and-ingredients/production-of-flour-confectionery-products/rolling-maturing-and-dough-molding-in-the-production-of-flour-confectionery-products.html#:~:text=El%20laminado%20ayuda%20a%20reducir,adquiere%20una%20estructura%20finamente%20porosa)

[molding-in-the-production-of-flour-confectionery-](https://es.baker-group.net/confectionery-formulations-technology-raw-materials-and-ingredients/production-of-flour-confectionery-products/rolling-maturing-and-dough-molding-in-the-production-of-flour-confectionery-products.html#:~:text=El%20laminado%20ayuda%20a%20reducir,adquiere%20una%20estructura%20finamente%20porosa)

BARBOSA-CANOVAS, G. V., & Ibarz, A. (2005). Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. Ediciones Mundi-Prensa.

Bernal, J.; Manrique, J. (2016). DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS OPERACIONES UNITARIAS PARA LA PRODUCCIÓN DE GALLETAS CRACKER A ESCALA DE LABORATORIO. Universidad de los Andes. Recuperado de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15292/u729006.pdf?sequence=1>

Caicedo, M. (2021). Obtención de una fuente de fibra dietaría a partir de residuos agroindustriales de pasifloras. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80472/1110544008.2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Clavijo, D.; Portilla, M.; Quijano, A. (2012). Cinética de la bromelina obtenida a partir de la piña perolera (Ananas Comosus)de Lebrija-Santander. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/903/90326388008.pdf>

DANE. (2021). Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales – residuos sólidos(CAEFM-RS). Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/Bt-Cuenta-residuos-2019p.pdf

Decheco, A. (2016). APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE Ananas comosus(PIÑA) PARA LA PRODUCCIÓN DE ETANOL POR VÍA FERMENTATIVA DE Saccharomyces cerevisiae. Recuperado de <https://repositorio.ulcb.edu.pe/bitstream/handle/ULCB/35/INFORME%20FINAL%20%202016%20-%20DE%20CHECO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Departamento Nacional De Planeación. (2016). PÉRDIDA Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN COLOMBIA. Recuperado de

https://mrv.dnp.gov.co/Documentos%20de%20Interes/Perdida_y_Desperdicio_de_Alimentos_en_colombia.pdf

Ibarz, A.; Barbosa, G. (2005). OPERACIONES UNITARIAS EN LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS. Recuperado de http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1399/kupdf.net_operaciones-unitarias-en-la-ingenieriacutea-de-alimentos-libropdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jumbo, B. (2021). Estudio de los métodos de recuperación de enzimas de residuos agroindustriales de frutas tropicales. Universidad Central de Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/25469/1/FCQ-CQA-JUMBO%20BRYAN.pdf>

Mayorga, A. (2013). Desarrollo de la fibra dietética a partir de un subproducto industrial de piña y su aplicación en un producto alimenticio. Universidad de Costa Rica. Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2598/1/36051.pdf>

Mesta, D.; Miño, Y. (2018). FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA ACEPTABILIDAD DE GALLETAS CON FIBRA DIETÉTICA DE PIÑA (ANANAS COMOSUS) Y HARINA DE SORGO (SORGHUM VULGARE) PARA PERSONAS CELÍACAS. UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO. Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3904/BC-TES-TMP-2774.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Portal Frutícola. (2022). Costa Rica y Colombia siguen creciendo en la exportación de Piñas hacia EE.UU. Recuperado de

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2022/09/22/costa-rica-y-colombia-siguen-creciendo-en-la-exportacion-de-pinas-hacia-ee-uu/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20datos%20de%20ProColombia%2C%20en,0%25%20respecto%20al%20a%C3%B1o%20anterior.>

Ramírez, J.; Loya, J.; Ulloa, J.; Rosas, P.; Gutiérrez, R.; Silva, Y. (2020).

Aprovechamiento de desechos de pescado y cáscara de piña para producir ensilado biológico. Abanicoveterinario, 10, e116. Recuperado de

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322020000100116

Rasgado, S.; Trejo, M.; Pascual, S. (2016). EXTRACCIÓN DE FIBRA EN RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE PIÑA PARA SU APLICACIÓN EN ALIMENTOS FUNCIONALES. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos Vol. 1, No.1, 448-453. Recuperado de

<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/3/77.pdf>

Román, M.; Valencia, F. (2006). EVALUACIÓN DE GALLETAS CON FIBRA DE CEREALES COMO ALIMENTO FUNCIONAL. Universidad de Antioquia. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v13n2/v13n2a05.pdf>

Vásquez, R.; Trejo, M.; Pascual, S. (2016). EXTRACCIÓN DE FIBRA EN RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE PIÑA PARA SU APLICACIÓN EN ALIMENTOS FUNCIONALES. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 1, No.1; 448-453. Recuperado de

<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/3/77.pdf>