



Universidad
Mariana

Tendencias y perspectivas de la valorización de residuos del procesamiento de la papa para la
generación de productos con valor agregado

Diana Alejandra Gómez Mesías

Universidad Mariana
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería de Procesos
San Juan de Pasto

2023

Tendencias y perspectivas de la valorización de residuos del procesamiento de la papa para la
generación de productos con valor agregado

Diana Alejandra Gómez Mesías

Monografía presentada como requisito para obtener el título de Ingeniero de Procesos,
Universidad Mariana, Pasto

MSc. Juan Fernando Muñoz Paredes

Asesor

Universidad Mariana
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería de Procesos
San Juan de Pasto

2023

Artículo 71: los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el Trabajo de Grado son responsabilidad única y exclusiva del (los) Educando (s)

Reglamento de Investigaciones y Publicaciones, 2007

Universidad Mariana

Página de aceptación

Nota de aceptación

Firma del Asesor del trabajo de grado

Magíster Juan Fernando Muñoz Paredes

Firma Jurado

Magister Simón Alexander Puerchambud Chasoy

Firma Jurado

Magister Laura Isabel Márquez Muñoz

Agradecimientos

Agradezco a Dios por guiarme y acompañarme en el camino correcto llenándome de bendiciones y permitiéndome cumplir cada una de mis metas.

A mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos, ellos con su amor desde pequeña me animaron a perseguir mis metas porque todo se consigue con esfuerzo y dedicación. Ellos me proporcionaron las mejores lecciones de vida.

A mi hermano quien es y siempre ha sido mi ejemplo a seguir, esa persona que sin recibir nada a cambio desea lo mejor para mí y para mi vida.

A mi padrino y madrina, tías, tíos, primas y primos y todas esas personas que a diario estuvieron en el desarrollo de este trabajo, gracias por sus consejos y palabras que me animaron a no rendirme y así poder culminar este trabajo.

Le agradezco profundamente a mi asesor, magister Juan Fernando Muñoz Paredes por su dedicación y paciencia, sin sus enseñanzas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus palabras de aliento, en el momento que más las necesite, gracias por ser mi guía y por cada uno de sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

A mis jurados, magister Jhoana Patricia Montenegro Córdoba quien desde un inicio aportó en la respectiva evaluación de este trabajo, magister Laura Isabel Márquez Muñoz y magister Simón Alexander Puerchambud Chasoy por todas sus valiosas sugerencias y recomendaciones, gracias por su esfuerzo y dedicación en cada etapa del desarrollo de este trabajo, por cada aporte realizado, espero que en un futuro podamos compartir los conocimientos adquiridos.

Al programa de Ingeniería de Procesos con su equipo de docentes por compartir sus valiosos conocimientos para mi formación profesional.

A la Universidad Mariana, por darme la oportunidad de pertenecer a tan prestigiosa institución y brindarme una formación integral para mi vida y mi desempeño profesional.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios por ser mi guía y darme la fuerza necesaria que necesito para lograr cada uno de mis sueños. A mis padres y a mi hermano, porque son las personas que han estado en cada momento de mi vida, brindándome diariamente su cariño, amor y consejos los cuales debo tener en cuenta en mi vida profesional, ellos me han enseñado que en la vida siempre debe prevalecer la humildad y el respeto hacia los demás a pesar de todos los logros que se puedan obtener, ellos con su apoyo incondicional permitieron que logre finalizar mi carrera profesional. A la hermana que la vida me regaló Ingrid Mesías, esa persona que sin importar las circunstancias está ahí para mí en los buenos y malos momentos, ella tiene una gran confianza hacia mí y el saber que todo lo que yo me proponga lo iba a lograr, hoy se ve reflejado.

A mi familia quienes han sido el motor fundamental de mi vida y me han motivado a seguir adelante durante el desarrollo de este trabajo para poder alcanzar una de mis más anheladas metas. Dedico este trabajo a mi perrito Zeus que, aunque ya no está presente sé que siempre lo recordaré como mi mejor amigo y compañero de vida, te llevaré en mi corazón mi peludito.

Diana Alejandra Gómez Mesías

Contenido

Introducción	13
1. Resumen de la propuesta.....	14
1.1. Descripción del problema	14
1.1.1. Pregunta problema	15
1.2. Justificación.....	15
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Marco referencial	17
1.4.1. Antecedentes	18
1.4.2. Marco teórico.....	22
1.4.2.1. Generalidades, características y variedades del cultivo de papa	22
1.4.2.1.1. Características del cultivo de la papa	22
1.4.2.1.2. Variedades de papa.....	24
1.4.2.1.3. Principales usos de la papa	24
1.4.2.1.4. Procesamiento de la papa	25
Procesamiento de la papa para producción de harina	25
Procesamiento de la papa para producción de almidón	27
1.4.2.1.5. Residuos del procesamiento de la papa.....	28
Cáscara de papa.....	28
Trazas de almidón	29
1.4.3. Marco Contextual	29
1.5. Metodología	29
1.5.1. Enfoque de investigación.....	29
1.5.2. Tipo de investigación.....	30
1.5.3. Población y muestra.....	30
1.5.4. Identificación de las tendencias actuales en la valorización de los residuos del procesamiento de la papa en la elaboración de productos con valor agregado.	30
1.5.5. Contraste de las perspectivas en la valorización de los residuos del procesamiento de la papa, en la elaboración de productos con valor agregado.	31

2. Resultados	32
2.1. Tendencias actuales en la valorización de residuos del procesamiento de la papa en la generación de productos con valor agregado.	32
2.1.1. Valorización de residuos de la agroindustria.....	32
2.1.2. Tendencias en la valorización de residuos de papa para la generación de productos con valor agregado.	39
2.2. Contrastar las perspectivas en la valorización de los residuos del procesamiento de la papa, para la elaboración de productos con valor agregado	47
2.2.1. Biocombustibles.....	51
2.2.2. Alimentos para humanos y animales	52
2.2.3. Biopelículas	53
2.2.4. Coagulantes naturales	54
2.2.5. Derivados químicos y enzimas	55
2.2.6. Juicio crítico sobre las perspectivas de la utilización de los residuos de procesamiento de papa en la elaboración de productos con valor agregado.....	56
3. Conclusiones	60
4. Recomendaciones.....	61
Referencias bibliográficas	62
Anexos.....	78

Índice de Tablas

Tabla 1 Requerimientos de temperatura en el cultivo de papa de acuerdo a su etapa de desarrollo	22
Tabla 2 Principales estudios sobre la reutilización de residuos de la agroindustria.....	34
Tabla 3 Clasificación de biocombustibles de acuerdo con el tipo de biomasa de la cual provienen	39
Tabla 4 Estudios realizados sobre la reutilización de residuos de papa (cáscara y almidón)	41
Tabla 5 Contraste y alineación de políticas públicas con los productos con valor agregado provenientes de los residuos del procesamiento de la papa	48

Índice de Figuras

Figura 1 Procesamiento de la papa variedades Sante, Granola, Desiree y Probeno para la producción de harina	27
Figura 2 Procesamiento de la papa variedad Capiro R-12 para producción de almidón	28

Índice de Anexos

Anexo A. Cronograma desarrollo de Trabajo de Grado	78
Anexo B. Presupuesto proyecto de Trabajo de Grado	79
Anexo C. Artículo publicado Boletín CEI.....	80
Anexo D. Constancia envió artículo revista Universidad Simón Bolívar.....	81

Introducción

La papa se destaca por ser uno de los alimentos que genera mayor consumo a nivel mundial, a raíz de esto la creciente preocupación por el aprovechamiento de los residuos no solo en la comunidad científica sino también a nivel industrial. Los residuos provenientes de esta industria, pueden ser utilizados en diversos procesos para generar valor agregado y convertirlos en otro tipo de productos con el fin de satisfacer diferentes tipos de comunidades.

El procesamiento de la papa consiste en desarrollar determinadas etapas con el fin de obtener el mejoramiento continuo, para la obtención de un producto final, como por ejemplo: chips, papa congelada, gránulos de papa, snacks, almidón, harina y diferentes productos derivados de la misma para la venta en el mercado, es así, como a raíz de esto, en cada uno de los procesos que se llevan a cabo se obtienen residuos como la cáscara de papa y aguas generadas en el proceso de elaboración de almidón denominadas trazas de almidón, los cuales son desechados por las industrias procesadoras muchas veces sin saber que estos cuentan con un alto potencial para generar nuevos productos con valor agregado, además de aportar en la minimización del impacto ambiental de la actividad productiva.

En el presente trabajo se realizó una revisión bibliográfica y su correspondiente análisis, proveniente de fuentes primarias y secundarias de información, representadas en artículos científicos, informes técnicos, trabajos de grado, patentes, entre otros. Para tal fin se consultaron bases de datos de acceso gratuito, como con las que cuenta la Universidad, igualmente consulta y acceso a bases de datos como Dialnet, Scielo, Redalyc, Google académico, entre otras fuentes de información. Asimismo, se consultaron trabajos de grado de pregrado y posgrado de Universidades de Colombia y el mundo para lo cual se tuvieron en cuenta diferentes estrategias de búsqueda para dar cuenta del estado del arte de las tendencias actuales en la valorización de los residuos del procesamiento de papa, así como también de las tendencias futuras y perspectivas en este tipo de estudios y/o investigaciones.

1. Resumen de la propuesta

1.1. Descripción del problema

La papa se destaca por ser el cuarto cultivo más importante del mundo en términos del consumo humano, después del trigo, arroz y maíz. De acuerdo con estudios desde la década de los sesenta, el incremento del área cultivada en países en desarrollo ha sido mayor para este tipo de cultivo en comparación a otros. En la actualidad la producción de papa es aproximadamente de 350 millones de toneladas métricas, y cubre una extensión de 28 millones de hectáreas, siendo China el mayor productor a nivel mundial, seguido de Rusia, India, Polonia, Estados Unidos, Ucrania y Alemania (Centro Internacional de la Papa - CIP., 2019; Prada, 2008).

Por otra parte, este importante cultivo se ha convertido en fuente de alimento, empleo rural y de ingresos para la creciente población que vive de esta labor. Este cultivo representa una parte muy importante en la dieta de más de 500 millones de personas que la consumen en países en desarrollo, entre tanto, Europa se considera como la región con el mayor consumo per cápita, seguido por América del Norte y Latinoamérica (Prada, 2008).

Del mismo modo, en América del Sur se afirma que Perú se destaca por convertirse en el mayor productor de papa, ya que este alimento sustenta las arcas económicas presentes en los trabajadores del campo y es así como permite la alimentación de variedad de familias (Leal, 2021).

Es importante resaltar que en los países desarrollados el consumo de papas frescas no es tan común, por el contrario, las papas procesadas han generado popularidad con su elevado consumo en comidas rápidas y es así como se puede deducir que países como Rusia, Polonia, EE. UU, Ucrania, Alemania, Países Bajos y Bielorrusia son también grandes productores de papa (Yara, 2022).

En Colombia, la industria procesadora de papa direccionada al consumo industrial masivo utiliza el 88,9% del producto para la fabricación por lo general de papa frita, el 4% para la producción de papa pre cocida, el 3,5% para papa enlatada y el 0,4% para papa deshidratada, lo cual representa un alto grado de descarte de residuos, que en la actualidad tienen un bajo valor

agregado, generando desperdicios orgánicos y un mal aprovechamiento de biomasa, además en algunos lugares es utilizada para alimentación animal, sin embargo, los residuos de papa ofrecen una amplia gama de componentes interesantes, como antioxidantes, almidón, proteína o fibra con aplicaciones potenciales en las industrias alimentaria y no alimentaria (Torres y Domínguez, 2020).

En cuanto a los residuos del procesamiento de la papa, se ha identificado que esta industria es generadora de residuos como almidón, cáscara de papa, papa de tercera y cuarta generación y diferentes tipos de descarte, entre ellos el almidón, que ocasiona altos índices de contaminación en el medio ambiente debido al no control de sus vertimientos, así mismo, los demás residuos se acumulan y generan un impacto negativo, por ende esta investigación se centró en la recopilación y análisis de información sobre este tema, lo cual genera un aporte al conocimiento e información actualizada del procesamiento de la papa para la generación de productos con valor agregado y punto de partida a futuros trabajos y proyectos de investigación para estudiantes, docentes y demás personas interesadas en la temática, y más teniendo en cuenta que la región es líder en el cultivo de la papa (Rubiano, 2020).

1.1.1. Pregunta problema

¿Cuáles son las tendencias y perspectivas de la investigación con residuos del procesamiento de la papa en la generación de productos con valor agregado?

1.2. Justificación

A nivel mundial se tiene como indicadores generales que la papa ocupa el cuarto lugar en importancia como producto alimenticio después del arroz, el trigo y el maíz (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

La papa se destaca por ser un alimento que posee gran variedad de ventajas y virtudes como su valor nutritivo, la diversidad de formas de consumo, diferentes variedades criollas y mejoradas que se cultivan, el gran rendimiento que este cultivo posee y su fácil manejo. Además, la papa es una oportunidad de alimento ante las crisis alimentarias (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010).

Según Díaz Delgado (2018), gran parte de la papa es destinada para su transformación sea en papa frita (chip), papa a la francesa, papa deshidratada en forma de: gránulos, congelada como cubos, paté, expandidos; deshidratada en tajada, escama, harina; papa enlatada, papa pelada y los derivados como el almidón y productos para alimento de ganado, procesos mediante los cuales se generan gran cantidad de residuos orgánicos como desechos sólidos, lixiviados, residuos gaseosos, que la mayoría de veces son depositados en rellenos sanitarios, inclusive pueden ser vertidos en fuentes de agua y en el aire, ocasionando problemas de ambientales por motivos de su descomposición, es así, como la industria alimentaria necesita procesar los residuos generados para obtener de ellos beneficios con el fin de generar nuevas líneas de producción e ingresos para su industria.

En Colombia, actualmente se espera cosechar para el año 2023 cerca de 22,78 toneladas por hectárea (Ton/ Ha), es importante resaltar que en este país se siembran alrededor de 130.000 hectáreas de papa y su producción anual es aproximadamente de 2,8 millones de toneladas al año, cabe anotar que más de 100.000 productores se dedican al cultivo de papa, y de ella se generan alrededor de 350.000 empleos directos e indirectos y se estima que gestiona cerca de 20 millones de jornales al año; por lo tanto la papa participa con 3,3% en el Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario (Agronet, 2023).

De esta forma la papa se cultiva en once departamentos, pero solo en tres de ellos se concentra alrededor del 90% de área y producción, los cuales son Cundinamarca con aproximadamente 36%, Boyacá con el 27% y Nariño con el 22% de la producción a nivel nacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019); (Agronet, 2023).

Por lo tanto, este trabajo aporta conocimiento no solo para los productores de papa, sino también para estudiantes, investigadores, docentes y personas en general que quiera abordar el tema de generación de valor agregado a partir de los residuos del procesamiento de la papa. Los temas y conceptos desarrollados en este trabajo, podrán ser utilizados por futuros investigadores que deseen realizar sus proyectos, de la mano del sector público o privado, con el fin de generar conocimiento a la cadena productiva de la papa y al desarrollo de la nación y de la región.

Finalmente, es importante resaltar la vocación agrícola de la región, representada por el cultivo de papa, la participación del departamento en el área sembrada en el año 2021 fue de 25.789 hectáreas, aumentando en 6,6% frente al año 2020, es así como su producción para este año fue de 585.202 toneladas lo cual genera un rendimiento equivalente a 23,32 toneladas/ha (Consejo Nacional de la Papa, 2021), es importante resaltar que en este departamento se produce papa en 21 municipios, siendo los principales: Ipiales, Pasto, Pupiales, Túquerres, Sapuyes, Potosí, Guachucal, Aldana, Tangua, Cuaspud y Contadero de lo cual se destaca que la producción es de Superior, Diacol Capiro, Pastusa Suprema, Diacol Capiro, ICA Única y Parda Pastusa, así como cerca del 10% de su producción se destina para el procesamiento industrial en plantas ubicadas en el Valle del Cauca y Bogotá y el 90% restante se destina al consumo en fresco (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar las tendencias y perspectivas de la valorización de los residuos del procesamiento de la papa (Almidón y cáscara) en la elaboración de productos con valor agregado.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las tendencias actuales en la valorización de los residuos del procesamiento de la papa, para la elaboración de productos con valor agregado.
- Contrastar las perspectivas en la valorización de los residuos del procesamiento de la papa, para la elaboración de productos con valor agregado.

1.4. Marco referencial

A continuación, se dan a conocer algunos antecedentes sobre el tema de estudio, de acuerdo con la revisión de literatura adelantada.

1.4.1. Antecedentes

Ali, S et al. (2015), analizaron la producción de productos con valor agregado a partir de estos residuos en Pakistán. La discusión concluye que la utilización efectiva de los desechos de papa puede desempeñar un papel vital en el desarrollo de la industria local para la producción de una gran cantidad de productos de valor agregado, así como para enfrentar la crisis energética en Pakistán.

Charmley E et al. (2006), estudiaron porque se ha demostrado que las papas de desecho y desechos de procesamiento de papas (PPW) puede reemplazar el grano de maíz (*Zea mays L.*) y cebada (*Hordeum vulgare*) sin efectos negativos sobre el crecimiento del ganado vacuno o la calidad de la carne. De hecho, se mejora la eficiencia del crecimiento animal por unidad de ingesta de dieta. Estos efectos se han observado con dietas que contienen hasta un 80% de PPW. Los resultados hasta la fecha sugieren que la PPW es un ingrediente valioso para la alimentación del ganado y no tiene efectos nocivos sobre la calidad de la carne. En áreas donde se dispone de PPW, la alimentación del ganado vacuno representa una alternativa viable a otras opciones de eliminación.

Keijbets, M. (2008), analizaron si el procesamiento de papa es altamente industrializado, tecnológicamente avanzado y muy orientado al mercado. Sin embargo, la calidad de sus productos y el éxito económico de esta industria dependen en gran medida de las materias primas de papa disponibles. Esto significa que la disponibilidad de cultivares adecuados, el rendimiento de la papa, la calidad en sus diversos aspectos durante la temporada de crecimiento y un buen rendimiento postcosecha (almacenamiento) son de suma importancia para la industria de procesamiento de papa.

Prada Ospina, R. (2008), estudiaron una alternativa de aprovechamiento de residuos sólidos y efluentes, como oportuna respuesta medioambiental hacia las industrias de alimentos. Por medio de una tipología descriptiva de la situación real en una empresa de producción de papa, se intenta dar claridad al proceso de producción de hojuelas de papa frita de una planta industrial de alimentos en Bogotá, durante una prueba de caracterización.

Bilanovic D et al. (2011), estudiaron la estimación de costos de la fuente de carbono (CS) para la producción de xantano y ácido láctico en medios alternativos de residuos de papa, y evaluar el potencial de beneficios netos comerciales y sociales de la fermentación de xantano y ácido láctico en papa, residuos a la luz del costo negativo de utilizar los residuos de papa (aliviando la carga de eliminación) como sustituto de las fuentes de carbono utilizadas en los procesos convencionales.

Cerón A et al. (2014), se centraron en la elaboración de galletas a base de harina de papa de a variedad Parda Pastusa (*Solanum Tuberosum*), el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el nivel máximo de sustitución de harina de trigo por harina de papa de la variedad Parda Pastusa para la elaboración de galletas dulces fermentadas, teniendo en cuenta sus características físicas, sensoriales, químicas y la aceptación del producto, la harina de papa, presenta gran versatilidad, funciona como mejorador de sabor y color, es utilizada como espesante y ha comenzado a irrumpir en los productos de panadería.

Li Y et al. (2014), utilizaron los desechos de la industria de la fécula de papa para producir proteína unicelular (SCP) con alto contenido de lisina como alimento para animales. En este trabajo, se usó *Bacillus pumilus* E1 resistente al clorhidrato de S-(2-aminoetil)-L-cisteína para producir SCP con alto contenido de lisina, mientras que *Aspergillus Níger* se usó para degradar la biomasa de celulosa y *Cándida utilis* se usó para mejorar el olor y la palatabilidad de la alimentación. Se utilizó un diseño ortogonal para optimizar el proceso de fermentación para obtener el máximo contenido de lisina.

Smerilli M et al. (2015), estudiaron la producción de ácido láctico por medio de almidón de diversos orígenes, incluidos maíz, yuca, papa y cebada. El almidón de maíz es un sustrato estándar comúnmente usado para la producción de ácido láctico a nivel industrial. La utilización de microorganismos amilolíticos que pueden crecer directamente sobre el almidón y convertirlo en ácido láctico representa una opción interesante.

Maldonado y Merino. (2015), desarrollaron un antioxidante natural a base de las cáscaras de papa, para la aplicación en hamburguesas de res pre-fritas y congeladas, en respuesta a la demanda

del consumidor de reducir la cantidad de aditivos sintéticos en los alimentos industrializados. Por otro lado, buscaron el aprovechamiento de residuos para disminuir la contaminación ambiental y generar rentabilidad en los productos, además, la cáscara de papa es una fuente importante de compuestos fenólicos, que puede ser usada como antioxidante natural en productos pre-fritos y congelados.

Khalifa I et al. (2015), realizó un estudio mediante el cual utilizaron los residuos del procesamiento de la papa para producir una magdalena baja en calorías. Se realizaron las propiedades funcionales de harina de trigo (WF 72%) y variedades de cáscara de papa seca [Hermus (PPH) y Russet (PPR)]. En consecuencia, se sustituyó parcialmente la HH por ambas cáscaras de patata (PP) al 5% - 20% para preparar mezclas para la elaboración de cupcakes. Se determinaron la composición química aproximada y las características físicas. Los parámetros reológicos de las fórmulas preparadas se ensayaron utilizando Mixolab. Además, se evaluaron los compuestos fenólicos totales (TPC) y la actividad antioxidante relativa (AOA). Se determinaron parámetros de calidad como ácido ti barbitúrico (TBA), envejecimiento y atributos microbiológicos durante el almacenamiento.

Quintero Mora L et al. (2015), realizaron un estudio con el fin de evaluar el potencial que pueden tener los residuos orgánicos, tales como: cáscaras de naranja, desechos de papa y yuca de la central de abastos de la ciudad de Cúcuta, para la producción de etanol como biocombustible, a partir de los cuales se pueden obtener jarabes mediante hidrólisis química para ser utilizados como sustratos en procesos fermentativos utilizando un cepa nativa de *Saccharomyces Cerevisiae* como microorganismo fermentador, generando de esta manera un valor agregado para los mismos y contribuyendo así en la búsqueda de nuevas materias primas que sustituyan a las tradicionales materias azucaradas para tal fin.

Wu D. (2016), realizó un estudio acerca de la producción de biogás la cual puede ser el método de reutilización más práctico para un alto nivel de uso de residuos de papa, condiciones factibles y un costo comparativamente bajo. En cuanto a la producción de alimentos proteicos, el costo debe reducirse para mejorar su competitividad en el mercado. La extracción de materiales beneficiosos

como la pectina y la fibra dietética muestra un gran potencial y posibilidad de esta industria por su contribución a los suplementos alimenticios.

Hegde S et al. (2018), ejecutaron una revisión exhaustiva de las características de los desechos del procesamiento de alimentos para la composición de micro y macronutrientes, y la utilización de estos materiales en la producción de alcohol. Se investigó la viabilidad de producir alcoholes, principalmente etanol y butanol, al mismo tiempo que se identificaron las lagunas en la investigación y se sugirieron direcciones futuras para la utilización de desechos del procesamiento de alimentos.

Kot A et al. (2020), desarrollaron una revisión de la literatura sobre la posibilidad de utilizar varios productos de desecho formados durante el procesamiento de la papa en biotecnología. Dichos desechos incluyen aguas residuales de patata y pulpa de patata (producción de almidón de patata), cáscara de patata y aguas residuales generadas durante la producción de patatas fritas, aguas residuales de destilería que constituyen el residuo de la producción de alcohol etílico y la pulpa formada durante la producción de copos de patata.

Sampaio S et al. (2020), investigaron un enfoque integrado para el procesamiento de papas descartadas (tubérculos de forma irregular o muy pequeños). Estos residuos podrían aprovecharse para la recuperación de compuestos valiosos, como el almidón de la pulpa de los tubérculos, los antioxidantes de las pieles y las proteínas del procesamiento de las aguas residuales, mientras que los residuos de segunda generación podrían utilizarse para la producción de copos de patata, hidrogeles, biopelículas, fertilizantes. y absorbedores.

Torres y Domínguez. (2020), realizaron una investigación exhaustiva de la industria procesadora de papa tiene un alto grado de descarte, la cual en la actualidad tiene un bajo valor agregado siendo utilizada principalmente para alimentación animal. Sin embargo, los desechos de papa ofrecen una amplia gama de componentes interesantes, como antioxidantes, almidón, proteína o fibra, con aplicaciones potenciales en las industrias alimentaria y no alimentaria. La recuperación de estas fracciones de alto valor mediante procesos eficientes multietapa y multiproducto podría ser de gran interés. Esta breve revisión proporciona una visión general sobre la valorización integral

de los residuos de patata, ofreciendo una visión actualizada de las principales partes residuales generadas durante la cosecha y el procesamiento de la patata, los componentes de alto valor obtenidos centrándose en los bioactivos y el potencial de las técnicas de extracción emergentes sobre los convencionales. Además, se discuten aplicaciones innovadoras para resaltar el interés científico y aplicado de estas fracciones infrautilizadas e infravaloradas y para enfatizar la valorización integral de las materias primas.

1.4.2. Marco teórico

1.4.2.1. Generalidades, características y variedades del cultivo de papa

1.4.2.1.1. Características del cultivo de la papa. Para el cultivo de papa se tiene como mayor limitante las temperaturas, ya que estas no deben encontrarse por debajo de 10°C y tampoco por encima de 30°C, las cuales afectan irreversiblemente el desarrollo del cultivo, mientras que la temperatura óptima para una mejor producción es de 17 a 23°C, por tal motivo, la papa se siembra a principios de la primavera en zonas templadas y a finales de invierno en las regiones más calurosas.

A continuación, se presenta la Tabla 1. Requerimientos de temperatura en el cultivo de papa de acuerdo con su etapa de desarrollo (INTAGRI, 2017).

Tabla 1

Requerimientos de temperatura en el cultivo de papa de acuerdo a su etapa de desarrollo

Etapa	Temperatura (°C)
En el ambiente	
Dos semanas después de la siembra	13
Desarrollo foliar	12 a 14
Elongación del tallo y floración	18
Formación de tubérculos	16 a 20
En el suelo	

Emergencia y crecimiento foliar	21 a 24
Formación de tubérculos	15 a 24

Fuente: Rubio et al. (2000)

En el caso de los suelos la papa puede crecer en la mayoría de ellos porque esta planta es poco exigente a condiciones edáficas, solo se ve afectado el cultivo en terrenos compactados y pedregosos debido a que el tubérculo no puede desarrollarse libremente, la humedad del suelo debe ser suficiente, aunque este cultivo es resistente a la aridez, se dice además que soporta un pH ácido entre 5,5 – 6,0, esto por lo general se da más que todo en terrenos arenosos y se considera una planta tolerante a la salinidad (Zúñiga Chila et al., 2017).

Igualmente, se puede decir que la altitud del cultivo puede variar, ya que este se desarrolla en alturas mínimas de 460 hasta los 3.000 msnm, pero la altitud ideal para un buen desarrollo se encuentra desde los 1.500 a 2.500 msnm, por consiguiente, los vientos también influyen en el cultivo de papa estos tienen que ser moderados, con velocidades no mayores a 20 km/h, debido a que las plantas pueden sufrir daños y, por lo tanto, bajos rendimientos (INTAGRI, 2017).

Además, se tiene que la luz influye bastante en este cultivo porque requiere gran cantidad de luminosidad para el fotoperíodo, ya que induce a la tuberización, entonces al momento de implementar luminosidad a un cultivo se debe llevar a cabo fotoperíodos cortos debido a que son más favorables para la tuberización y los largos periodos inducen en el crecimiento (Zúñiga Chila et al., 2017).

De tal modo que la papa se destaca por tener una gran importancia gastronómica, así como se constituye por ser una delicia mundial y se encuentra constituida nutricionalmente por un 78% de agua, 18% de almidón, proteínas, minerales, un 0,1% de lípidos, vitaminas, como vitamina C; riboflavina, tiamina y niacina, además de potasio, calcio, fósforo y magnesio, tiene una cantidad baja de sodio, de igual manera, es una excelente fuente de fibra, nutricionalmente, ya que es ideal para la preparación de purés, cremas, sopas, croquetas, suflés, tortillas, masas de forma, guisada; asada, salteada y frita, igualmente, mediante el proceso de fermentación, se obtienen bebidas alcohólicas como; vodka en Rusia, aguavit en los países nórdicos, brennivin en Islandia y el shochu

en Japón, incluyendo que hay una superproducción y el sobrante se utiliza para alimentación animal (Silva, 2019).

1.4.2.1.2. Variedades de papa. En cuanto a la variedad de la papa, se presenta gran cantidad de variedades las cuales algunas van quedando obsoletas debido a la aparición de otras con mayor rendimiento y adaptabilidad, las variedades se diferencian por el color de la epidermis y de la pulpa, resistencia a enfermedades, duración del ciclo de cultivo y los requerimientos nutritivos. Por lo general, en países de origen del cultivo se conocen variedades tradicionales con distintas formas, pero también existen otras con diferentes colores de piel púrpura, azul o bicolor, de carne aculada, violeta o amarilla, y de formas alargadas, curvas o casi esféricas. Por consiguiente, cabe resaltar que en Perú se estima que existen alrededor de tres mil variedades papas nativas o criollas, las cuales gran parte de ellas no pueden ser cultivadas fuera de los Andes peruanos debido a que requieren condiciones climáticas y agroecológicas particulares (Silva, 2019).

Se tienen algunas de las variedades de papa tradicionales en Perú, las cuales son: papa amarilla, blanca, canchan, colorada, huamantanga, negra, perricholi, peruanita, rosada, tarmeña, Yungay y tomasa, además que Chile tiene diferentes variedades tradicionales, las más consumidas en este país son: asoberana, cabrita, cacho negro, camota, cielo, huicaña, magallanes, michuñe blanco, ñocha y pachacoña (Silva, 2019).

1.4.2.1.3. Principales usos de la papa. Uso industrial: Papa congelada: es conservada para el uso de papas fritas en la industria de comidas rápidas y restaurantes que lo requieran.

- Papa chip: hojuelas de papas fritas utilizadas en la industria de comidas rápidas y restaurantes.
- Papa deshidratada: se emplea en la elaboración de sopas, saborizantes y harinas espesantes.
- Elaboración de alcoholes: se añade enzimas para convertir el almidón en azúcares y de tal modo fermentar y luego destilar la mezcla (Palma et al., 2022).

Otros usos: las papas deshidratadas en escamas por lo general se utilizan para hacer puré de papas. La harina de papa es otro producto deshidratado que se utiliza en la industria alimentaria. El almidón de papa es un polvo fino, el cual contiene una alta viscosidad mayor que el almidón de trigo y maíz, y del cual se puede proporcionar productos más deliciosos (Palma et al., 2022).

Uso medicinal:

La papa es usada por sus propiedades terapéuticas como antiinflamatorio, calmante, desinfectante, es usada para mejorar la digestión y reducir la presión arterial (Palma et al., 2022).

1.4.2.1.4. Procesamiento de la papa

Procesamiento de la papa para producción de harina

Recepción y lavado: Una vez que las papas han sido lavadas y desinfectadas correctamente, estas son trasladadas hasta el área de producción de harina de papa, aquí no se hace una selección por tamaño, puesto que en este proceso no es necesario tener papas de un tamaño estándar.

Pesado: Este proceso se hace con el fin de cuantificar las cantidades de materia prima que entra a proceso y comparar con las pérdidas para llevar datos de las pérdidas por desechos y deshidratación; además de entregar un registro contable de la cantidad de materia prima utilizada.

Pelado: Este proceso se realiza con el fin de retirar la cáscara, la cual no es deseada en la harina, debido a que esta puede oscurecer el color de ella y dar una apariencia e impresión sensorial y rechazo en el público.

Troceado: Esta es una operación que tiene como objetivo la disminución de la superficie de la papa para facilitar el secado, ya que es más fácil que las células contenidas en el interior de la papa y así reducir el tiempo de deshidratación, y al tener un lapso menor de tiempo de secado, se reduce la posibilidad de oxidación de la papa.

Remojo: Este se hace en una dilución de ácido ascórbico con una concentración al 1% (0,02 kg) por 10 min, ya que este es antioxidante que evita el pardeamiento enzimático de la papa.

Secado: Consiste en reducir la cantidad de agua contenida en la papa a una temperatura (75 – 100 °C por 100 min) y dejar únicamente el material sólido con el fin de reducir el contenido de humedad residual hasta un valor aceptablemente bajo para poder procesar.

Molido: Es la reducción de tamaño para lograr obtener partículas lo suficientemente pequeño como polvo.

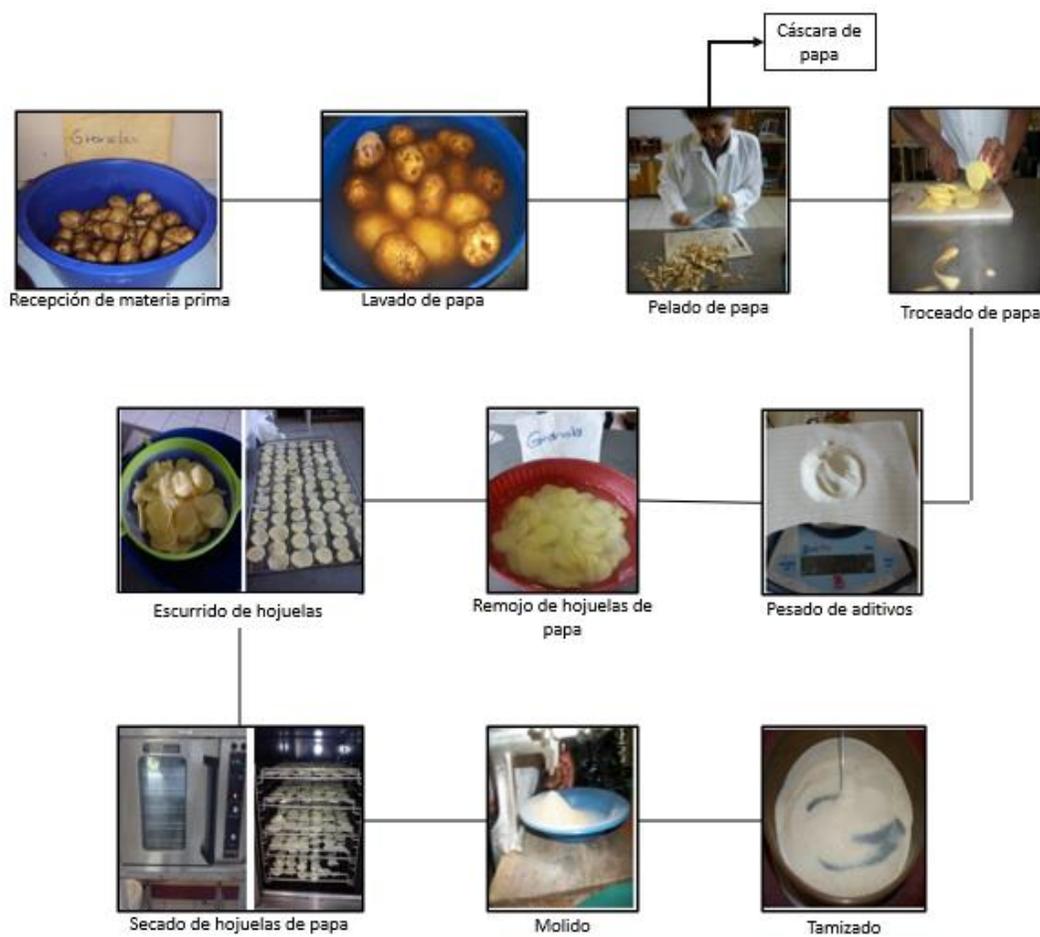
Tamizado: Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz o cedazo. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz atravesándolo y las grandes quedan retenidas por el mismo, este constará de varios tamices, de tamaños diferentes, para lograr la uniformidad de las partículas, y las que se queden en los niveles superiores de los tamices serán reprocesados.

Empaque: El empaque y etiquetado constituye la envoltura o protección que acompaña a un producto, pero al mismo tiempo forma parte de sus características y cumple con varios objetivos: Protección, comodidad, promoción y comunicación.

Almacenamiento: Es una estrategia para diferir la oferta del producto hasta que el mercado se encuentre desabastecido y de esta manera obtener mejores precios (Hernández y Rugama, 2014).

Figura 1

Procesamiento de la papa variedades Sante, Granola, Desiree y Probenito para la producción de harina



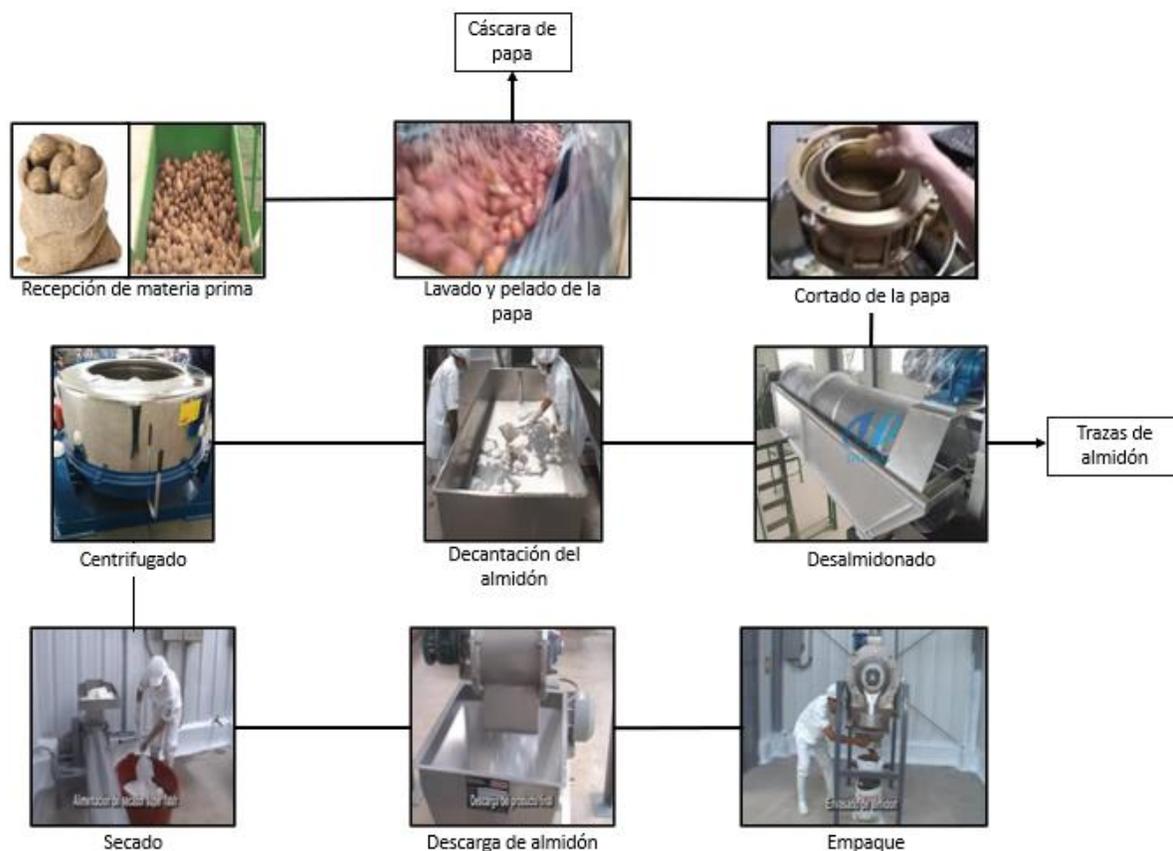
Fuente: Adaptado de Hernández y Rugama (2014)

Procesamiento de la papa para producción de almidón

Inicialmente, se realiza la recepción de materia prima, luego se continúa con el proceso de lavado y pelado de la papa, posteriormente se continúa con el proceso de cortado y desalmidonado, proceso mediante el cual se obtiene trazas de almidón las cuales son un residuo y pueden ser recuperadas, luego se prosigue a decantar y a centrifugar con el fin de quitar la humedad, luego se realiza un secado flash y por último se empaca para su debida disposición (Rubiano, 2020).

Figura 2

Procesamiento de la papa variedad Capiro R-12 para producción de almidón



Fuente: Adaptado de Rubiano (2020)

1.4.2.1.5. Residuos del procesamiento de la papa

Cáscara de papa

La cáscara de papa es un subproducto con un alto potencial para ser usado en diferentes formulaciones de alimentos Vega (2020), además es importante resaltar que la función de esta es proteger los nutrientes que encuentran en el tubérculo, además, la cáscara de papa se destaca por tener fuentes de potasio, proteína, vitamina C, carbohidratos complejos, vitamina B, niacina y tiamina; contiene hierro, un mineral esencial que ayuda al funcionamiento de glóbulos rojos (Argenpapa, 2020).

Trazas de almidón

Este residuo se genera al momento de la industrialización de la papa mediante el cual se fabrican las denominadas hojuelas o snacks, en los procesos de desalmidonado que por decantación se generan aguas residuales que contienen gran cantidad de almidón, por tal motivo este residuo se convierte en un residuo aprovechable mediante el cual con un estudio enfocado en el manejo y procesos que se deben llevar cabo se puede obtener porcentajes de almidón el cual viene siendo un subproducto para las industrias procesadoras de papa (Rubiano, 2020).

1.4.3. Marco Contextual

El estudio se realizó en la Universidad Mariana en la ciudad de Pasto, departamento de Nariño. La ciudad de Pasto es la capital administrativa del departamento de Nariño, se encuentra ubicada en el centro oriente del departamento al sur occidente de Colombia, se divide en 12 comunas y 17 corregimientos. Esta ciudad ocupa una superficie de 6.181 kilómetros cuadrados, su cabecera municipal se ubica a una altitud de 2.527 metros sobre el nivel del mar, es importante mencionar que se encuentra localizado en la región Andina, con una ubicación de latitud 1° 12' 52.48"N y longitud 77° 16' 41.22"O, a una temperatura climática aproximadamente de 12°C y una superficie de 1.181 km² (Alcaldía de Pasto, 2022).

1.5. Metodología

A continuación, se presentan algunos aspectos fundamentales de la metodología del presente trabajo, relacionados con el enfoque y el tipo de investigación.

1.5.1. Enfoque de investigación

El enfoque al cual se refiere el presente trabajo es cualitativo, ya que se busca tener una aproximación al tema de estudio, con el fin de comprender el conjunto de características de un determinado fenómeno o tema en particular. De tal forma que se centra en la realización de una

revisión de tipo documental, a través de la consulta de fuentes primarias y secundarias de información (Hernández Sampieri, 2006).

1.5.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva y no experimental, ya que no se manipula ningún tipo de variable o factor por parte del investigador, es descriptiva por cuanto se busca especificar propiedades, características y rasgos de un determinado fenómeno o tema en particular, mediante la recopilación, procesamiento y análisis de información documental para dar cuenta de las tendencias en el tema de estudio (Hernández Sampieri, 2006).

1.5.3. Población y muestra

Población: Documentos representados en artículos científicos, trabajos de grado de pregrado, posgrado, documentos técnicos, documentos normativos.

Muestra: Documentos donde se explique el tema en particular sobre el aprovechamiento de los residuos del procesamiento de papa para elaborar productos con valor agregado.

1.5.4. Identificación de las tendencias actuales en la valorización de los residuos del procesamiento de la papa en la elaboración de productos con valor agregado.

Para identificar las tendencias actuales en la valorización de los residuos del procesamiento de la papa en la elaboración de productos con valor agregado se consultaron bases de datos de acceso gratuito, como con las que cuenta la Universidad, igualmente consulta y acceso a bases de datos como Dialnet, Scielo, Redalyc, Google Académico, Science direct (Descarga libre) entre otras fuentes de información. Igualmente, se consultaron trabajos de grado de pregrado y posgrado de Universidades de Colombia y el mundo. Para la referenciación se utilizó como gestor bibliográfico el software denominado Mendeley (Versión gratuita), con el fin de organizar la información y referenciarla adecuadamente en el desarrollo de la investigación.

En la realización del primer criterio de búsqueda se cuenta con el año de publicación, se tomó como referencia el año 2015, es decir, se filtró y se dejaron los documentos de este año hasta la fecha, sin embargo, existen documentos de años anteriores que también se utilizaron puesto que son relevantes para este estudio.

Agregando a lo anterior, se tiene como segundo criterio de búsqueda las palabras clave como: valorización de residuos, cáscara de papa, almidón, entre otros, los cuales permiten refinar la búsqueda de la información, y lo cual permitió eliminar aquellos que no cuenten con información que aportaron en el desarrollo de este objetivo.

Seguidamente, se utilizó la matriz de vaciado de información para la recopilación de los datos más relevantes de los trabajos y documentos a analizar. Esta matriz contiene datos como: año, autores, principales hallazgos y aporte para la investigación.

Por último, se realizó la matriz de comparación con la finalidad de organizar la información obtenida en categorías para poder clasificarla de acuerdo con el tipo de residuo del procesamiento a utilizar, las operaciones y procesos de tratamiento y los productos obtenidos finalmente.

1.5.5. Contraste de las perspectivas en la valorización de los residuos del procesamiento de la papa, en la elaboración de productos con valor agregado.

Se contó con la opinión y el juicio crítico del autor sobre las perspectivas en la valorización de los residuos del procesamiento de la papa en la elaboración de productos con valor agregado, mediante el análisis de la información y comparación con tendencias en investigación, planes de desarrollo nacional y regional, objetivos de desarrollo sostenible, entre otros.

2. Resultados

A continuación, se presentan los resultados del desarrollo de los objetivos específicos del trabajo de grado.

2.1. Tendencias actuales en la valorización de residuos del procesamiento de la papa en la generación de productos con valor agregado.

De acuerdo con la estrategia de búsqueda como la consulta de fuentes primarias y secundarias de información, se obtuvieron los aspectos más importantes con los criterios de búsqueda correspondientes mencionados en la metodología, los cuales fueron: año de publicación el cual se tomó desde el año 2015 hasta la fecha, y la utilización de palabras clave como: papa, almidón, cáscara, valorización de residuos.

Una vez filtrada la información esta se identificó mediante el uso de palabras clave, la cual, si el tema aportaba en el desarrollo de la investigación, se procedía a organizarla en las diferentes matrices, las cuales cuentan con información solicitada y relevante.

2.1.1. Valorización de residuos de la agroindustria

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), cada año se recolectan en el mundo una cantidad considerada de 11.200 millones de toneladas de residuos sólidos y según el Banco Mundial, los desechos a nivel global se acrecentarán en un 70% para el año 2050, salvo que se adapten medidas urgentes para evitar el aumento de residuos (Organización de las Naciones Unidas, 2022).

Los residuos agroindustriales son aparentemente los menos peligrosos o contaminantes, aun así, la mala disposición de ellos puede generar problemas ambientales y sociales, como las emisiones de CO₂ y partículas que se generan en las quemas que no tienen ningún control, la contaminación de cuerpos de aguas por lixiviados, generación de malos olores o proliferaciones de roedores e insectos. De esta forma, para ilustrar un poco acerca del volumen de producción, se puede decir que los alimentos más producidos en el mundo son la caña de azúcar y el arroz con 1.800 y 509 millones de toneladas producidos en 2020, para el caso de la caña, se estima que por cada 1.000 kg

de azúcar producida se generan entre 30 y 65 toneladas de residuos, y para el caso del arroz, por cada tonelada de grano para consumo final se produce aproximadamente una tonelada de residuos, entre paja y cascarilla (Romero, 2022).

Los residuos agroindustriales contribuyen de manera importante en la economía circular, debido a que pueden ser usados como materias primas en diferentes procesos de producción para generar valor agregado, es así como existen diferentes tipos de residuos de campo, como hojas, tallos, vainas de semillas que permanecen en el campo posterior a la cosecha, por otro lado, los residuos de procesos, como melaza, cáscaras, bagazos, vástagos, semillas, hojas, tallo, paja, pulpa, rastrojo y raíces los cuales se generan al momento de realizar la cosecha y transforman a productos para el consumo final sea humano o animal (Zainudin et al., 2022).

Las características o composición de los residuos, depende de la materia prima utilizada y de los procesos de transformación empleados. De todas formas, estos residuos son materia lignocelulósica, cuyos componentes de celulosa, hemicelulosa y lignina son los mayoritarios. Igualmente los residuos de frutas son ricos en compuestos fenólicos y compuestos con actividad antioxidante; los residuos de café y de cítricos tienen altos componentes de pectina (Vargas y Pérez, 2018).

Las agroindustrias que tienen más representación en Colombia, son: la molinería de arroz, fábricas de alimentos balanceados para animales, industria de carnes de bovinos y porcinos, industria de azúcar, fabricación de procesados a partir de papa, plátano y yuca, así como también los procesados a partir de frutas y hortalizas, industrias textiles y confecciones, fábricas de aceites y grasas, jabones y detergentes, los derivados del caucho y productos lácteos, a su vez, el desarrollo en la producción de alcohol para licores y fines médicos, producción de cerveza y la transformación y conservación de frutas; jugos, mermeladas, pastas y concentrados (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014).

A continuación, se presenta en la Tabla 2 una serie de estudios sobre la reutilización de residuos de la agroindustria, de acuerdo con la fuente de la cual provienen, procesos empleados en la conversión y producto final.

Tabla 2

Principales estudios sobre la reutilización de residuos de la agroindustria

Fuente de residuo	Proceso o método de conversión	Producto	Referencia
Residuos de cocina	Hidrólisis enzimática con levadura		(Saadiah et al., 2014)
Mariscos y otra vida acuática	Sacarificación enzimática		(Hrůzová et al., 2020)
Residuos del procesamiento de cervecería	Fermentación	Bioetanol	(Kandyliari et al., 2020)
Bagazo de cerveza, cáscara de naranja y salvado de trigo	Fermentación sin productos químicos		(Yirgu, Z., Leta, S., Hussen, A. et al., 2021)
Desechos del procesamiento de frutas y verduras	Fermentación con consorcio de levadura autóctona		(Carrillo-Nieves et al., 2022)
Semillas de zapote mamey (<i>Pouteria sapota</i>)	Transesterificación catalizada de dos pasos		(Nair et al., 2022)
Desechos de café	Secado a 70°C	Biodiésel	(Kumar et al., 2016)
Residuos de cocina	Transesterificación		(Karmee et al., 2018)
			(Priyadarshi y Kakoli., 2018)

Fuente de residuo	Proceso o método de conversión	Producto	Referencia
Residuos lácteos	Transesterificación con catalizador de cáscara de huevo		(Kavitha et al., 2019)
Aceite de palma, cervecera y láctea	Pretratamientos, hidrólisis enzimática y fermentación		(Arpit et al., 2022)
Residuos de cocina	Pirólisis no catalizado		(Agarwal et al., 2013)
Mariscos y otra vida acuática	Codigestión		(Jehlee et al., 2017)
Desechos del procesamiento de frutas y verduras	Digestión anaeróbica		(Zeynali et al., 2017)
Residuos del procesamiento de cervecería	Digestión anaeróbica		(Panjičko et al., 2017)
Desechos de café	Secado, mezclado con inóculo anaeróbico	Biogás	(Chala et al., 2018)
Paja de caña de azúcar	Digestión anaeróbica		(Keerthana et al., 2022)
Residuos de frutas	Extracción y digestión anaeróbica		(Prakash et al., 2023)
Café molido quemado	Caracterización molecular, análisis metabólico genómico y predictivo, fermentación	Compost	(Papale et al., 2021)

Fuente de residuo	Proceso o método de conversión	Producto	Referencia
Suero de leche	Estudio y análisis de literatura		(Sirmacekic et al., 2022)
Cascarilla de arroz	Altos porcentajes de sílice amorfa, mezclas de concreto con el fin de sustituir el cemento Portland tipo I.	Bloques de concreto no estructurales y ladrillos de mampostería.	(Mattey et al., 2015)
Bagazo de caña (<i>Saccharum spp.</i>)	Hidrólisis ácida (sulfúrica)		(López et al., 2016)
Ceniza de cascarilla de arroz	Extracción, espectroscopia infrarroja de Fourier e interacción electroestática	Poliuretanos	(Boonsong y Khaokong, 2022)
Semilla de naranja, vástago de tomate de árbol, semilla de mandarina y cáscaras de guanábana, maracuyá y plátano	Fermentación química	Papel, textil y biomateriales Éteres y ésteres de celulosa	(Rojas et al., 2019)
Cáscara de piña, cáscara y semilla de tomate de árbol	Fermentación	Furfural	(Rojas et al., 2019)

Fuente de residuo	Proceso o método de conversión	Producto	Referencia
Cáscaras de lulo y guanábana, borra de café y semillas de uva	Fermentación	Pulpa de papel, industria alimentaria, farmacéutica y química.	(Rojas et al., 2019)
Residuos lácteos	Fermentación anaeróbica oscura en condiciones termófilas		(Azbar et al., 2009)
Desechos de café	Fermentación		(Jung et al., 2010)
Residuos de cocina	Pirólisis no catalizado	Biohidrógeno	(Chang y Hsu., 2008) (Agarwal et al., 2013)
Desechos del procesamiento de frutas y verduras	Fermentación seca en condiciones termófilas		(Edwiges et al., 2018) (Nalakath et al., 2019)
Residuos lácteos	Digestión anaerobia	Biometano	(Banks et al., 2010)

De acuerdo con la Tabla 2, se puede observar la gran cantidad y diversidad de residuos que genera la agroindustria, y por consiguiente la variedad de procesos de transformación y de productos con valor agregado que se pueden generar.

Por ejemplo, un grupo de residuos representativo son los provenientes de frutas y vegetales, los cuales representan una amplia gama de posibilidades de transformación, mediante procesos como secado, fermentación, ultrasonido, microondas, extracción líquida entre otros, son fuente de componentes bioactivos que pueden ser utilizados de forma promisorio en la industria de la fortificación de alimentos, mediante el incremento del valor nutricional y la estabilidad oxidativa al igual que en la elaboración de ingredientes funcionales (Ben-Othman et al., 2020).

De igual forma existen otros tipos de residuos como los resultantes de la industria de alimentos (carne y productos marinos), los cuales aportan en la consecución de diversidad de productos como proteína hidrolizada y péptidos bioactivos, para la aplicación en la industria farmacéutica. Otro grupo de residuos son los provenientes de la actividad de ganadería, los cuales se utilizan en la industria de suplementos y componentes con propiedades antiinflamatorias, gracias a la riqueza de oligosacáridos (Socas-Rodríguez et al., 2021).

Una parte importante, son los residuos de la agroindustria empleados en la generación de energía para producir biocombustibles representados en el bioetanol, biodiesel, biogás, biohidrógeno etc. Algunas de las ventajas de este tipo de combustibles alternativos son la disponibilidad de biomasa para su generación, la reducción de emisiones de CO₂ durante los procesos de combustión, la sostenibilidad ambiental, biodegradabilidad entre otras (Nair et al., 2022).

En cuanto a la clasificación de este tipo de biocombustibles, en la actualidad se cuentan con 4 grandes grupos (Generación), de acuerdo con la biomasa de la cual provienen y a continuación se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3*Clasificación de biocombustibles de acuerdo con el tipo de biomasa de la cual provienen*

Biocombustibles de acuerdo con la Generación	Tipo de biomasa
1	Caña de azúcar, trigo, arroz, aceite de soya, girasoles, aceite de palma.
2	Residuos agroindustriales, aceites usados, residuos de plantas de tratamiento
3	Biomasa algal, bacterias, hongos, levaduras
4	Organismos modificados genéticamente

Fuente: Adaptado de Nair et al. (2022)

2.1.2. Tendencias en la valorización de residuos de papa para la generación de productos con valor agregado.

La papa en la actualidad es un alimento que se consume en forma directa, se estima que aproximadamente del 76% de la producción total se destina al consumo humano, de igual manera las empresas procesadoras demandan el 6,0% para la producción de alimentos de consumo humano, el 8% para semilla, el 1,9% para alimentación animal que es papa sin procesar y el 1,6% para el mercado (Prada, 2008; Vélez, 2020).

Los residuos del procesamiento de este tubérculo, son una fuente de componentes bioactivos, representados principalmente en componentes fenólicos y glicoalcaloides, de hecho, la cáscara contiene muchos más componentes fenólicos que otra parte de este producto. Se conoce que estos componentes son reconocidos gracias a su actividad antioxidante y antibacterial. Igualmente, el ácido clorogénico, extraído de la papa, este asociado con estudios sobre la disminución del riesgo por enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 (Ben-Othman et al., 2020).

A continuación, se presenta en la Tabla 4, un resumen de algunos de los principales estudios sobre la reutilización de residuos de la papa (cáscara y almidón), con sus procesos y los productos obtenidos en los procesos de transformación.

Tabla 4*Estudios realizados sobre la reutilización de residuos de papa (cáscara y almidón)*

Fuente de residuo	Proceso o método de conversión	Producto	Referencia
Cáscara de papa	Obtención materia prima, lavado, pesado, secado, molido, obtención harina, caracterización fisicoquímica del sustrato (harina), caracterización macroscópica y microscópica del <i>Aspergillus Níger</i> , obtención del medio enriquecido en proteínas, determinación de los parámetros cinéticos de fermentación	Medio enriquecido en proteínas por fermentación microbiana	(Apunte, 2019)
	Lavado de materia prima, deshidratado, molienda y envasado.	Harina rica en antioxidantes.	(López et al., 2019)
	Recepción de materia prima, cortado, lavado y oreado, secado, molienda ultrafina por método de extrusión expandidos y no expandidos	Fibra dietética soluble	(Yang et al., 2020)
	Fermentación y cuantificación en espectrofotometría.	Amilasas	(Sánchez Castelblanco y Heredia Martín, 2020)
	Extracción de autohidrólisis, caracterización, cocción, evaluación de composición nutricional.	Pastas sin gluten	(Fradinho et al., 2020)
	Recepción de materia prima, extracción de antioxidantes, determinación de flavonoides, fenoles y evaluación.	Sustancias antioxidantes y antimicrobianas	(Helal et al., 2020)

Fuente de residuo	Proceso o método de conversión	Producto	Referencia
	Obtención de materia prima, desinfección con solución de hipoclorito de sodio, deshidratación, molienda, evaluación composición química, propiedades fisicoquímicas y propiedades tecno-funcionales.	Formulación de un producto cárnico fresco picado	(Vega et al., 2020)
	Mezclado de residuo sólido de papa, aglutinante ecológico de arroz y agua, moldeado, prensado del envase.	Envase ecológico para comida rápida	(Ramos, 2021)
Cáscara de papa	Obtención de polvo de cáscara de papa y disolución de mezcla con agua destilada.	Coagulante natural para el tratamiento de agua potable	(Camacho et al., 2020)
	Análisis de aguas residuales aplicando el método de coagulación y floculación.		(Choumane et al., 2021)
	Preparación de mezclas cáscara de papa: Sulfato de Cobre		(Choumane y Zaoui, 2023)
	Licuefacción e hidrólisis enzimática, presacarificación intensificada y sacarificación y fermentación simultaneas.		Bioetanol de segunda generación
	Deshidratación, pretratamiento químico, hidrólisis enzimática y fermentación alcohólica	Bioetanol y Biogás	(Barampouti et al., 2023)
Almidón de papa	Determinación del porcentaje de almidón por el método de Singh y Singh, determinación de cantidad de gránulos por el método de Kjeldahl.	Análisis químico para la obtención de papel higiénico	(Aguilar, 2016)

Fuente de residuo	Proceso o método de conversión	Producto	Referencia
Almidón de papa	Fermentación e incubación.	Polihidroxicanoatos	(Guzmán et al., 2017)
	Mezcla de almidón como agente gelificante con polietileno de baja densidad y aserrín de madera.	Agente acoplante en compuestos polímero-fibras de madera	(González et al., 2018)
	Hidrólisis enzimática.	Jarabe de glucosa	(Navarro, 2019)
	Extracción de almidón y filtración.	Controlador de filtrado en lodo base agua	(Huarcaya et al., 2019)
	Hidrólisis enzimática, extracción e hidrólisis ácida.	Glucosa	(Tunde, 2020)
	Preparación de gelificante y determinación de sus propiedades.	Agente acoplante utilizando tecnología enzimática y iones minerales	(Reyniers et al., 2020)
	Desalmidonado y decantación	Recuperación del almidón como materia prima para la industria alimentaria	(Rubiano, 2020)
	Extracción de almidón por vía húmeda y sedimentación natural, caracterización fisicoquímica.	Almidón de papa	(Vera y Chavarría, 2020)
	Hidrólisis enzimática – fermentación.	Ácido láctico	(Smerilli M et al., 2015)

Fuente de residuo	Proceso o método de conversión	Producto	Referencia
Almidón de papa	Fermentación, hidrólisis ácida y cromatografía líquida		(Calvopiña y Manotoa, 2020)
	Técnicas de procesos húmedos y secos	Plástico biodegradable	(Siqueira et al., 2021)
	Adquisición de muestras, medición de contenido de humedad, preparación del gel, determinación de cada una de las características.	Agente gelificante como alternativa ecológica a la gelatina de origen animal	(Khan et al., 2021)
	Hidrólisis enzimática, fermentación, filtración y destilación.	Etanol	(Ramírez, 2022)
	Hidrólisis y pruebas de biodegradabilidad	Biometano	(Theodosi et al., 2023)
	Obtención de almidón y realización de análisis de propiedades funcionales, análisis morfológico y óptico, análisis térmico, termogravimétrico y estructural.	Evaluación de propiedades fisicoquímicas, morfológicas, estructurales y térmicas del almidón recuperado	(Montoya et al., 2023)

De acuerdo con la Tabla 4, se puede evidenciar la gran cantidad de productos con valor agregado que se pueden elaborar a partir de los residuos de procesamiento de la papa.

Los resultados de la revisión bibliográfica demuestran que en la actualidad los residuos agroindustriales son una fuente promisoría para la elaboración de productos con valor agregado, y en este caso los residuos de la papa, son una fuente de materia prima para este propósito, además de la gran utilidad en reducir el impacto ambiental (Socas-Rodríguez et al., 2021).

Este tipo de residuos representado en almidón y cascara, conllevan a la generación de otro tipo de productos como proteína, ácido ascórbico, ácido láctico, carbohidratos, minerales, vitaminas, alcaloides, flavonoides y componentes fenólicos, entre otros, con múltiples usos y aplicaciones en diferentes y variadas industrias (Priedniece et al., 2017).

Entre los productos con valor agregado que se pueden generar se encuentran compuestos fenólicos, entre ellos están el ácido clorogénico, ácido gálico, entre otros, que presentan actividad antioxidante y antibacteriana (Grande Tovar, 2016). Otros estudios demuestran que la extracción de este tipo de compuestos es posible, a partir de la variación de condiciones como temperatura, tiempo y tipo de solvente, para obtener compuestos con gran capacidad antioxidante (Priedniece et al., 2017).

Igualmente, el almidón es un polisacárido compuesto por amilosa y amilopectina, las cuales proveen de ciertas características como cristalinidad y el entrelazamiento de las moléculas. La relación de estos dos componentes es fundamental para otorgarle fuerza y tensión a los productos que se elaboren a partir de este. Como productos con valor agregado se encuentran biopelículas y bioplásticos, los cuales sirven para reemplazar los plásticos convencionales mediante la aplicación de diferentes procedimientos y tecnologías. Este tipo de bioplásticos presentan ventajas entre las cuales se pueden mencionar que son fácilmente compostables, influyendo en la velocidad de descomposición en los ambientes naturales (Ogutu y Mu 2016; Priedniece et al., 2017).

Por otra parte, se observa en la tabla la aplicabilidad del almidón de papa como coagulante en el tratamiento de agua potable, encontrando una solución y sustitución a los coagulantes químicos

convencionales utilizados. En contraste con los coagulantes convencionales, los coagulantes de fuentes naturales como el almidón, son seguros, eco amigables y libres de agentes tóxicos. Igualmente, ofrecen otras ventajas entre las cuales están la economía en su utilización, no se requiere ajuste de pH en el tratamiento, no son corrosivos, entre otras propiedades (Choy et al., 2014).

Desde el punto de vista económico, un adecuado manejo de las materias primas y de los residuos agroindustriales, es importante para reducir los costos de producción, e incrementar la eficiencia en el sistema productivo. En este sentido todos los agentes del proceso como agricultores, procesadores, transportadores entre otros serían beneficiados e incrementarían la productividad a la vez que reducirían los costos de producción (Socas-Rodríguez et al., 2021).

Teniendo en cuenta lo anterior, la bioeconomía circular se convierte en una tendencia en la valoración de residuos, cuyo objetivo es la reducción del impacto que estos tienen en el ambiente, para contribuir a potenciar la productividad y competitividad de las organizaciones que pretenden el montaje de procesos de producción más limpia (Schwartz et al., 2022).

Mediante la reutilización de residuos de la agroindustria y en particular los provenientes del procesamiento de la papa, se contribuye a la soberanía alimentaria de la población, ya que no se entra en competencia por tierra adicional ni con productos alimenticios directamente, igualmente, se favorece el cambio en los patrones de consumo tradicionales que no favorecen el campo, y ponen en riesgo la soberanía debido al crecimiento de cultivos transgénicos y monocultivos de alta dependencia tecnológica, energética y contaminante (Hidalgo y Sorondo, 2020).

Finalmente, la soberanía alimentaria entendida como el autoabastecimiento de alimentos de calidad, en cantidad suficiente y de manera oportuna a la cual deben tener acceso todos los países, se fortalece con el concepto de modelos agroecológicos, ya que fomentan la diversidad de cultivos en temporadas diferentes, facilitando la producción de alimentos sin tóxicos para una alimentación variada y saludable. Es aquí donde toma importancia la continuación de actividades académicas e investigativas en esta área de estudio, con el fin de contar con bases sólidas que aporten ante los

retos de la sostenibilidad, y que incida de manera directa en las políticas públicas conjuntamente con la valoración del conocimiento popular (Hidalgo y Sorondo, 2020).

2.2. Contrastar las perspectivas en la valorización de los residuos del procesamiento de la papa, para la elaboración de productos con valor agregado

En el proceso de transformación de la papa se obtienen gran cantidad de residuos, los cuales es necesario procesar para generar una valorización y elaborar productos con valor agregado que aporten a las necesidades básicas de los seres humanos, además de contribuir con la minimización de los impactos ambientales debido a que cuentan con una alta concentración de materia orgánica y por su disposición final inadecuada (Vargas y Pérez, 2018).

Dentro de los residuos de papa se cuenta con la cáscara y las trazas de almidón, que al momento de llevar a cabo el proceso de desalmidonado se obtiene como residuo, subproductos que contienen grandes cantidades de compuestos valiosos, lo cual hace posible su uso en aplicaciones farmacéuticas, de producción de alimentos y medicamentos teniendo en cuenta el principios de la bioeconomía, método basado en la ciencia que analiza el uso racional y efectivo de los recursos locales para crear nuevos productos con valor agregado para el mercado existente (Priedniece et al., 2017).

A continuación, se presenta el contraste del grupo de los productos que se obtienen de la valorización de residuos de papa, y fuentes importantes de información como lo son los objetivos de desarrollo sostenible, los ejes fundamentales descritos en el Plan Nacional de Desarrollo, las líneas estratégicas empleadas en el Plan de Desarrollo Departamental y las dimensiones que conforman el Plan de Desarrollo Municipal.

Tabla 5

Contraste y alineación de políticas públicas con los productos con valor agregado provenientes de los residuos del procesamiento de la papa

Productos resultados de la valorización de residuos de papa	Objetivos de Desarrollo Sostenible ONU	Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 Colombia, Potencia Mundial de la Vida	Plan de Desarrollo Departamental Mi Nariño, en Defensa de lo Nuestro	Plan de Desarrollo Municipal Pasto, la Gran Capital
Biocombustibles	<p>Objetivo 1. Fin de la pobreza</p> <p>Objetivo 7. Energía Asequible y no contaminante</p> <p>Objetivo 8. Trabajo decente y crecimiento económico</p> <p>Objetivo 12. Producción y consumo responsables</p>	<p>Eje 4: Transformación productiva, internacionalización y acción climática.</p> <p>Eje 5: Convergencia regional.</p>	<p>Estrategia 1. Mi Nariño Sostenible</p> <p>Estrategia 5. Mi Nariño Competitivo</p>	<p>Dimensión Social</p> <p>Dimensión Ambiental</p> <p>Dimensión Económica</p>

Productos resultados de la valorización de residuos de papa	Objetivos de Desarrollo Sostenible ONU	Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 Colombia, Potencia Mundial de la Vida	Plan de Desarrollo Departamental Mi Nariño, en Defensa de lo Nuestro	Plan de Desarrollo Municipal Pasto, la Gran Capital
Alimentos para humanos y animales	Objetivo 1. Fin de la pobreza Objetivo 2. Hambre cero Objetivo 12. Producción y consumo responsables	Eje 3: Derecho humano a la alimentación	Estrategia 2. Mi Nariño Seguro Estrategia 5. Mi Nariño Competitivo	Dimensión Social Dimensión Económica
Biopelículas	Objetivo 1. Fin de la pobreza Objetivo 9. Industria, innovación e infraestructura	Eje 4: Transformación productiva, internacionalización y acción climática. Eje 5: Convergencia regional.	Estrategia 1. Mi Nariño Sostenible	Dimensión Económica
Coagulantes naturales	Objetivo 1. Fin de la pobreza	Eje 1: Ordenamiento del territorio alrededor del agua.	Estrategia 1. Mi Nariño Sostenible	Dimensión Social Dimensión Ambiental

Productos resultados de la valorización de residuos de papa	Objetivos de Desarrollo Sostenible ONU	Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 Colombia, Potencia Mundial de la Vida	Plan de Desarrollo Departamental Mi Nariño, en Defensa de lo Nuestro	Plan de Desarrollo Municipal Pasto, la Gran Capital
	Objetivo 6. Agua limpia y saneamiento	Eje 2: Seguridad humana y justicia social.	Estrategia 2. Mi Nariño Seguro	Dimensión Económica
	Objetivo 12. Producción y consumo responsables	Eje 4: Transformación productiva, internacionalización y acción climática.		
Derivados químicos y enzimas	Objetivo 1. Fin de la pobreza Objetivo 9. Industria, innovación e infraestructura	Eje 4: Transformación productiva, internacionalización y acción climática.	Estrategia 1. Mi Nariño Sostenible Estrategia 5. Mi Nariño Competitivo	Dimensión Social Dimensión Ambiental Dimensión Económica

De acuerdo con la información de la tabla 5, se identificaron los productos de mayor significancia que se pueden obtener como resultado de la valorización de residuos de papa, mediante la alineación con los objetivos de desarrollo sostenible y el plan de desarrollo Nacional, Departamental y municipal, a continuación, se describen los productos más representativos.

2.2.1. Biocombustibles

La sustitución parcial de los combustibles fósiles por biocombustibles permite reducir la contaminación de la biosfera; dado que, durante su proceso el dióxido de carbono se genera sin emisiones netas. Además, se caracterizan por obtenerse a partir de fuentes renovables. El interés de la producción de biocombustibles se encuentra acorde a la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible con un enfoque energía asequible y no contaminante (Organización de Naciones Unidas, 2023).

De tal modo, resulta congruente con el plan de desarrollo nacional y en particular con los ejes de transformación productiva, internacionalización y acción climática y la convergencia regional, puesto que se apunta a la diversificación de las actividades productivas y se centra en aprovechar el capital neutral y profundizar el uso de energías limpias; igualmente, se encuentra relacionado con el plan de desarrollo departamental con su estrategia denominada mi Nariño Sostenible, la cual sostiene preservar y emplear de manera sostenible la riqueza y biodiversidad de nuestros territorios, asimismo de la estrategia mi Nariño Competitivo que impulsa a la transformación del sector productivo, generando alternativas innovadoras para la implementación del desarrollo sostenible.

Igualmente, es necesario analizar a nivel local la ejecución del plan de desarrollo municipal, el cual en la dimensión social busca la construcción de un municipio sin brechas sociales, la disminución de la pobreza y la garantía en los derechos y libertades ciudadanas, además se cuenta con la dimensión ambiental la cual está orientada en la ejecución de procesos que garantizan la conservación ambiental, la protección y bienestar animal y el crecimiento verde con el fin de garantizar el uso sostenible ético y racional del poder ecológico y natural, y la dimensión económica que tiene como fin realizar aportes para que la región sea fortalecida de manera agraria impulsando la empleabilidad y la legalización de empresas, con la finalidad de fortalecer el

comercio, turismo y artesanía, con el propósito de aumentar los ingresos en la región (Beta Analytic, 2023; Organización de Naciones Unidas, 2023; Plan de Desarrollo de Nacional 2023; Plan de Desarrollo Departamental, 2023; Plan de Desarrollo Municipal, 2023).

2.2.2. Alimentos para humanos y animales

La soberanía alimentaria es el derecho que adquieren los pueblos para definir su propio sistema alimentario, sus políticas y estrategias sostenibles de producción, distribución y consumo de alimentos nutritivos, culturalmente adecuados y asequibles, los cuales sean producidos de forma sostenible y ecológica, que garanticen el derecho a la alimentación para la población, que tenga como base la pequeña y mediana producción respetando las culturas y diversidad de campesinos, pesqueros e indígenas de producción agropecuaria, comercialización y gestión de espacios rurales.

Por lo tanto, este tema está alineado con los objetivos de desarrollo sostenible, en particular con el objetivo 1 fin de la pobreza, reduciendo condiciones de pobreza extrema y luchando a diario para satisfacer las necesidades básicas, otro objetivo relacionado es hambre cero, el cual busca la seguridad alimentaria para las familias, se cuenta también con la producción y consumo responsables que tiene como fin garantizar las modalidades de consumo y producción sostenible.

De igual manera, en este tema, es fundamental el plan de desarrollo nacional, ya que cuenta con el eje de derecho humano a la alimentación, debido a que Colombia tiene altos niveles de seguridad alimentaria y una subordinación significativa en la importación de insumos agropecuarios, adicionalmente es importante recalcar que en el país hay regiones que no cuentan con accesibilidad y conectividad vial, aérea o fluvial para el transporte de alimentos, por tal motivo se deben implementar cadenas de suministros.

Igualmente, el plan de desarrollo departamental con sus líneas estratégicas busca la seguridad alimentaria, empleando la estrategia mi Nariño seguro, la cual apunta a la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional del departamento de Nariño, de igual manera este tipo de productos se enfocan en la estrategia mi Nariño competitivo que impulsa la competitividad del departamento, con la finalidad de fomentar la economía, generando mayores ingresos para las empresas y

oportunidades de empleo a gran escala y de calidad, y en consecuencia reducir los índices de pobreza y necesidades básicas del territorio.

Para finalizar, el plan de desarrollo municipal aporta con dos de sus dimensiones, una de ellas es la dimensión social la cual está relacionada con la inversión pública de planes, proyectos y programas que resuelvan cada uno de los conflictos generados en la región, con el fin de mejorar la calidad de vida y cobertura en los servicios sociales, y otra de las dimensiones, es la dimensión económica la cual promueve el progreso económico integral competitivo e incluyente y con responsabilidad ambiental (Medina et al., 2021; ONU, 2023; Plan de Desarrollo de Nacional 2023; Plan de Desarrollo Departamental, 2023; Plan de Desarrollo Municipal, 2023).

2.2.3. Biopelículas

Este tipo de productos con valor agregado, se encuentran relacionados con los objetivos de desarrollo sostenible como es el fin de la pobreza, ya que por medio de las biopelículas se generan ingresos económicos, los cuales aportan en mejorar el bienestar de las personas y con el fin de reducir la pobreza y lograr el desarrollo sostenible, además se cuenta con el objetivo industria, innovación e infraestructura el cual identifica que el crecimiento económico, el desarrollo social y la acción climática dependen en gran medida de las inversiones que se realicen en infraestructura, en desarrollo sostenible y desarrollo tecnológico.

De igual forma, el plan de desarrollo nacional, en su eje de transformación productiva, internacionalización y acción climática, contempla un análisis sobre que el país presenta la falta de innovación, investigación y desarrollo, por el hecho que la mayor parte de actividades se han enfocado en la acumulación de capital en actividades de baja productividad y poco diversificadas, del mismo modo se cuenta con el plan de desarrollo departamental el cual en la línea estratégica mi Nariño sostenible, plantea la conservación y crecimiento verde implementando acciones que protejan la biodiversidad promedio de actores que desarrollen las políticas públicas, con el fin de cuidar los ecosistemas y aprovechar las oportunidades de crecimiento verde.

Finalmente, se cuenta con el plan de desarrollo municipal que en la temática la dimensión económica, busca implementar la formalización empresarial, como también fortalecer el comercio, turismo, manufactura y la artesanía, con el fin de ejecutar la formación de asociaciones, aumentar los emprendimientos y, por lo tanto, la empleabilidad del municipio de tal forma que se la idea es convertirlo en un referente de competitividad, inclusión y reactivación económica (ONU, 2023; Plan de Desarrollo de Nacional 2023; Plan de Desarrollo Departamental, 2023; Plan de Desarrollo Municipal, 2023).

2.2.4. Coagulantes naturales

Los coagulantes naturales se destacan por ser un tipo de productos con valor agregado muy importantes en el tratamiento del agua, por lo general están compuestos principalmente por polímeros de origen natural extraídos de plantas, algas o animales, entre ellos se encuentran los polisacáridos y sustancias solubles en agua que actúan como agentes de coagulación y/o floculación, dichos coagulantes tienen la capacidad de combatir microbios, por lo que reducen o eliminan el contenido de microorganismos patógenos.

De tal modo que dentro de los objetivos de desarrollo sostenible se encuentra agua limpia y saneamiento que tiene como fin garantizar el acceso a fuentes de agua potable y saneamiento a toda la humanidad, además se tiene como último objetivo, producción y consumo responsables que se incide en fomentar la sostenibilidad ambiental, reducir los costos de producción y aumentar la eficiencia de los sistemas alimentarios.

Igualmente, en el plan de desarrollo nacional, se encuentra el eje denominado transformación productiva, internacionalización y acción climática, mediante el cual ese busca una producción sostenible, cerrando brechas tecnologías y de esta manera impulsar los encadenamientos productivos para la integración regional, fortalecer las capacidades humanas y generar empleos de calidad, y otro objetivo que aporta al tema de coagulantes naturales es convergencia regional que pretende el mejoramiento de las condiciones de hábitat lo cual obliga a tener un tratamiento adecuado del recurso hídrico, velar por la conservación de la biodiversidad y la integridad del sistema ambiental, asimismo, es importante emplear el plan de desarrollo departamental en este

tema dado que se cuenta con estrategias las cuales están orientadas en promover el desarrollo sostenible, en el que se armonice el desarrollo del ser humano con la conservación y preservación de los ecosistemas estratégicos, las cuencas hidrográficas y la biodiversidad, adicionalmente se cuenta la línea estratégica denominada mi Nariño seguro, que tiene como reto atender las necesidades fundamentales con el propósito de asegurar el acceso a agua potable, seguridad alimentaria y servicios de salud.

Finalmente, se contempla el plan de desarrollo municipal que con su modelo de dimensiones se centra en dos de ellas, la primera designada como dimensión social dado que busca generar bases para el progreso de los habitantes, tener una mejor calidad de vida y ajustar las condiciones socioeconómicas como el saneamiento básico y el agua potable, y la otra dimensión es la económica, que pretende impulsar el municipio fortaleciendo su economía agraria con la finalidad de impulsar la empleabilidad y la formalización empresarial para que el municipio sea un referente de competitividad, inclusión reactivación económica y social del país (ONU, 2023; Plan de Desarrollo de Nacional 2023; Plan de Desarrollo Departamental, 2023; Plan de Desarrollo Municipal, 2023).

2.2.5. Derivados químicos y enzimas

Los derivados químicos son compuestos que se obtienen de una base, por medio de una reacción química que tienen una estructura química similar y las enzimas, se caracterizan por ser un catalizador biológico, es una proteína que acelera la velocidad de una reacción química específica en la célula.

De acuerdo con lo dicho anteriormente, es importante enfatizar el tema en los objetivos de desarrollo sostenible para este caso se tiene dos de ellos uno llamado fin de la pobreza que ya se ha hablado del previamente, este busca aumentar las arcas económicas para aportar en la disminución de la pobreza y por consiguiente mejorar las condiciones de vida de los seres humanos, también se cuenta con el objetivo industria, innovación e infraestructura que aspira que la industrialización en primer lugar haga que las oportunidades sean accesibles para todas las personas y, en segundo lugar la innovación y una infraestructura resiliente, por otra parte, influye en el plan

de desarrollo nacional en vista que plantea la transformación productiva, internacionalización y acción climática un eje que apunta hacia el desarrollo de actividades diversificadas, que aprovechen la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, que sean intensivas en conocimiento e innovación.

Seguidamente, es necesario aportar en el desarrollo del departamento con la línea estratégica mi Nariño sostenible, la cual fomenta las actividades productivas sostenibles en el marco del crecimiento verde, y construir una cultura de prevención temprana del riesgo del impacto ambiental, como también se tiene mi Nariño competitivo que trata de impulsar el emprendimiento e innovación, de la mano de la productividad y la apertura de mercados con el propósito de mejorar las condiciones para la creación de riqueza en el Departamento.

Para finalizar, el plan de desarrollo municipal está relacionado en su dimensión social, la cual pretende que los habitantes del municipio gocen de los derechos y oportunidades, proponiendo el desarrollo integral del sector rural y la disminución de la pobreza, igualmente se tiene una dimensión denominada dimensión ambiental que está orientada en desarrollar procesos que garanticen la conservación ambiental, el uso sostenible, ético y racional del poder ecológico y natural, para finalizar, con la ejecución de esta temática se encuentra la dimensión económica que aborda el fortalecimiento del comercio, la formalización empresarial de la mano de creación de asociaciones, emprendimientos y, por lo tanto, la generación de empleabilidad en el municipio, con el propósito esencial de convertir el municipio en un referente de competitividad, reactivación económica, frente a la llegada de nuevos retos y dinámicas económicas (National Human Genome, 2023); (Biblioteca Nacional de Agricultura, 2023; ONU, 2023; Plan de Desarrollo de Nacional 2023; Plan de Desarrollo Departamental, 2023; Plan de Desarrollo Municipal, 2023).

2.2.6. Juicio crítico sobre las perspectivas de la utilización de los residuos de procesamiento de papa en la elaboración de productos con valor agregado.

De acuerdo con la revisión de literatura adelantada y el desarrollo de los objetivos del presente trabajo, se vislumbra a futuro que la investigación seguirá siendo un aspecto fuerte e importante en la generación de productos con valor agregado a partir de los residuos agroindustriales, con el

objetivo de buscar nuevas y cada vez mejores alternativas de reutilización de este tipo de residuos y de igual forma los residuos de la papa.

En este sentido, de acuerdo con la bibliografía consultada, se puede mencionar que existen grandes oportunidades y retos de investigación en el tema de productos con valor agregado, en el área de biocombustibles y de alimentos para humanos y animales. Estas industrias son promisorias a futuro, debido a las necesidades de los mercados globales para reducir el uso de combustibles fósiles y, por lo tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero, además de ser una interesante fuente de energía; ante este panorama resulta importante continuar apoyando el desarrollo tecnológico para la producción de energías limpias y de esta forma disminuir considerablemente el impacto ambiental, cabe resaltar que hoy en día varios países ya han apostado por la producción de fuentes de energía limpia a partir de diferentes tipos de biomasa (Cuevas y Bravo, 2021).

De igual forma, el panorama mundial de los biocombustibles tiende al crecimiento, llevando a la adopción de políticas de consumo y producción en países que son dependientes de combustibles fósiles, como es el caso de Brasil, Colombia y Argentina en Suramérica, los cuales representan un porcentaje importante en la producción mundial de biocombustibles (Delgado et al., 2015)

Por otra parte, enfatiza una investigación que desarrolla el análisis económico de la producción de bioetanol a partir de papa mediante el cual se evidencia que la alternativa de producción de alcohol puede resultar como opción agroindustrial, siendo una oportunidad para el sector, además recalca que no todas las variedades de papa son ideales para la producción de alcohol, puesto que no se obtiene un alto rendimiento al momento de realizar el proceso de extracción de almidón (Lizarazo et al., 2015).

Del mismo modo, resulta de carácter importante la producción de alimentos para humanos y animales, industrias acrecientan un alto nivel de interés puesto que tanto seres humanos como animales necesitan de nutrientes, vitaminas y proteínas que aportan los alimentos para solventar no solo las necesidades básicas, sino también disminuir la desnutrición y el hambre que son dos problemáticas elementales en el mundo, es así que al realizar la consulta de la información empleada en el desarrollo de este trabajo se logra observar que los alimentos son vitales para los

seres humanos y animales, igualmente la ampliación de la soberanía alimentaria que emplea el derecho de los pueblos, comunidades y países a definir sus propias políticas agrícolas, laborales, pesqueras, alimentarias y de tierra, de forma que sean ecológica, social, económica y culturalmente apropiadas a sus circunstancias únicas.

Esto incluye el verdadero derecho a la alimentación y a la producción de alimentos, lo que significa que todos los pueblos tienen el derecho a una alimentación inocua, nutritiva y culturalmente apropiada, y a los recursos para la producción de alimentos y a la capacidad para mantenerse a sí mismos y a sus sociedades, cabe resaltar que para diferentes grupos el derecho a producir y el derecho a la alimentación se encuentran recíprocamente vinculados, debido a que la mayoría de los que padecen hambre y desnutrición en el mundo son productores a pequeña escala y productores que no cuentan con tierras propias, por ello el tema de los alimentos es fundamental dado que el número de personas aumenta progresivamente a nivel mundial, por lo tanto en países desarrollados optan por implementar la tecnología en la producción de alimentos y esto conlleva a un aumento en los ingresos. (Windfuhr y Jonsén, 2005; FAO, 2022).

Por otra parte, existen otros productos de los cuales se adelantan investigaciones e igualmente pueden resultar promisorios a futuro, como los bioplásticos y biopelículas, coagulantes naturales y derivados químicos y enzimas. Es importante resaltar que los bioplásticos y biopelículas se caracterizan ya que son biopolímeros que se producen de forma natural, no tienen huella de carbono, no son tóxicos ni preocupantes para la salud, se destacan por ser útiles para el envasado de alimentos porque no interfieren en alterar el sabor, tampoco filtran sustancias químicas y son una excelente alternativa para reducir el problema de contaminación producida en el medio ambiente, este tipo de bioplásticos pueden moldearse por inyección y adoptar la misma forma de un termoplástico tradicional e incluso en algunos casos son más resistentes y ligeros (Infinitia Industrial Consulting, 2021).

Se puede señalar, que el recurso hídrico tiene una valiosa importancia en los ecosistemas, actividades humanas y propiamente en la existencia del ser humano, siendo una de las primeras necesidades para su supervivencia, es así como se debe adquirir un agua de calidad para el consumo y por lo tanto disponer de una inversión en presupuesto y tecnología en la implementación de

técnicas con el fin de lograr unas condiciones aptas del recurso hídrico para las comunidades, así mismo, se refleja que una de las etapas más relevantes en el tratamiento de agua potable es la coagulación, proceso mediante el cual la materia orgánica e inorgánica es estabilizada, dando importancia al uso de coagulantes naturales porque cuentan con un amplio avance en el desarrollo de la tecnología ambiental sostenible, e igualmente representan mejores condiciones en la salud ambiental humana (Ortega et al., 2020).

Agregando a lo anterior, los coagulantes naturales permiten la remoción de turbidez y color similares a los de los coagulantes inorgánicos, sin embargo, reportan beneficios para los seres humanos y el ambiente, por lo tanto, son una alternativa viable para el tratamiento de agua potable en zonas rurales y urbanas (Castellanos, 2017).

Para finalizar, los derivados químicos por lo general son usados como componentes en los procesos de fabricación de productos de la industria farmacéutica para la elaboración de medicamento con altos estándares de calidad, la industria cosmética para realizar maquillaje, protectores solares, jabones, neutralizantes, tónicos astringentes y antitranspirantes, lociones y cremas y; la industria agroquímica en la producción de fertilizantes nitrogenados (inorgánicos, plaguicidas que se clasifican en insecticidas, herbicidas, fungicidas, acaricidas y nematocidas y los reguladores del crecimiento vegetal) que se utilizan para mejorar el enraizamiento y volumen de las plantas (CACE Global, 2021; Sanz , 2020).

3. Conclusiones

Los residuos agroindustriales representan en la actualidad un gran potencial para la generación de productos con valor agregado, destacando la importancia del adecuado tratamiento y/o disposición final; en la literatura científica se evidencio amplia variabilidad de estos residuos de acuerdo con el tipo de industria de la cual provienen, y con los procesos de tratamiento para la obtención de un producto en particular.

Las tendencias actuales establecen, que la industria del procesamiento de la papa ofrece una ventana de posibilidades para la generación de una amplia variedad de productos con valor agregado, un grupo de estos productos lo conforman los biocombustibles de segunda generación, denominados de esta forma puesto que provienen de biomasa o residuos de la actividad agroindustrial. Igualmente, la investigación en alimentos con el fin de generar productos con valor agregado como fibras dietéticas, harinas, pastas y embutidos, entre otros.

Existen otras áreas de investigación como la generación de bioplásticos y biopelículas para reemplazar los plásticos de uso común, y la continuación de actividades para sustituir los compuestos químicos tradicionales por compuestos naturales en el tratamiento de agua potable y agua residual, como también la obtención de derivados químicos y enzimas.

En el caso de Colombia la valorización de residuos agroindustriales tiene un gran potencial teniendo en cuenta la vocación agrícola del país, en este sentido el panorama investigativo es prometedor y permite vislumbrar que la investigación continuará con los residuos de las industrias más representativas como son la del café, arroz, caña de azúcar, maíz entre otras.

Finalmente, para el departamento de Nariño el cultivo de papa es un renglón importante de la economía de la región, y se prevé que continúe la investigación a cargo de Instituciones de Educación Superior y de grupos de investigación, en el área de simulación y de transformación, con el fin de obtener información relevante, que sirva de insumo para futuras investigaciones.

4. Recomendaciones

Se recomienda ampliar la información para futuras investigaciones, teniendo acceso a más bases de datos especializadas en el tema de estudio.

Se puede ampliar el tema de investigación, contemplando nuevos trabajos en los cuales se analice y profundice en el tema de costo y rendimiento de productos con valor agregado como biocombustibles y alimentos.

Referencias bibliográficas

- Agarwal, M., Tardio, J., & Venkata, M. (2013). Biohydrogen production from kitchen-based vegetable waste: Effect of pyrolysis temperature and time on catalysed and non-catalysed operation. *Bioresource Technology*, *130(1)*, 502–509. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.11.094>
- Agronet. (2023). *Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia, representan 90% de la producción de papa*. Obtenido de <https://acortar.link/dwmLpo>
- Aguilar, D. (2016). Análisis químico del almidón de papa para la obtención de papel higiénico. *Ingenium*, *01(02)*, 45-54. doi:<https://doi.org/10.18259/ing.2016010>
- Alcaldía de Pasto. (2022). *Pasto - Nariño - Colombia*. Obtenido de <https://acortar.link/tsyXOs>
- Ali, S., Nawaz, A., Irshad, S., & Khan, A. (2015). Potato waste management in Pakistan's perspective. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, *13(1)*, 100-107.
- Apunte Benalcázar, D., & Fernández Rivero, D. (2019). *Obtención de un medio enriquecido en proteínas a partir de residuos de papa (Solanum tuberosum) por fermentación microbiana. [Trabajo de grado]*. Universidad Técnica de Ambato.
- Argenpapa. (2020). *Generalidades: ¿Para qué sirve la cáscara de papa? Los mejores usos y beneficios*. Obtenido de <https://acortar.link/QT3ePc>
- Arpit, T., Sharma, M., Sharma, M., Sharma, G., & Kumar, A. (2022). Valorization of agro-industrial residues for production of commercial biorefinery products. *Fuel*, *20(1)*, 322-330.
- Azbar, N., Çetinkaya, T., Keskin, T., Korkmaz, K., & Syed, H. (2009). Continuous fermentative hydrogen production from cheese whey wastewater under thermophilic anaerobic conditions.

International Journal of Hydrogen Energy, 34(17), 7441–7447.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2009.04.032>

Banks, C., Zotova, E., & Heaven, S. (2010). Biphasic production of hydrogen and methane from waste lactose in cyclic-batch reactors. *Journal of Cleaner Production*, 18(1), 95–104.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.04.018>

Barampouti, E., Chrisofi, A., Malamis, D., & Mai, S. (2023). A sustainable approach to valorize potato peel waste towards biofuel production. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13(1), 8197–8208.

Ben-Othman, S., Jõudu, I., & Bhat, R. (2020). Bioactives from agri-food wastes: Present insights and future challenges. *Molecules*, 25(3), 23-30.

Beta Analytic. (2023). *¿Qué son los biocombustibles?* Obtenido de <https://www.betalabservices.com/espanol/biocombustibles/sobre-los-biocombustibles.html>

Biblioteca Nacional de Agricultura. (2023). *Derivados químicos*. Obtenido de <https://acortar.link/d9SS5F>

Bilanovic, D., Chang, F., Isobaev, P., & Welle, P. (2011). Lactic acid and xanthan fermentations on an alternative potato residues media - Carbon source costs. *Biomass and Bioenergy*, 35(7), 2683–2689. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.03.001>

Boonsong, K., & Khaokong, C. (2022). Preparation of anionic waterborne polyurethane composites with silica from rice husk ash. *Journal of Polymer Research*, 29(40), 45-51.

CACE Global. (2021). *Química cosmética*. Obtenido de <https://acortar.link/q16qdK>

Calvo piña, C., & Manotoa, J. (2020). *Obtención de ácido láctico a partir de lactosuero y almidón de papa mediante fermentación láctica [Trabajo de grado]*. Universidad Central del Ecuador.

- Camacho, H., Campos, D., Mercado, I., Cubillán, N., & Castellar, G. (2020). Uso de las cáscaras de papa (*Solanum tuberosum* L) en la clarificación del agua de la Ciénaga de Malambo. *Investigación e Innovación En Ingenierías*, 8(1), 100–111. doi:<https://doi.org/10.17081/invinno.8.1.3572>
- Carrillo-Nieves, D., Saldarriaga-Hernandez, S., Gutiérrrez-Soto, M., Rostro-Alanis, M., Hernández-Luna, C., Alvarez, A., . . . Parra-Saldívar, R. (2022). Biotransformation of agro-industrial waste to produce lignocellulolytic enzymes and bioethanol with a zero waste. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12(1), 253–264.
- Castellanos, F. (2017). *Revisión del uso de coagulantes naturales en el proceso de clarificación del agua en Colombia [Trabajo de grado]*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Centro Internacional de la Papa - CIP. (2019). *Potatoe/datos y cifras*. Lima, Perú. Obtenido de <https://cipotato.org/es/potato/>
- Cerón, A., Bucheli, M., & Mora, O. (2014). Elaboración de galletas a base de harina de papa de la variedad Parda Pastusa (*Solanum tuberosum*) Development of biscuit made from potato flour variety Parda Pastusa (*Solanum tuberosum*). *Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal*, 63(2), 1–12.
- Chala, B., Oechsner, H., Latif, S., & Müller, J. (2018). Biogas potential of coffee processing waste in Ethiopia. *Sustainability (Switzerland)*, 10(8), 1–12. doi:<https://doi.org/10.3390/su10082678>
- Chang, J., & Hsu, T. (2008). Effects of compositions on food waste composting. *Bioresource Technology*, 99(17), 8068–8074. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.03.043>
- Charmley, E., Nelson, D., & Zvomuya, F. (2006). Nutrient cycling in the vegetable processing industry: Utilization of potato by products. *Canadian Journal of Soil Science*, 1(1), 56-60.

Choumane, F., & Zaoui, F. (2023). Treatment by coagulation-flocculation of wastewater with cost bioflocculant Potato peel as a low-cost and eco-friendly bioflocculant for wastewater treatment. *Journal of Advanced Zoology*, 44(1), 1363–1372. Obtenido de <https://jazindia.com>

Choumane, F., Zaoui, F., Kandouci, F., Maachou, B., & Benguella, B. (2021). Valorization of potato peel residues to produce a bioflocculant to be used in the treatment of liquid effluents. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1204(1), 12-22. doi:<https://doi.org/10.1088/1757-899x/1204/1/012002>

Choy, S., Prasad, K., Wu, T., Raghunandan, M., & Ramanan, R. (2014). Utilization of plant-based natural coagulants as future alternatives towards sustainable water clarification. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 26(11), 2178–2189.

Delgado, J., Salgado, J., & Perez, R. (2015). Perspectivas de los biocombustibles en Colombia. *Revista de Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 13–28.

Díaz Delgado, D. (2015). *Procesamiento de la papa*. Instituto Colombiano Agropecuario.

Edwiges, T., Frare, L., Mayer, B., Lins, L., Triolo, J., Flotats, X., & Sarolli, M. (2018). Influence of chemical composition on biochemical methane potential of fruit and vegetable waste. *Waste Management*, 2(1), 618–625.

FAO. (2010). *La papa, un alimento con tradición, nutrición y sabor*. Ciudad de Guatemala. Obtenido de <https://acortar.link/gYvats>

FAO. (2022). *Perspectivas a largo plazo*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/Y3557s/y3557s06.htm#e>

Fradinho, P., Oliveira, A., Domínguez, H., Torres, M., & Sousa, I. (2020). Improving the nutritional performance of gluten-free pasta with potato peel autohydrolysis extract. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 63(1), 10-23.

- González, Y., Salamanca, J., & Vargas, J. (2018). Uso de almidón de papa modificado como agente acoplante en compuestos polímero-fibras de madera. *Prospectiva*, *16(1)*, 107–113. doi:<https://doi.org/10.15665/rp.v16i1.1236>
- Grande Tovar, C. (2016). *Valoración biotecnológica de residuos agrícolas y agroindustriales*. Editorial Bonaventuriana.
- Guzmán, C., Hurtado, A., Carreño, C., & Casos, I. (2017). Production of polyhydroxyalkanoates by native halophilic bacteria using *Solanum tuberosum* L. shell starch. *Scientia Agropecuaria*, *8(2)*, 109–118. doi:<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.02.03>
- Hegde, S., Lodge, J., & Trabold, T. (2018). Characteristics of food processing wastes and their use in sustainable alcohol production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *81(1)*, 510–523. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.012>
- Helal, M., El-Adawy, T., El-Beltagy, A., El-Bedawey, A., & Youssef, S. (2020). Evaluation of potato peel extract as a source of antioxidant and antimicrobial substances. *Menoufia Journal of Food and Dairy Sciences*, *5(9)*, 79–90.
- Hernández, L., & Rugama, I. (2014). *Diseño del proceso productivo de harina de papa a nivel de laboratorio, para las cooperativas Multisectorial El Triunfo, R.L y Cooperativa Agropecuaria de Crédito y Servicios Productores de Papa del Norte, R.L (PROPAN) en la comunidad la Laguna*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Hidalgo López, C., & Sorondo, L. (2020). Agroecología y soberanía alimentaria: Ideas para el debate en camino a la agricultura sostenible. *Revista de Ciencia y Tecnología Agrollanía*, *19(1)*, 80–87.

Hrůzová, K., Matsakas, L., Karnaouri, A., Norén, F., Rova, U., & Christakopoulos, P. (2020). Second-generation biofuel production from the marine filter feeder *Ciona intestinalis*. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 8(22), 8373–8380.

Huarcaya, J., Cano, W., Ordoñez, D., Bohórquez, & Andrea. (2019). Evaluación del uso de almidón de papa como aditivo para lodos de perforación. *Revista Fuentes El Reventón Energético*, 17(1), 19–28. doi:<https://doi.org/10.18273/revfue.v17n1-2019002>

Infinitia Industrial Consulting. (2021). *Bioplásticos: la solución sostenible del futuro*. Obtenido de <https://acortar.link/5pPFhU>

Intagri. (2017). *Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de la papa*. Obtenido de <https://acortar.link/mSnDya>

INTAGRI. (2017). *Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de la papa*. Obtenido de <https://www.intagri.com/index.php/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa>

International Potato Center. (2014). *Datos y cifras de la papa*. Obtenido de <https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/#:~:text=Aproximadamente%201.4%20mil%20millones%20de,se%20encuentran%20en%20los%20Andes.>

Jehlee, A., Khongkliang, P., & O-Thong, S. (2017). Biogas Production from *Chlorella* sp. TISTR 8411 Biomass Cultivated on Biogas Effluent of Seafood Processing Wastewater. *Energy Procedia*, 138(1), 853–857. doi:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.095>

Jung, K., Kim, D., & Shin, H. (2010). Continuous fermentative hydrogen production from coffee drink manufacturing wastewater by applying UASB reactor. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(1), 13370–13378. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2009.11.1>

- Kandyliari, A., Mallouchos, A. P., & Kapsokefalou, M. (2020). Nutrient composition and fatty acid and protein profiles of selected fish by-products. *Foods*, 9(2), 19-20.
- Karmee, S., Swanepoel, W., & Marx, S. (2018). Biofuel production from spent coffee grounds via lipase catalysis. *Energy Sources. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 40(3), 294–300.
- Kavitha, V., Geetha, V., & Jennita, P. (2019). Production of biodiesel from dairy waste scum using eggshell waste. *Process Safety and Environmental Protection*, 2(9), 279–287.
- Keerthana Devi, M., Manikandan, S., Oviyapriya, M., Selvaraj, M., Assiri, M., Vickram, S., . . . Kumar, M. (2022). Recent advances in biogas production using Agro-Industrial Waste: A comprehensive review outlook of Techno-Economic analysis. *Bioresource Technology*, 363(1), 71-78.
- Keijbets, M. (2008). Potato Processing for the Consumer. *Potato Research*, 1(1), 271-281. doi:doi:10.1007/s11540-008-9104-3
- Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H., & Soliman, S. (2015). Physico-Chemical, Organolytical and Microbiological Characteristics of Substituted Cupcake by Potato Processing Residues. *Food and Nutrition Sciences*, 6(1), 83–100.
- Khan, F., Arshad, M., Rizvi, S., Ameer, K., Anjum, F., Imran, M., & Imran, A. (2021). Optimization of potato starch gel formulation as green alternative of animal-sourced gelatin. *Food Science and Technology (Brazil)*, 41(3), 626–634.
- Kot, A., Pobiega, K., Piwowarek, K., Kieliszek, M., Błażej, S., Gniewosz, M., & Lipińska, E. (2020). Biotechnological Methods of Management and Utilization of Potato Industry Waste—a Review. *Potato Research*, 63(3), 431–447.

- Kumar, A., Raju, G., & Reddy, K. (2016). Biodiesel production by alkaline transesterification of Mamey Sapote oil. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 4(2), 391–396.
- Leal, E. (2021). *Principales productores y consumidores de papa en el mundo*. Obtenido de <https://acortar.link/dzAr0l/>
- Li, Y., Liu, B., Song, J., Jiang, C., & Yang, Q. (2014). Utilization of potato starch processing wastes to produce animal feed with high lysine content. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(2), 178–184.
- López, A., Bolio, G., Veleza, L., Solórzano, M., Acosta, G., Hernández, M., . . . Córdova, S. (2016). Obtención de celulosa a partir de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). *Agroproductividad*, 9(7), 41-45.
- López, C., Rodríguez, J., & Amaya, C. (2019). Aprovechamiento de cáscara de papa generada en la cafetería de Ciencias Biológicas de la UANL para la elaboración de harina rica en antioxidantes. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4(1), 60-62. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules15128602>
- Maldonado, S., & Merino, G. (2015). *Utilización de la Cáscara de Papa (Solanum tuberosum) como Antioxidante Natural en la Elaboración de Hamburguesas de Res Pre-Fritas y Congeladas [Trabajo de grado]*. Universidad San Francisco de Quito.
- Mattey, P., Robayo, R., Díaz, J., Delvasto, S., & Monzó, J. (2015). Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agroindustrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 35(2), 285-294.
- Medina, J., Ortega, L., & Martínez, G. (2021). ¿Seguridad alimentaria, soberanía alimentaria o derecho a la alimentación? Estado de la cuestión. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 18(1), 35-42. doi:<https://doi.org/10.11144/javeriana.cdr18.sas>

Ministerio De Agricultura y Desarrollo Rural. (2014). *El futuro del campo está en la agroindustria: MinAgricultura*. Obtenido de <https://acortar.link/qNBFOJ>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *Cadena de la papa: Indicadores e instrumentos*. Obtenido de <https://acortar.link/Bu1QGw>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *Estrategia de ordenamiento de la producción, cadena productiva de la papa y su industria*. Bogotá D.C.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *Plan de Ordenamiento Papa 2019-2023*. Obtenido de <https://acortar.link/FvKcdd>

Montoya, D., Madera, T., Aguirre, C., Grijalva, C., Gonzales, G., Núñez, C., & Rodríguez, J. (2023). Caracterización fisicoquímica del almidón residual de papa (*Solanum tuberosum*) recuperado de la industria de papas fritas en México. *Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud*, 25(2), 60–72.

Muñoz, D., Cuatin, M., & Pantoja, A. (2014). Aprovechamiento de residuos agroindustriales como biocombustible y biorrefinería. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 10-19.

Nair, L., Agrawal, K., & Verma, P. (2022). An overview of sustainable approaches for bioenergy production from agro-industrial wastes. *Energy Nexus*, 6(1) 18-26, 18-26. doi:<https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100086>

Nalakath, H., Keskin, T., Yazgin, O., Gunay, B., Arslan, K., & Azbar, N. (2019). Biohydrogen production from autoclaved fruit and vegetable wastes by dry fermentation under thermophilic condition. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(1), 18776–18784. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.12.068>

National Human Genome. (2023). *Enzima*. Obtenido de <https://acortar.link/yXNOR7>

Navarro, G. (2019). *Determinación de la cinética enzimática de la obtención de jarabe de glucosa a partir de papa [Trabajo de grado]*. Universidad Nacional del Centro de Perú.

Ogutu, F., & Mu, T. (2016). Ultrasonic degradation of sweet potato pectin and its antioxidant activity. *Ultrasonics Sonochemistry*, 38(1), 726–734. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.08.014>

Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Todos podemos cambiar la situación en los siguientes ámbitos*. Obtenido de <https://acortar.link/vUCPsX>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). *La papa, un alimento con tradición, nutrición y sabor*. Obtenido de <https://acortar.link/ItnAj9>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Obtenido de <https://acortar.link/Q0g8I2>

Ortega, A., Cáceres, L., & Castiblanco, L. (2020). Introducción al uso de coagulantes naturales en los procesos de potabilización del agua. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 11(2), 1-14.

Ospina, R. P. (2012). *Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual de la industrialización de la papa Bogotá*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602012000100012

Palma, H., Olaya, M., Narváez, J., Niño, Y., & Novoa, Y. (2022). *Usos industriales - Cadena productiva de la papa*. Obtenido de <https://acortar.link/v88zJe>

Panjičko, M., Zupančič, G., Fanedl, L., Marinšek, R., Tišma, M., & Zelić, B. (2017). Biogas production from brewery spent grain as a mono-substrate in a two-stage process composed of

solid-state anaerobic digestion and granular biomass reactors. *Journal of Cleaner Production*, 166(1), 519–529. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.197>

Papale, M., Romano, I., Finore, I., Giudice, A., Lo-Piccolo, A., Cangemi, S., . . . Poli, A. (2021). Prokaryotic diversity of the composting thermophilic phase: The case of ground coffee compost. *Microorganisms*, 9(2), 1–19. doi:<https://doi.org/10.3390/microorganisms9020218>

Prada, R. (2008). Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado de la industrialización de la papa Bogotá. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 1(1), 180–192. Obtenido de <https://acortar.link/xPSauX>

Prakash, N., Chandra, A., Shanker, A., Shah, K., Sajith, K., Thorakkattu, P., . . . Pandiselvam, R. (2023). Valorization of Fruit Waste for Bioactive Compounds and Their Applications in the Food Industry. *Foods*, 122(3), 556-560.

Priedniece, V., Spalvins, K., Ivanovs, K., Pubule, J., & Blumberga, D. (2017). Bioproducts from potatoes. A review. *Environmental and Climate Technologies*, 21(1), 18–27. doi:<https://doi.org/10.1515/rtuect-2017-0013>

Primagas. (2023). *Biocombustibles: qué son, tipos, ventajas y desventajas*. Obtenido de <https://www.primagas.es/blog/biocombustibles>

Priyadarshi, D., & Kakoli, P. (2018). Single phase blend: An advanced microwave process for improved quality low-cost biodiesel production from kitchen food waste. *Biochemical Engineering Journal*, 137(1), 273–283. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bej.2018.06.006>

Quintero Mora, L., Martínez Castilla, Y., Velasco Mendoza, J., Arévalo Rodríguez, A., Muñoz, Y., & Urbina Suarez, N. (2015). Evaluacion de residuos de papa, yuca y naranja para la producción de etanol en cultivo discontinuo utilizando *Saccharomyces cerevisiae*. *ION*, 28(1), 43–53.

- Ramírez Arias, C. (2022). *Diseño de un proceso industrial para la obtención de etanol a partir del almidón de dos variedades de papa (Solanum Tuberosum) [Trabajo de grado]*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Ramos, J. (2021). *Diseño de envases ecológicos como aprovechamiento eficiente de residuos sólidos [Trabajo de grado]*. Universidad Central del Ecuador.
- Reyniers, S., Ooms, N., Gomand, S., & Delcour, J. (2020). What makes starch from potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers unique: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(5), 2588–2612.
- Rodríguez, B., Coelho, E., Gullón, B., Yáñez, R., & Domingues, L. (2023). Potato peels waste as a sustainable source for biotechnological production of biofuels: Process optimization. *Waste Management*, 155(1), 320–328. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.11.007>
- Rojas, A., Flórez, C., & López, D. (2019). Prospectivas de aprovechamiento de algunos residuos agroindustriales. *Revista Cubana de Química*, 31(1), 31-52.
- Romero Sáez, M. (2022). Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050* 1(25), 1-329. doi:<https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Rubiano Beltrán, R. (2020). *Propuesta de aprovechamiento residuo del almidón en el proceso de papa como materia prima para la industria [Trabajo de grado]*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Rubio, C., Rangel, G., Flores, L., Magallanes, G., Díaz, H., Zavala, Q., . . . Paredes, T. (2000). *Manual Para la Producción de Papa en las Sierras y Valles Altos del Centro de México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro.

- Saadiah, H., Abdul, N., Samsu, A., & Zakaria, R. (2014). Direct utilization of kitchen waste for bioethanol production by separate hydrolysis and fermentation (SHF) using locally isolated yeast. *International Journal of Green Energy*, 1(10), 248–259.
- Sampaio, S., Petropoulos, S., Alexopoulos, A., Heleno, S., Buelga, C., Barros, L., & Ferreira, I. (2020). Potato peels as sources of functional compounds for the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 23(1), 118-123.
- Sampieri, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación. 5a edición*. McGraw.
- Sánchez Castelblanco, E., & Heredia Martín, J. (2020). Evaluación de residuos de cáscaras de papa como sustrato para la producción de amilasas a partir de *Bacillus amyloliquefaciens* A16. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(172), 794–804. doi:<https://doi.org/10.18257/RACCEFYN.1122>
- Sanz, A. (2020). *La industria agroquímica*. Obtenido de <https://acortar.link/puAcvN>
- Schwartz Melgar, M., Marchant Silva, R., Kern Falcón, W., & Wicha Álvarez, J. (2022). Bioeconomía circular y valorización de residuos de la industria procesadora de manzana. *IDESIA*, 40(3), 95–102.
- Silva, M. (2019). *cultivo de papa; ¿Cuándo se siembra y se cosecha?* Obtenido de <https://acortar.link/31x951>
- Siqueira, L., La Fuentes, C., Chieragato, B., & Tadini, C. (2021). Starch-based biodegradable plastics: methods of production, challenges and future perspectives. *Current Opinion in Food Science*, 38(1), 122–130. Obtenido de <http://www.ecorfan.org/handbooks/>

- Sirmacekic, E., Atilgan, A., Rolbiecki, R., Jagosz, B., Rolbiecki, S., Gokdogan, O., . . . Kocięcka, J. (2022). Possibilities of Using Whey Wastes in Agriculture: Case of Turkey. *Energies*, *15*(24), 36-49. doi:<https://doi.org/10.3390/en15249636>
- Smerilli, M., Neureiter, M., Wurz, S., Haas, C., Fruhauf, S., & Fuchs, W. (2015). Direct fermentation of potato starch and potato residues to lactic acid by *Geobacillus stearothermophilus* under non-sterile conditions. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, *90*(1), 648-657.
- Socas, B., Álvarez, G., Valdés, A., Ibáñez, E., & Cifuentes, A. (2021). Food by-products and food wastes: ¿are they safe enough for their valorization? Trends in Food. *Science and Technology*, *114*(1), 133–147. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.002>
- Theodosi Palimeri, D., Papadopoulou, K., Vlyssides, A., & Vlysidis, A. (2023). Hydrolysis Optimization of By-Products from the Potato Processing Industry and Biomethane Production from Starch Hydrolysates. *Sustainability*, *15*(20), 148-160. doi:<https://doi.org/10.3390/su152014860>
- Torres, M., & Domínguez, H. (2020). Valorisation of potato wastes. *International Journal of Food Science and Technology* 2019, 2296-2304.
- Tunde, A. (2020). Production of Glucose from Hydrolysis of Potato Starch. *World Scientific News an International Scientific Journal*, *145*(1), 128–143.
- Univesidad de Navarra. (2022). *Alimentos y nutrientes*. Obtenido de <https://www.unav.edu/web/comida-sana/alimentacion-y-salud/alimentos-y-nutrientes>
- Vargas, Y., & Pérez, L. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, *14*(1), 59–72. doi:<https://doi.org/10.18359/rfcb>

- Vega, N. (2020). *Propiedades químicas, físicas y tecnofuncionales de la cáscara de papa (Solanum tuberosum) para uso como extensor en productos cárnicos frescos picados [Trabajo de grado]*. Escuela Agrícola Panamericana.
- Vélez, A. (2020). *Cadenas sostenibles ante un clima cambiante, la papa en Colombia*. Bonn.
- Vera Bravo, A., & Chavarría Chavarría, M. (2020). Extracción y caracterización del almidón de papa (*Solanum tuberosum*) variedad leona blanca. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 10(2), 26–34. doi:<https://doi.org/10.5377/elhigo.v10i2.10550>
- Windfuhr, M., & Jonsén, J. (2005). *Soberanía Alimentaria (Vol. 23)*. ITDG Pub.
- Wu, D. (2016). Recycle technology for waste residue in potato starch processing. *Procedia Environmental Sciences*, 1(2), 108-112.
- Yang, C., Kumar, A., Zhang, J., Zhang, L., Ding, W., Han, J., . . . Qin, W. (2020). Ultrafine Grinding a Promising Method for Improving the Total Dietary Fiber Content and Physico-Chemical Properties of Potato Peel Waste. *Waste and Biomass Valorization*, 11(1) , 3057-3070.
- Yara. (Marzo de 2022). *La producción mundial de papas*. Obtenido de <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/papa/la-produccion-mundial-de-papas/>
- Yirgu, Z., Leta, S., Hussen, A., & Mazharuddin, M. (2021). Pretreatment and optimization of reducing sugar extraction from indigenous microalgae grown on brewery wastewater for bioethanol production. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 79-87. doi:<https://doi.org/10.1007/s13399-021-01779>
- Zainudin, M., Zulkarnain, A., Azmi, A., Muniandy, S., Sakai, K., Shirai, Y., & Hassan, M. (2022). Enhancement of Agro-Industrial Waste Composting Process via the Microbial Inoculation: A Brief Review. *Agronomy*, 12(1), 98-101. doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy12010198>

Zeynali, R., Khojastehpour, M., & Ebrahimi-Nik, M. (2017). Effect of ultrasonic pre-treatment on biogas yield and specific energy in anaerobic digestion of fruit and vegetable wholesale market wastes. *Sustainable Environment Research*, 27(6), 259–264. doi:<https://doi.org/10.1016/j.serj.2017.07.001>

Zúñiga Chila, S., Morales Espinoza, C., & Estrada Martínez, M. (2017). Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas. *GIS: Gestión, Ingenio y Sociedad* 2(2), 140–152. Obtenido de <https://acortar.link/0NAi9z>

Anexos

Anexo A. Cronograma desarrollo de Trabajo de Grado

Etapa/ mes	Año 2023										
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Objetivo 1											
1.1 Búsqueda de información bibliográfica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.2 Filtrado de información encontrada			✓	✓	✓						
1.3 Organización de información en matrices Excel				✓	✓						
H1: Documento y evidencias de avance					•						
H2: Entrega de artículo Boletín CEI					•						
Objetivo 2											
2.1 Filtrado de información encontrada						✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.2 Organización de información en matrices Excel								✓	✓		
H3: Entrega final del documento de trabajo de grado.											☑
H4: Entrega de artículo para revista especializada. (Revista Investigación e Innovación en Ingenierías Universidad Simón Bolívar)									☑	☑	•

Incompleto: ×

Completo: ✓

En proceso: ☑

Hito completo: •

Anexo B. Presupuesto proyecto de Trabajo de Grado

Para la ejecución del proyecto investigativo, es esencial contar con ciertos recursos y materiales.

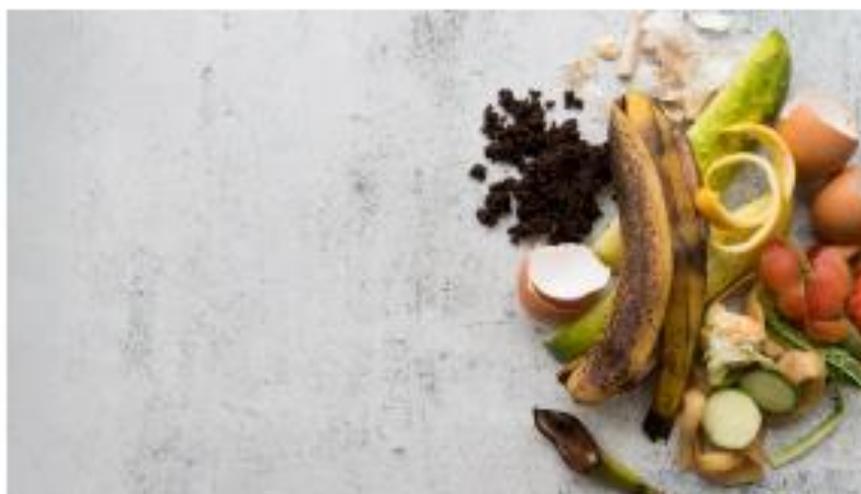
Ítem	Cantidad	Fuentes de financiación		Costo total \$COP
		Universidad	Fuente propia	
		Mariana \$COP	\$COP	
Internet	12 meses	----	12.000.00	144.000.00
Energía	12 meses	----	15.000.00	180.000.00
USB	2 und	----	30.000.00	60. 000.00
Impresiones y publicaciones (Corrección de estilo)	1 und	----	150.000.00	150.000.00
Materiales y suministros (CD'S)	3 und	----	20.000.00	60.000.00
Transporte Universidad	12 meses	----	60.000.00	720.000.00
Asesorías	48 horas	17.000.00	----	816.000.00
TOTAL	----	----	----	2.130. 000.00

Anexo C. Artículo publicado Boletín CEI

Generalidades del aprovechamiento de residuos agroindustriales, en la generación de productos con valor agregado

Diana Alejandra Gómez Mesías
Estudiante de Ingeniería de Procesos
Universidad Mariana

Juan Fernando Muñoz Paredes
Javier Mauricio Villota Paz
Profesores de Ingeniería de Procesos
Universidad Mariana



Fuente: Freepik

Introducción

La actividad productiva del ser humano conlleva la generación de todo tipo de residuos y, por consiguiente, la actividad agroindustrial no es la excepción; este importante sector de la economía contribuye con la generación de residuos de gran valor para ser aprovechados en la elaboración de nuevos productos y, adicionar valor a los productos originales, con la consecuente recuperación y conservación de los recursos naturales y con el desarrollo sostenible (Vargas y Pérez, 2018).

En la historia de la humanidad, la revolución industrial representó un paso muy importante para el desarrollo de la industria y el crecimiento de la economía mundial; sin embargo, también significó un incremento de residuos provenientes de estas actividades, al igual que el incremento en el vertimiento de aguas residuales, desabastecimiento de agua potable, deforestación, disminución de recursos hídricos, entre otros (Grande-Tovar, 2016).

En la era moderna, la dependencia de la economía de muchos países está supeditada a la exploración y explotación de combustibles fósiles; si bien es cierto que

Anexo D. Constancia envió artículo revista Universidad Simón Bolívar

The screenshot shows the author dashboard for the journal 'Investigación e Innovación en Ingenierías'. The page title is '6957 / Muñoz Paredes et al. / Tendencias del aprovechamiento de residuos del procesamiento de la papa en la elaboraci'. A 'Biblioteca de envío' button is visible in the top right.

The workflow is divided into 'Flujo de trabajo' and 'Publicación'. Under 'Publicación', there are tabs for 'Envío', 'Revisión', 'Editorial', and 'Producción'. The 'Envío' tab is active, showing a list of 'Archivos de envío'.

ID	Nombre del archivo	Fecha	Descripción
30820	ARTÍCULO V6 Sin Autores.docx	November 16, 2023	Texto del artículo
30821	Tablas de datos.xlsx	November 16, 2023	Otro
30822	Carta cesión de derechos.pdf	November 16, 2023	Otro

A 'Descargar todos los archivos' button is located at the bottom right of the file list.