

**DESARROLLO DE EDULCORANTES NATURALES A PARTIR DE REMOLACHA Y
YACÓN TENIENDO COMO POBLACIÓN LA PLAZA DISTRITAL SIETE DE
AGOSTO (BOGOTÁ)**

Fernández Bernal Paula

Bobadilla Sánchez Valentina

Obando Cifuentes David Santiago

Docente Proyecto de Integración

Juan Diego Granada Suárez

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Proyecto de Grado

Bogotá, Colombia

2023

Tabla de contenido

1. Resumen ejecutivo.....	5
2. Introducción.....	5
3. Objetivo general.....	7
3.1 Objetivos específicos.....	7
4. Definición del problema.....	7
5. Justificación.....	8
6. Análisis de restricciones.....	10
6.1 Ambientales.....	10
6.2 Económicas.....	11
6.3 Legales.....	11
6.3.1 Permisos y licencias de producción.....	11
6.3.2 Propiedad intelectual.....	11
6.3.3 Regulaciones ambientales.....	11
6.4 Salud y seguridad.....	12
6.5 Socioculturales.....	12
7. Metodología de selección y desarrollo de la solución de las restricciones.....	12
7.1 Ambientales.....	12
7.2 Económicas.....	13
7.3 Legales.....	13
7.3.1 Permisos y licencias de producción.....	13
7.3.2 Propiedad intelectual.....	13
7.3.3 Regulaciones ambientales.....	14
7.4 Salud y seguridad.....	14
7.5 Socioculturales.....	15
8. Marco de referencia.....	15
8.1 ¿Qué es el azúcar refinado?.....	15
8.2 Impacto del azúcar refinado en la salud.....	16
8.3 ¿Qué es un edulcorante?.....	17
8.4 Categorías principales de los edulcorantes.....	17
8.4.1 Edulcorantes naturales.....	17
8.4.2 Edulcorantes artificiales o sintéticos.....	18
8.5 Efectos secundarios de los edulcorantes.....	20
8.6 Recomendaciones de consumir edulcorantes.....	20
8.7 Antecedentes para la producción de edulcorantes naturales a partir de remolacha y yacón.....	22
8.7.1 Extracción y caracterización de inulina.....	22
8.7.2 Extracción y cristalización de la inulina.....	23
9. Metodología para el desarrollo de edulcorantes a base de yacón y remolacha.....	23
9.1 Plan de generación experimental de edulcorante de yacón.....	24
9.2 Plan de generación experimental de edulcorante de remolacha.....	25
10. Resultados.....	25
10.1 Ejecución experimental del edulcorante a base de yacón.....	26

10.1.1	Selección y recolección del tubérculo (yacón).....	26
10.1.2	Limpieza y pelado del yacón.....	26
10.1.3	Porcionado y pesado del yacón.....	27
10.1.4	Cocción y reducción del yacón.....	27
10.1.5	Filtrado del edulcorante.....	28
10.1.6	Pruebas de caracterización del edulcorante.....	28
10.1.7	Adición del conservante.....	29
10.1.8	Envasado y almacenamiento del edulcorante.....	29
10.1.9	Formulaciones del edulcorante de yacón.....	29
10.2	Ejecución experimental del edulcorante a base de remolacha.....	30
10.2.1	Selección y recolección de la remolacha.....	30
10.2.2	Limpieza y pelado de la remolacha.....	30
10.2.3	Porcionado y pesado de la remolacha.....	30
10.2.4	Cocción y reducción de la remolacha.....	30
10.2.5	Motivo de descarte del edulcorante de remolacha.....	31
11.	Análisis de costos.....	32
11.1	Costos directos.....	32
11.2	Costos fijos.....	33
11.3	Costos indirectos.....	34
11.4	Capital de trabajo.....	34
12.	Conclusiones generales.....	36
13.	Recomendaciones.....	36
14.	Referencias.....	38

Tabla de tablas

Tabla 1. Resultado pruebas de caracterización del edulcorante de yacón.....	28
Tabla 2. Formulaciones del edulcorante de yacón.....	29
Tabla 3. Formulaciones ejecución experimental del edulcorante de remolacha	31
Tabla 4. Costos directos.....	32
Tabla 5. Costo de venta del producto.....	33
Tabla 6. Costos fijos.....	33
Tabla 7. Costos Indirectos.....	34
Tabla 8. Capital de trabajo.....	35

Tabla de imágenes

Imagen 1. Ubicación plaza distrital 7 de agosto (Radio, 2022).....	26
Fotografía 1. Pretratamiento del yacón (fuente propia)	27
Fotografía 2. Cocción del yacón (fuente propia)	28
Fotografía 3. Motivo de descarte de la remolacha (fuente propia).....	31

1. RESUMEN EJECUTIVO

En este proyecto se expone la investigación sobre las propiedades y componentes de los tubérculos (remolacha y yacón), tallos subterráneos y gruesos donde se acumulan los nutrientes de reserva para la planta y se usan para el consumo, según esa metodología se plantea el paso a paso para la generación de dos edulcorantes naturales a partir de la remolacha y el yacón, seleccionados por su porcentaje de azúcares libres (fructosa, glucosa y sacarosa).

Así mismo se enuncian los ajustes de cada edulcorante y la evaluación de efectividad y comparación de ambos edulcorantes el de remolacha y yacón teniendo en cuenta sus medidas y características generales como pH, densidad, acidez, clasificación dentro de los edulcorantes naturales, entre otras especificadas más adelante en el documento.

2. INTRODUCCIÓN

En un mundo donde la conciencia sobre la salud y el bienestar está en constante crecimiento, la búsqueda de alternativas más saludables para reducir el consumo de azúcar refinado se ha convertido en una prioridad. El exceso de azúcar en la dieta se ha relacionado con problemas de salud, incluyendo la obesidad, la diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares. Gómez, L. Beltrán, L. & García, J. (2013). En este contexto, surge la necesidad de explorar nuevas opciones que permitan a las personas satisfacer sus deseos dulces sin comprometer su salud.

El azúcar refinado, ampliamente utilizado en la industria alimentaria y la cocina cotidiana, es un ingrediente omnipresente en nuestra dieta. Sin embargo, su procesamiento y refinamiento pueden eliminar gran parte de los nutrientes originales y dar lugar a calorías vacías que no aportan valor nutricional. Con el aumento en la demanda de alternativas más naturales y menos procesadas, los edulcorantes naturales han ganado popularidad como posibles sustitutos del azúcar refinado y los edulcorantes artificiales (Granja, L s/f).

Este proyecto de grado se centra en la creación y desarrollo de edulcorantes naturales a partir de dos tubérculos particularmente interesantes: la remolacha y el yacón. Estos tubérculos, conocidos por su contenido de azúcares naturales y nutrientes almacenados en sus raíces, presentan una oportunidad prometedora para proporcionar una solución dulce y saludable. Según avanzamos en la investigación y el diseño de ingeniería, buscamos transformar estas materias primas en edulcorantes naturales que puedan usarse en alimentos y bebidas.

La relevancia de esta investigación radica en la creciente necesidad de ofrecer alternativas viables y atractivas al azúcar refinado, sin comprometer el sabor y la experiencia culinaria. La ingeniería es crucial al idear procesos eficientes para extraer y concentrar los azúcares naturales de la remolacha y el yacón, garantizando la preservación de sus nutrientes esenciales. Estamos ante una oportunidad para contribuir al desarrollo de opciones más saludables y equilibradas, permitiendo a las personas adoptar un estilo de vida consciente sin sacrificar el placer de los sabores dulces.

A lo largo de este proyecto, se trazarán los pasos necesarios para investigar, diseñar y evaluar los edulcorantes naturales derivados de la remolacha y el yacón. Los resultados obtenidos no solo podrían impactar positivamente en la salud de las personas, sino también en la industria alimentaria al proporcionar alternativas más naturales y nutritivas en la formulación de

productos. Con esta perspectiva, nos embarcamos en un viaje de investigación e ingeniería con la esperanza de contribuir a un mundo donde la dulzura y la salud coexistan armoniosamente.

(Alonso, J 2010).

3. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar edulcorantes a partir de tubérculos como la remolacha y el yacón para generar alternativas saludables a las personas que buscan reducir el consumo de azúcar refinado, teniendo como punto de enfoque la plaza siete de agosto.

3.1 Objetivos específicos

- Realizar una metodología de investigación para el desarrollo de edulcorantes a partir de remolacha y yacón.
- Establecer el paso a paso de la elaboración de los edulcorantes de remolacha y yacón.
- Ajustar las propiedades de los edulcorantes de remolacha y yacón para evaluar su efectividad a través de la comparación en sus medidas y características generales.

4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los estudios del consumo alto de azúcar refinado cada vez son más, según (Almodóvar), este consumo alto se relaciona con el riesgo de sufrir síndrome metabólico, este síndrome se da cuando se ingiere variedad de glucosa en productos comerciales, el cuerpo recibe la orden de liberar grandes cantidades de insulina y de esta manera se acelera un metabolismo que suele ser más lento, así mismo algunos estudios deducen que los niveles constantes de azúcar abruma el

cerebro y este deja de percibir correctamente sus señalizaciones, esto quiere decir deficiencias en la memoria y en las habilidades del razonamiento (Arias, S 2023).

Por otro lado, una consecuencia muy notoria es la obesidad todo indica que además de las grasas, la sal y el sedentarismo lo que realmente provoca la obesidad según (Jacques, P 2013) es la gran cantidad de azúcar en los alimentos consumidos a diario.

Una alternativa son los edulcorantes naturales, sustancias que provienen de fuentes naturales y se utilizan para endulzar alimentos y bebidas sin añadir calorías vacías. Cabe recalcar que incluso los edulcorantes naturales deben consumirse con moderación, ya que ingesta excesiva de azúcar, sin importar su origen, puede tener efectos negativos en la salud de las personas. Los edulcorantes naturales más habituales son miel, Stevia, azúcar de coco, jarabe de arce, eritritol entre otros. Estos edulcorantes naturales pueden ser alternativas del azúcar refinado o de los edulcorantes artificiales y ser usados en recetas y también alimentos, pero con discreción (Barba, 2021).

Por lo anterior esta investigación plantea el desarrollo de dos edulcorantes naturales a partir de dos tubérculos (remolacha y yacón), raíces que almacenan nutrientes y porcentajes considerables de azúcar que se pueden concentrar a través del paso a paso que se encontrara más adelante en el documento.

La materia prima para la ejecución del proyecto se adquirirá en la plaza siete de Agosto (Bogotá).

5. JUSTIFICACIÓN

En un mundo donde la conciencia sobre la salud y el bienestar está en constante crecimiento, la búsqueda de alternativas más saludables para reducir el consumo de azúcar

refinado se ha convertido en una prioridad. El exceso de azúcar en la dieta ha sido relacionado con una serie de problemas de salud, incluyendo la obesidad, la diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares. Estos problemas de salud no solo afectan la calidad de vida de las personas, sino que también ejercen una carga significativa en los sistemas de atención médica y en la sociedad en general.

En este contexto, surge la necesidad de explorar nuevas opciones que permitan a las personas satisfacer sus deseos dulces de manera más saludable. El azúcar refinado, ampliamente utilizado en la industria alimentaria y la cocina cotidiana, se ha asociado con una serie de efectos negativos para la salud, incluyendo picos en los niveles de azúcar en sangre, aumento de peso no deseado y riesgo de enfermedades crónicas. A medida que más personas buscan reducir su consumo de azúcar, se requieren alternativas más saludables y equilibradas que ofrezcan una experiencia dulce sin comprometer la salud.

Este proyecto de grado se centra en la creación y desarrollo de edulcorantes naturales a partir de dos tubérculos particularmente interesantes: la remolacha y el yacón. Estos tubérculos no solo albergan azúcares naturales en sus raíces, sino que también poseen nutrientes esenciales que pueden aportar beneficios nutricionales adicionales. La justificación de esta investigación radica en varias áreas clave:

Salud Pública: La reducción del consumo de azúcar es una estrategia importante para prevenir enfermedades crónicas y mejorar la salud de la población. Los edulcorantes naturales derivados de la remolacha y el yacón ofrecen una opción más saludable para las personas que buscan reducir su ingesta de azúcar refinado.

Innovación Alimentaria: La industria alimentaria está experimentando una transformación hacia la formulación de productos más saludables y sostenibles. El desarrollo de edulcorantes naturales a partir de ingredientes como la remolacha y el yacón puede brindar a los fabricantes de alimentos y bebidas la oportunidad de crear productos más saludables y atractivos.

Sostenibilidad: La producción de edulcorantes naturales a partir de tubérculos es una alternativa más sostenible en comparación con el azúcar refinado, que a menudo implica procesos intensivos y recursos naturales. Esto puede contribuir a prácticas agrícolas más responsables y alineadas con la conservación del medio ambiente.

El presente proyecto tiene la finalidad de abordar un problema de salud pública urgente al proporcionar alternativas más saludables al azúcar refinado. Además, puede fomentar la innovación en la industria alimentaria, promover la sostenibilidad y aumentar la conciencia sobre opciones alimenticias más saludables. Al explorar el potencial de los edulcorantes naturales de la remolacha y el yacón, esta investigación busca mejorar la calidad de vida de las personas y contribuir a un enfoque más equilibrado hacia la alimentación y el bienestar.

6. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

6.1 Ambientales

El análisis de restricciones para la generación de edulcorantes a partir de remolacha y yacón a nivel del cultivo podría aplicar, uno, la degradación en la calidad del suelo por el uso de agroquímicos y pesticidas, dos, el uso de recursos hídricos según el tipo de suelo y hectáreas de cultivo, un dato se necesitan alrededor de 3.000 a 6.500 metros cúbicos de agua por hectárea para mantener un cultivo de remolacha (Ministerio de Agricultura). En cuanto a la parte de

elaboración de los edulcorantes las restricciones ambientales podrían ser, uno, el consumo de agua y gas en proceso de lavado, de extracción y purificación, dos, los residuos orgánicos de los tubérculos y para la parte de producto terminado el uso de envases no reciclables.

6.2 Económicas

No aplica para este proyecto.

6.3 Legales

6.3.1 Permisos y Licencias de Producción

Para llevar a cabo la producción de edulcorantes a partir de remolacha y yacón, es probable que se requieran diferentes permisos y licencias emitidos por entidades gubernamentales pertinentes, como el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) en Colombia.

6.3.2 Propiedad Intelectual

Si el proyecto implica la creación de nuevos procesos o productos, es crucial considerar cuestiones de propiedad intelectual, como patentes y derechos de autor, para garantizar que se cumplan todas las leyes y regulaciones relacionadas con la propiedad intelectual en Colombia.

6.3.3 Regulaciones Ambientales

Dado que el proyecto implica el uso de recursos naturales y puede generar residuos, es fundamental cumplir con todas las regulaciones ambientales locales y nacionales. Esto incluiría medidas para garantizar la gestión adecuada de residuos y minimizar el impacto ambiental del proceso de producción.

6.4 Salud y seguridad

Las restricciones a considerar relacionadas con la salud y seguridad para la generación de edulcorantes a partir de la remolacha y el yacón son, seguridad adecuada de los trabajadores, disposición de residuos, gestión ambiental, etiquetado, divulgación y gestión adecuada de riesgos.

6.5 Socioculturales

En los patrones de consumo podría traer restricciones en la adaptación del producto por la variedad de gusto de los clientes y por las preferencias que traen de endulzar sus comidas y bebidas. Por otro lado la competencia sólida que se tiene y las mejoras continuas por el mismo motivo.

7. METODOLOGÍA DE SELECCIÓN Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN DE LAS RESTRICCIONES

7.1 Ambientales

Las soluciones a las restricciones identificadas, en cuanto a cultivos serían evaluar el uso de agroquímicos y pesticidas desde el punto de agricultura orgánica donde se puede emplear fertilizantes orgánicos, así mismo el uso de rotación de cultivos que evite la monocultura y reduzca la propagación de plagas y con esto mejorar notoriamente la calidad del suelo; para disminuir el recurso hídrico utilizado en los cultivos, se podría plantear la programación de riego, reciclaje, reutilización y riego por goteo, así mismo las posibles soluciones en la parte de generación de los edulcorantes, es gestionar de manera eficiente el uso del agua considerando

tecnologías de reciclaje y reutilización, y con el recurso de gas mantenimiento regular, optimización de la combustión y recuperación de calor; en cuanto a los residuos orgánicos que salen de la elaboración se puede hacer compostaje, biogás, lombricomposta y para finalizar la solución de las restricciones ambientales, para el producto final en el uso de envases se puede optar por materiales como vidrio, plástico reciclado y envases retornables.

7.2 Económicas

No aplican para este proyecto.

7.3 Legales

7.3.1 Permisos y Licencias de Producción

Consultar a expertos legales especializados en regulaciones alimentarias y agroindustriales en Colombia para validar la conformidad del proyecto con las leyes y regulaciones aplicables.

Comparar la propuesta con proyectos similares previos que hayan cumplido con las regulaciones en Colombia, identificando buenas prácticas y áreas de mejora.

7.3.2 Propiedad Intelectual

Contratar asesoría legal especializada para asegurar cumplimiento legal y establecer estrategias de protección de propiedad intelectual.

Identificar posibles innovaciones que podrían ser sujetas de protección legal (patentes, marcas, derechos de autor).

Iniciar procesos de registro y protección de innovaciones identificadas para garantizar cumplimiento legal y resguardo de la propiedad intelectual.

7.3.3 Regulaciones Ambientales

Evaluar y comprender los posibles impactos ambientales del proyecto, incluyendo el uso de recursos naturales y generación de residuos.

Crear y aplicar un plan de manejo ambiental que considere los impactos ambientales evaluados anteriormente.

Establecer un sistema de monitoreo ambiental continuo para evaluar y asegurar el cumplimiento con las regulaciones ambientales durante todo el proyecto.

7.4 Salud y seguridad

Las posibles soluciones a las restricciones identificadas son, en cuanto a la seguridad de los trabajadores, proporcionar capacitaciones en seguridad, EPP (elementos de protección personal), en evaluaciones de riesgos y procedimientos seguros de trabajo; para residuos y gestión ambiental el desarrollo de la solución es cumplir con las regulaciones ambientales relacionadas, es decir, la conservación del agua y la prevención de la contaminación. Por otro lado las posibles soluciones de etiquetado y divulgación es brindar información precisa y clara en el etiquetado del producto final, anexando componentes y advertencias necesarias y por último para la gestión de riesgos es identificar y así mismo gestionar claramente los riesgos potenciales asociados con la generación de los edulcorantes de remolacha y yacón, incluyendo la prevención

de contaminación cruzada que pueda haber, control de procesos químicos, que aunque no se manejan mucho se les debe dar importancia y la seguridad en el manejo de equipos.

7.5 Socioculturales

Las posibles soluciones a las restricciones identificadas son, adaptación del producto al cliente según las sugerencias más repetidas y sólidas, así mismo con la participación del cliente se dan las mejoras continuas. En cuanto a la competencia pueden darse estrategias de acceso a los mercados locales como, plazas, ferias de emprendimiento y tiendas naturistas.

8. MARCO DE REFERENCIA

8.1 ¿Qué es el azúcar refinado?

El azúcar refinado es el extracto puro de azúcar, es decir, sacarosa. La sacarosa es un disacárido compuesto de dos moléculas, una molécula de glucosa y la otra molécula de fructosa. Está el azúcar blanco, que contiene sacarosa en un 99,5%, azúcar refinado, que lo hace en un 99,8%, y el azúcar moreno que se cristaliza, pero no se refina, así mismo el azúcar rubio más claro que el azúcar moreno y con más porcentaje de sacarosa. El azúcar refinado suele formar parte de múltiples alimentos elaborados que conjuntamente contienen muchas grasas saturadas (Arias, S 2023).

La OMS (Organización Mundial de la Salud) sugiere no más de 50 gramos de azúcar al día, se debe tratar de reducir no solo en una bebida, en un alimento, sino sobre todo los alimentos que ingerimos en nuestra dieta normal y contienen de este azúcar refinado, alimentos comunes

como, cacao soluble, cereales, galletas, bollería, refrescos, chocolatinas, chocolate blanco, postres lácteos, salsas, mermelada y caramelos. (González, 2020).

En los últimos años se incrementó el número de productos que contienen azúcar refinado en su composición, el azúcar refinado mejora las cualidades organolépticas de los alimentos, lo que brinda satisfacción al consumidor. (Arias, S 2023).

8.2 Impacto del azúcar refinado en la salud

La ingesta de azúcar refinado puede desencadenar estrés en el páncreas, ya que provoca la liberación de grandes cantidades de insulina para regular el nivel de glucosa en el cuerpo. Si no se controla adecuadamente, esta situación puede volverse peligrosa, ya que acelera un metabolismo que normalmente opera a un ritmo más lento. Este fenómeno se conoce como estrés pancreático.

Cuando hay una liberación frecuente y elevada de insulina, las células tienden a volverse menos sensibles a esta hormona. En tales circunstancias, el páncreas se ve obligado a aumentar su producción de insulina para lograr un efecto similar, lo que deteriora aún más la función de este órgano.

Tal como se mencionó anteriormente, el consumo regular de azúcar refinado se considera un factor de riesgo significativo para el desarrollo de afecciones, especialmente la diabetes tipo 2, según investigaciones presentadas en *Advances in Nutrition*. Además, la presencia de diabetes aumenta la probabilidad de sufrir otras enfermedades, en su mayoría relacionadas con el sistema vascular. Es crucial destacar que adquirir estas enfermedades se caracteriza como un proceso irreversible; aunque puedan manifestarse y controlarse, carecen de cura (Arias, S 2023).

El metabolismo requiere la participación de compuestos como la tiamina, riboflavina, niacina y ácido pantoténico. Por esta razón, consumir azúcar refinado se considera menos saludable en comparación con la ingesta de alimentos más integrales y naturales, como frutas o leche (González, 2020).

8.3 ¿Qué es un edulcorante?

Sustancia utilizada para endulzar bebidas y alimentos, habitualmente como suplente del azúcar; empleados para reducir el consumo de azúcar debido a razones de salud. Cada edulcorante tiene sus propiedades y así mismo sus características de sabor, es de recalcar que, si bien los edulcorantes artificiales son seguros para casi todas las personas, esto, cuando se consumen bajo los límites establecidos por las agencias reguladoras de alimentos, es importante que se utilicen con precaución y discreción, consultando con un profesional de la salud si es el caso (Edulcorantes y sustitutos del azúcar, MedlinePlus Enciclopedia Médica, s. f.).

8.4 Categorías principales de los edulcorantes

8.4.1 Edulcorantes naturales

Están contenidos de forma natural en alimentos y plantas, casi en todos los casos son más dulces que el azúcar común es decir que la sacarosa, dentro de los más usados se incluyen la miel, el jarabe de arce, la estevia y el eritritol.

La stevia, comercializada bajo nombres como truvia, pure via y sun crystals, es derivada de la planta stevia rebaudiana, conocida por sus hojas con propiedades dulces, es reconocida y

aprobada como aditivo alimentario, además de ser considerada un suplemento dietético, contando con la aprobación de la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos).

Fruta del Monje (Luo Han Guo), edulcorante no nutritivo, elaborado a partir del extracto de la fruta del monje, que tiene similitudes con el melón verde y se cultiva en el sur de China. Este edulcorante, que es de 100 a 250 veces más dulce que la sacarosa, se caracteriza por ser termoestable, lo que lo hace adecuado para su uso en procesos de horneado y cocina. Importante destacar que es considerado seguro y ha recibido la aprobación de la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) (Edulcorantes y sustitutos del azúcar: MedlinePlus Enciclopedia Médica, s. f.).

Artificiales o sintéticos

Son productos químicos, elaborados para proporcionar dulzura, pero sin aportar calorías. Estos edulcorantes son a menudo manejados en productos bajos en calorías o en productos sin azúcar, ejemplo de esto los refrescos dietéticos y productos para diabéticos.

El aspartamo, presente en productos como Equal y NutraSweet, es un edulcorante nutritivo que aporta calorías. Con un poder edulcorante 220 veces mayor que el de la sacarosa, se compone de fenilalanina y ácido aspártico, su dulzor disminuye significativamente al ser expuesto al calor, principalmente utilizado en bebidas, este edulcorante cuenta con la aprobación de la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos).

La sacarina, presente en productos como sweet 'n low, sweet twin y nectasweet, es un edulcorante no nutritivo con un poder edulcorante de 200 a 700 veces mayor que el de la sacarosa, ampliamente utilizado en alimentos y bebidas dietéticas, este edulcorante puede

adquirir un sabor amargo en algunos líquidos, es importante destacar que la sacarina no se utiliza comúnmente en procesos de cocina o horneado, este edulcorante cuenta con la aprobación de la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos).

El Acesulfamo K, encontrado en productos como sunett y sweet one, es un edulcorante no nutritivo con una dulzura 200 veces mayor que la del azúcar, distinguido por su capacidad termoestable, es apto para su uso en cocción y horneado, así como para endulzar en la mesa. Este edulcorante se combina a menudo con otros, como la sacarina, en la producción de bebidas carbonatadas y otros productos con bajo contenido calórico, destaca por su sabor y textura similares al azúcar de mesa y ha sido aprobado por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos).

La sucralosa, presente en productos como splenda, es un edulcorante no nutritivo con un contenido calórico muy bajo, con una dulzura 600 veces mayor que la sacarosa, este edulcorante se utiliza principalmente en goma de mascar, postres lácteos, gelatinas, jugos artificiales y productos congelados. La sucralosa ha recibido la aprobación de la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos).

Advantame, un edulcorante no nutritivo, destaca por ser extraordinariamente dulce, siendo 20,000 veces más dulce que el azúcar común. Aunque se utiliza ocasionalmente en procesos de horneado, es fundamental destacar que ha recibido la aprobación de la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos).

El Neotamo, también conocido como newtame, es un edulcorante no nutritivo que sobresale por su dulzura, siendo de 7,000 a 13,000 veces más dulce que el azúcar. Ampliamente

utilizado en diversos alimentos y bebidas dietéticas, este edulcorante también se emplea como endulzante de mesa. Es importante señalar que cuenta con la aprobación de la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) (Edulcorantes y sustitutos del azúcar: MedlinePlus Enciclopedia Médica, s. f.).

8.5 Efectos secundarios de los edulcorantes

Estudios realizados a edulcorantes, aprobados por la FDA (administración de alimentos y medicamentos) han mostrado ser seguros para el uso de la población en general.

El edulcorante aspartamo, compuesto por fenilalanina y ácido aspártico, no es recomendado para personas con Fenilcetonuria (FCN), ya que estas no pueden metabolizar adecuadamente el aminoácido fenilalanina, presente en dicho edulcorante. Por otro lado, la Asociación Médica de los Estados Unidos sugiere evitar la sacarina durante el embarazo debido a la posibilidad de una eliminación fetal lenta (Edulcorantes y sustitutos del azúcar: MedlinePlus Enciclopedia Médica, s. f.).

8.6 Recomendaciones de consumir edulcorantes

La FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) regula todos los sustitutos del azúcar que se comercializan o se utilizan en los alimentos preparados en los Estados Unidos. La agencia ha establecido una Ingesta Diaria Aceptable (IDA), que representa la cantidad que una persona puede consumir de manera segura cada día. La IDA puede variar según el tipo específico de edulcorante, y no todos ellos tienen una IDA asignada. Por ejemplo, la IDA diaria para el

aspartamo es de 50 mg por kg de peso corporal, para la sacarina es de 5 mg por kg de peso corporal, y para el acesulfame-K es de 15 mg por kg de peso corporal.

En 2012, la Asociación Estadounidense del Corazón y la Asociación Estadounidense de la Diabetes emitieron un informe que sugería que el consumo moderado de edulcorantes podría ayudar a reducir la ingesta calórica y de carbohidratos. Sin embargo, hasta la fecha, no hay suficiente evidencia para afirmar que el uso de edulcorantes contribuya a la pérdida de peso o a la reducción del riesgo de enfermedades cardíacas (Edulcorantes y sustitutos del azúcar: MedlinePlus Enciclopedia Médica, s. f.).

El yacón, un tubérculo con propiedades beneficiosas, se utiliza para contribuir a la regulación del azúcar en la sangre, facilitar la pérdida de peso y regular el tránsito intestinal, esto se debe a su contenido abundante de fibras solubles, especialmente inulina y fructooligosacáridos, que le confieren propiedades prebióticas e hipoglucémicas (Leal, 2023).

Facilita la absorción de glucosa en los tejidos periféricos, mejorando la sensibilidad a la insulina en el hígado y aumentando la secreción de insulina por parte del páncreas. Estos efectos favorecen la reducción de los niveles de glucosa en la sangre, convirtiéndolo en una opción beneficiosa para aquellos que padecen de prediabetes y diabetes (Rodríguez, 2023).

Las remolachas son hortalizas conocidas por ser una fuente para la producción de azúcar debido a su elevado contenido de sacarosa. No obstante, más allá de su función como fuente natural de azúcar, son alimentos altamente nutritivos, ya que proporcionan potasio, vitamina C y folatos, además, las remolachas son ricas en agua y fibra (Castro, 2023).

Los edulcorantes de remolacha, como el jarabe de remolacha y el azúcar de remolacha sin refinar, tienen un sabor dulce muy similar al azúcar común (sacarosa). El yacón, contiene fructooligosacáridos (FOS), una forma de carbohidrato que el cuerpo humano no puede digerir completamente, lo que significa que pueden alimentar a las bacterias beneficiosas en el intestino, favoreciendo la salud digestiva y en dietas bajas en calorías.

8.7 Antecedentes para la producción de edulcorantes naturales a partir de remolacha y yacón

8.7.1 Extracción y Caracterización de Inulina a partir del Yacón

El análisis se centra en la producción y diversas aplicaciones de la inulina, un polisacárido vegetal ampliamente estudiado. Destaca su rol prebiótico al estimular la microbiota intestinal, promoviendo así la salud gastrointestinal (Lara, 2017). Además, se discuten sus beneficios en fortalecer el sistema inmune y mejorar el metabolismo.

En la industria alimentaria, la inulina tiene un papel crucial, actúa como sustituto de azúcares y grasas, mejorando la textura y estabilidad de diversos productos. Se resalta su empleo en alimentos con alta humedad, como helados y derivados lácteos (Lara, 2017). Así mismo, se utiliza en la panificación, contribuyendo a una masa más blanda y reduciendo el índice glucémico (Lara, 2017).

Además, se exploran las aplicaciones farmacéuticas de la inulina, especialmente en el fortalecimiento de la microbiota y como sustituto o complemento de la leche materna (Lara, 2017). Los manano oligosacáridos, derivados de la inulina, se han aplicado con éxito para prevenir diarreas neonatales y mejorar el sistema inmune (Lara, 2017).

En resumen, la inulina es un polisacárido versátil con una amplia gama de aplicaciones. Su impacto positivo en la salud humana y su funcionalidad en la industria la convierten en un componente relevante en diversas áreas (Lara, 2017).

8.7.2 Extracción y Cristalización de Inulina a partir del Yacón

Este estudio se enfoca en mejorar el proceso de extracción de inulina del yacón (*Smallanthus sonchifolius*), una planta andina reconocida por su elevado contenido de este fructano, que tiene relevancia tanto en la industria alimentaria como en la farmacéutica. Los investigadores lograron obtener un rendimiento óptimo del 20.7% de inulina mediante un proceso de extracción a 82.2°C durante 23 minutos, utilizando una relación de 4.5 litros de solvente por cada 500 gramos de materia prima (Bedoya, 2008).

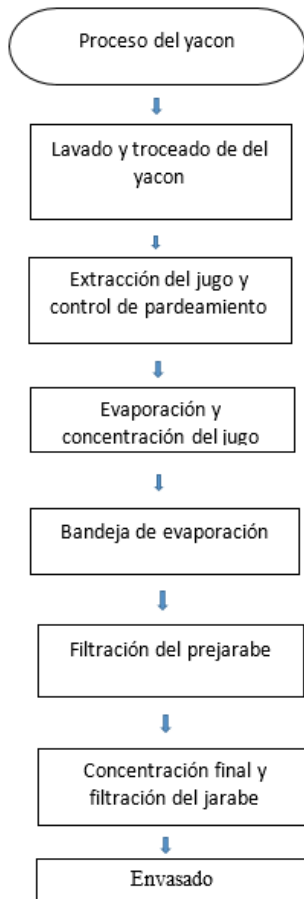
Los cristales de inulina obtenidos presentan una morfología cristalina similar a un sistema cúbico de clase icositetraedro o trapezoedro, con un rango de tamaño de partícula estimado entre 2 y 8.5 μm (Cuarán & Fajardo, 2008). Aunque la apariencia de los cristales recibió altas valoraciones, el sabor y la textura obtuvieron calificaciones regulares en la degustación. Este estudio destaca la promisorio utilidad de la inulina extraída del yacón en diversas aplicaciones industriales, enfatizando la necesidad de futuras investigaciones para maximizar su potencial.

9.METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE EDULCORANTES A BASE DE YACÓN Y REMOLACHA

Esta metodología proporciona una hoja de ruta que describe los pasos a seguir para el desarrollo de los edulcorantes, abarcando la selección de los tubérculos (materia prima),

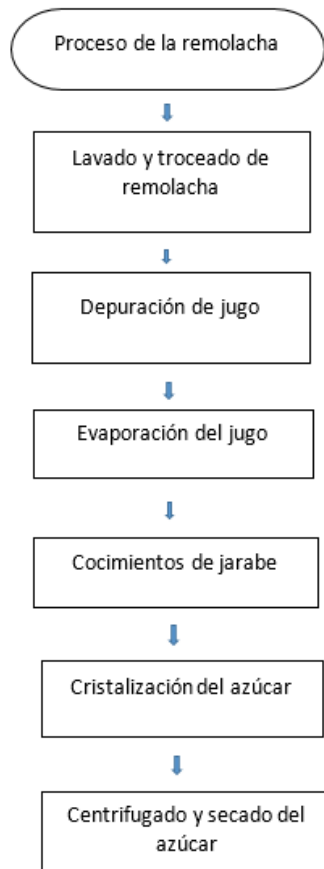
caracterización del producto y embalaje, esta metodología será validada con la ejecución experimental en laboratorio.

9.1 Plan de generación experimental de edulcorante de yacón



(Jarabe de Yac N: Principios y procesamiento, s. F. para 1)

9.2 Plan de generación experimental de edulcorante de remolacha



(¿Cómo se obtiene el azúcar de la remolacha?, s. f. pra 1)

10. RESULTADOS

De acuerdo con la metodología para el desarrollo de edulcorantes a base de yacón y remolacha, se establecen las pautas para la recolección y evaluación de los resultados de acuerdo

al plan de generación experimental de edulcorante de yacón y al plan de generación experimental de edulcorante de remolacha.

10.1 Ejecución experimental del edulcorante a base de yacón

Tomando como referente el plan de generación del edulcorante de yacón se realizó el desarrollo de este a nivel de laboratorio, el cual se describe a continuación.

10.1.1 Selección y recolección del tubérculo (yacón)

Se realizó la selección del yacón, en las instalaciones de la Plaza Distrital 7 de agosto, ubicada en la Cra. 24 # 66-46 Bogotá, localidad barrios unidos.



Imagen 1. Ubicación plaza distrital 7 de agosto (Radio, 2022)

10.1.2 Limpieza y pelado del Yacón

Se retiró la cáscara y posterior a ello se adiciono ácido cítrico al yacón para que al contacto con el oxígeno no se oxide y dañe el producto.



Fotografía 1. Pretratamiento del yacón (fuente propia)

10.1.3 Porcionado y pesado del Yacón

El yacón se porciono para facilitar el pesaje, se rayo y se colo para facilitar el proceso de cocción, al proceso de cocción solo va el zumo del yacon.

10.1.4 Cocción y reducción del Yacón

La cocción se hizo con una proporción de yacón y agua, durante la cocción se adiciono carboximetilcelulosa que actúa como estabilizante y espesante, las cantidades tanto de yacón, agua y carboximetilcelulosa se indican en la *Tabla 2. Formulaciones del edulcorante de yacón*, ya que varían según cada muestra, lo anterior para elegir la formulación más adecuada, en cuanto a características como pH, acidez y densidad y a características organolépticas, cada cocción se hizo a una temperatura superior a 80°C al iniciar el proceso, seguido se redujo la temperatura y se fue controlando en todo momento con termómetro y agitado frecuentemente, se dejó reducir durante un tiempo aproximado de una hora, cabe mencionar que este tiempo es por la escala pequeña a nivel experimental.



Fotografía 2. Cocción del yacón (fuente propia)

10.1.5 Filtrado del edulcorante

La solución se pasó por un filtró para eliminar las partículas o residuos de yacón que pudieron quedar y así obtener el edulcorante deseado.

10.1.6 Pruebas de caracterización del edulcorante

Las propiedades fisicoquímicas que se le hallaron al edulcorante fueron, pH, acidez y densidad, arrojando los resultados que se muestran en la *Tabla 1. Resultados pruebas de caracterización del edulcorante de yacón.*

Tabla 1. Resultado pruebas de caracterización del edulcorante de yacón

CARACTERÍSTICAS			
pH	5,1	5,4	4,0
Acidez	9,5%	6,7%	6%
Densidad	1.400 g/ cm ³	880 g/ cm ³	1,164 gr/cm ³

Fuente. Elaboración propia

10.1.7 Adición de conservante

Se dejó reposar el edulcorante y se añadió sorbato de potasio que actúa como conservante ayudando a preservar el edulcorante y prolongar su vida útil, cantidades en la *Tabla 2. Formulaciones del edulcorante de yacón.*

10.1.8 Envasado y almacenamiento del edulcorante

Se vertió el edulcorante en recipientes esterilizados de esta manera se obtuvo el producto final, este se guardó en un lugar fresco y oscuro para conservar el edulcorante.

10.1.9 Formulaciones del edulcorante de Yacón

Se crearon tres formulaciones y se llevaron a la parte experimental, cada una maneja diferentes gramos en cuanto a materia prima (yacón), antioxidante E330, espesante, conservante y los ml de agua, lo anterior para encontrar la mejor formulación y cumplir las condiciones adecuadas, por resaltar algunas, pureza (dulzura adecuada), sabor (agradable y natural), estabilidad, consistencia y vida útil.

Tabla 2. Formulaciones del edulcorante de yacón

COMPONENTES	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Yacón	100 g	150 g	230 g
Agua	50 ml	400 ml	460 ml
Ácido cítrico (antioxidante E330)	1 g	1 g	2 g
Carboximetilcelulosa (estabilizante y espesante)	0.1 g	0.2 g	0.2 g
Sorbato de potasio (conservante)	0.2 g	0.2 g	0.2 g
CANTIDAD DE EDULCORANTE OBTENIDO			
	20 ml	160 ml	184 ml

Fuente. Elaboración propia

10.2 Ejecución experimentan del edulcorante a base de remolacha

Tomando como referente el plan de generación del edulcorante de remolacha se realizó el desarrollo de este a nivel de laboratorio, el cual se describe a continuación.

10.2.1 Selección y recolección de la remolacha

Se realizó la selección de la remolacha, en las instalaciones de la Plaza Distrital 7 de agosto, ubicada en la Cra. 24 # 66-46 Bogotá, localidad barrios unidos.

10.2.2 Limpieza y pelado de la remolacha

Se lavó muy bien y se retiró la cáscara de la remolacha.

10.2.3 Porcionado y pesado de la remolacha

La remolacha se porcionó para facilitar el pesaje, se rayó y coló para facilitar el proceso de cocción, al proceso de cocción solo va el zumo de remolacha.

10.2.4 Cocción y reducción de la remolacha

La cocción se hizo con una proporción de remolacha y agua, durante la cocción se adiciono carboximetilcelulosa que actúa como estabilizante y espesante, las cantidades tanto de remolacha, agua y carboximetilcelulosa se indican en la *Tabla 3. Formulaciones ejecuciones experimental del edulcorante de remolacha*, seguido se redujo la temperatura y se fue controlando en todo momento con termómetro y agitado frecuentemente, se dejó reducir durante un tiempo aproximado de una hora y media, lo anterior, se hizo para tres muestras diferentes, sin embargo, ninguna de las tres muestras hechas arrojó un resultado satisfactorio, a razón de esto se tomó la decisión de realizar una muestra cuatro esta vez aumentando el espesante puesto que las muestras anteriores quedaban con una textura muy ligera y concentrando aún más con cantidad de remolacha, pero aun así el resultado no fue el esperado, en esta muestra cuatro la proporción aunque fue equilibrada 1:2 (remolacha y agua) la concentración en dulce claramente aumentaba

pero con notas agrias, el sabor no era agradable, era inestable y no se tiene un dato de tiempo de hasta qué punto se debía reducir para conseguir una consistencia característica de un edulcorante, no se tiene el dato puesto que a las cuatro muestras de remolacha se les dio un tiempo considerable para reducir y no se obtuvo, además no se dejaron por más tiempo porque por su sabor ya se descartaron.

Tabla 3. Formulaciones ejecución experimental del edulcorante de remolacha

COMPONENTES	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
Remolacha	100 g	150 g	230 g	300 g
Agua	50 ml	400 ml	460 ml	600 ml
Carboximetilcelulosa (estabilizante y espesante)	0.1 g	0.2 g	0.2 g	0.4 g
Sorbato de potasio (conservante)	0.2 g	0.2 g	0.2 g	0.2 g

Fuente. Elaboración propia

10.2.5 Motivo de descarte del edulcorante de remolacha

En resumen, en este proyecto la remolacha se descartó como materia prima para el desarrollo de edulcorantes por los siguientes factores, sabor no agradable (agrio), consistencia no ideal en cuanto a textura y experiencia sensorial, no se consiguió obtener una muestra con formulación adecuada por lo que no se pudieron realizar pruebas de caracterización, motivos que radicarón en el método experimental usado, se requieren métodos y equipos más especializados para la extracción y purificación.



Fotografía 3. Motivo de descarte de la remolacha (fuente propia)

11. ANÁLISIS DE COSTOS

11.1 Costos directos

Los costos directos del producto (edulcorantes de yacón), se basa en el gasto proporcional en cuanto a cantidad para la producción establecida, *Tabla 4. Costos directos*. Obteniendo como resultado que el costo por unidad del edulcorante de yacón es \$18,900, *Tabla 5. Costos de venta del producto*.

Tabla 4. Costos directos

COSTOS DIRECTOS			
CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
3	Agitador de vidrio	\$15.000	\$45.000
3	Rayador	\$7.000	\$21.000
3	Plancha de calentamiento y agitación	\$800.000	\$2.400.000
3	Vaso de precipitado de 1 L	\$65.000	\$195.000
2	Colador	\$5.000	\$10.000
2	Cuchillo	\$7.000	\$14.000
3	Vidrio de reloj	\$30.000	\$90.000
1	Balanza	\$750.000	\$750.000
3	Espátula	\$15.000	\$45.000
2	Termómetros	\$90.000	\$180.000
3	Erlenmeyer	\$30.000	\$90.000
2	Probeta	\$50.000	\$100.000
3	Picnómetro	\$75.000	\$150.000
1	pH metro	\$190.000	\$190.000
COSTO TOTAL			\$4.280.000

Fuente. Elaboración propia

Tabla 5. Costo de venta del producto

COSTOS DE VENTA DEL PRODUCTO				
N°	MATERIAL O SERVICIO	PARA UNA UNIDAD	PARA DIEZ UNIDADES	VALOR TOTAL
1	Mano de obra	2 horas	2 horas	\$30.0000
2	Arriendo	2 horas	2 horas	\$25.0000
3	Yacón	230 g	2.3 kg	\$6.000
4	Ácido cítrico	1 g	10 g	\$1.000
5	Carboximetilcelulosa	0.2 g	2g	\$1.000
6	Sorbato de Potasio	0.2 g	2g	\$1.000
7	Envases	1 unidad	10 unidades	\$15.000
8	Etiquetas	1 unidad	10 unidades	\$12.000
9	Luz	2 horas	2 horas	\$10.000
10	Agua	260 ml	2.6 L	\$3.000
COSTO TOTAL				\$104.000
UNIDADES PRODUCIDAS				10
VALOR UNITARIO				\$10.400
GANANCIA				\$8.500
VALOR UNITARIO DE VENTA				\$18.900

Fuente. Elaboración propia

11.2 Costos fijos

Los costos fijos del proyecto son los gastos que no varían, permanecen constantes independientes de producción o ventas del edulcorante de yacón, *Tabla 6. Costos fijos.*

Tabla 6. Costos fijos

COSTOS FIJOS			
N°	Concepto	CARACTERÍSTICA	VALOR TOTAL
1	Servicios	Los servicios públicos son agua y luz específicamente.	\$ 1.500.000
2	Arriendo local	Local Ubicado en Centro Comercial Los Héroes, sobre vía principal, área total de 72 m2. iluminado, con un baño, piso en cerámica gris oscuro y vigilancia 24/7.	\$ 2.000.000
4	Mantenimiento y calibración de equipos	Los equipos para mantenimiento y calibración son las planchas de calentamiento y agitación, balanza y pH metro, se estima hacerlo cada seis meses entonces el valor se dividirá en seis para estimar un costo	\$ 167.000

		mensual.	
COSTO TOTAL			\$3.667.000

Fuente. *Elaboración propia*

11.3 Costos Indirectos

Los costos indirectos están evaluados en los permisos, licencias e imprevistos que con lleva la instalación de una nueva unidad productiva para crear nuestra empresa, producir y comercializar, necesitaremos un monto de \$4.504.937, *Tabla 7. Costos indirectos.*

Tabla 7. Costos Indirectos

COSTOS INDIRECTOS			
N°	Concepto	CARACTERÍSTICA	VALOR TOTAL
1	Registro sanitario IMVIMA	Derivados de frutas y otros vegetales (incluidos hongos y setas, raíces y tubérculos, leguminosas y aloe vera), algas marinas, nueces, semillas; frutas y hortalizas procesadas Resolución 719 de 2015: Grupo 4.	\$2.476.437
2	Registro en la cámara de comercio	Matricula en la cámara de comercio + RUES,	\$178.500
3	Plan de gestión de riesgos	Plan sistemático y estructurado para identificar, analizar, evaluar, medir y supervisar los riesgos y amenazas para una organización.	\$1.200.000
4	Consultores y abogados	Asesoramiento y diligenciamiento de formatos y actas,	\$650.000
COSTO TOTAL			\$4.504.937

Fuente. *Elaboración propia*

11.4 Capital de trabajo

Este capital de trabajo está determinado por el aporte en partes iguales de cada integrante del proyecto, esta inversión fue de \$18.083.510, cada integrante del proyecto hace un aporte inicial de \$6.027.836, *Tabla 8. Capital de trabajo.*

Tabla 8. Capital de trabajo

CAPITAL DE TRABAJO		
N°	CONCEPTO	VALOR TOTAL
1	Costos directos	\$4.280.000
2	Materia prima	\$3.456.000
3	Costos fijos	\$3.667.000
4	Costos indirectos	\$4.504.937
5	Imprevistos	\$2.175.573
COSTO TOTAL		\$18.083.510

Fuente. Elaboración propia

El análisis de costos es esencial para comprender la viabilidad y rentabilidad de la producción del edulcorante de yacón. Este análisis proporciona información clave para la toma de decisiones empresariales, desde el establecimiento de precios hasta la optimización de costos para maximizar la rentabilidad, el precio de venta del edulcorante de 180 ml es de 18.900 que frente a la competencia con otros edulcorantes que oscilan entre los \$15.000 y \$30.000 aproximadamente, es viable ya que se encuentra más cerca al valor más bajo del intervalo que al alto, si el producto de los \$15.000 tiene para el consumidor una calidad comparable podría representar una competencia fuerte, si bien un precio más alto puede generar mayores márgenes, también puede disuadir a ciertos segmentos de consumidores, a menos que el producto ofrezca un valor añadido bastante considerable que justifique la preferencia de su compra, pero el edulcorante de yacón puede competir en este mercado, al destacarse por su calidad, beneficios para la salud y otros atributos valiosos.

Se planea producir cuarenta edulcorantes de yacón diarios, para una producción semanal (seis días) de doscientos cuarenta y una producción mensual de novecientos sesenta, la ganancia por cada edulcorante de yacón es de \$8.500, eso quiere decir que los ingresos netos mensuales a la empresa son de \$18.144.000 lo que cubre por completo los costos fijos que son los que se pagan mensualmente, cubriendo también la reinversión de \$9.984.000 que se necesita para la producción de próximo mes y dejando unas ganancias \$4.493.000 mensuales.

El capital de trabajo es de \$18.083.510 al tener en cuenta costos directos, materia prima, costos fijos, costos indirectos e imprevistos que se espera recuperar a los 8 meses después de comenzada la producción si se siguen y se cumplen las metas estipuladas.

12. CONCLUSIONES GENERALES

Al desarrollar el edulcorante de yacón, como una alternativa saludable se comprobó su viabilidad teniendo como referente sus costos y los resultados obtenidos, que se ven reflejados en una formulación obtenida (cantidades y propiedades organolépticas adecuadas), así mismo en los resultados de las pruebas de caracterización del edulcorante, cumpliendo con el tiempo establecido para la realización del proyecto.

Al realizar las tres muestras experimentales cada una diferente de la otra para el edulcorante de remolacha y aun así una cuarta muestra, para conseguir una formulación adecuada no se obtuvo el resultado esperado, razón por la cual se descartó, se infiere fue por el método experimental usado, por lo que se requieren métodos y equipos más especializados para la extracción y purificación.

La experimentación y la adaptabilidad son fundamentales para lograr el producto final deseado. Considerando las lecciones aprendidas experimentalmente y los resultados positivos con el edulcorante de yacón, se pueden aplicar estrategias para mejorar el proceso de desarrollo del edulcorante de remolacha.

Se logró el alcance del proyecto, en cuanto al aprovechamiento de fuentes naturales de azúcar para ofrecer una alternativa más saludable en edulcorantes tradicionales.

13. RECOMENDACIONES

Utilizar materia prima fresca, durante el proceso de pelado y cortado, debe agregarse ácido cítrico (antioxidante E330) al yacón para evitar que este se oxide.

Durante la cocción agregar carboximetilcelulosa (estabilizante y espesante) a una temperatura no menor a 80°C, ya que es la temperatura ideal para que el proceso no se afecte y el producto logre la textura adecuada.

Si al realizar la toma de pH del producto, resulta muy alto, este debe ser controlado con ácido cítrico, que se establece según el pH tomado.

El producto después de envasado debe mantenerse a temperaturas baja para no irrumpir con su vida útil.

Preferiblemente mantener el producto en un lugar fresco y tapado para que no entre en contacto con bacterias que puedan afectar tanto el producto como la salud.

14. REFERENCIAS

-Alonso, J. (2010). Edulcorantes naturales, la Granja. [Abstract, Revista de ciencias de la vida]. Universidad de Buenos Aires, Argentina. <https://doi.org/10.17163/lgr.n12.2010.01>

-Arias, S. (2012-2023). ¿Cuáles son los efectos del azúcar refinado en la salud? [Artículo, Revista sobre buenos hábitos y cuidados para tu salud]. <https://mejorconsalud.as.com/efectos-azucar-refinado-salud/>

-Barba, M. (2021, 3 Octubre). ¿Qué es mejor el azúcar o los edulcorantes? [Artículo, Revista El Universo]. <https://www.eluniverso.com/larevista/salud/que-es-mejor-el-azucar-o-los-edulcorantes-nota/>

-Bedoya, O. Cuarán, G. & Fajardo, J. (2008, Diciembre). Extracción, cristalización y caracterización de inulina a partir de yacón (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) para su utilización en la industria alimentaria y farmacéutica. [Vol 6, Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial] Universidad del Cauca, Colombia. <https://web-s-ebsohost-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/ehost/detail/detail?vid=0&sid=8529e8d6-0ba7-4ead-ac18-fd57109a361c%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZlJnNjb3BIPXNpdGU%3d#db=fua&AN=36786940>

-Castro, D. (2023, 25 Mayo). Remolachas: propiedades, beneficios y cómo usarlas. [Artículo, Revista sobre buenos hábitos y cuidados para tu salud]. <https://mejorconsalud.as.com/6-beneficios-las-remolachas-le-aportan-salud/>

-Iriego ¿Cómo se obtiene el azúcar de la remolacha?[Artículo, Empresa, iRiego new generation S.L] <https://www.iriego.es/blog/noticias-2/post/como-se-obtiene-el-azucar-de-la-remolacha-178>

-Medline Plus (2018, 8 Febrero) Edulcorantes y sustitutos del azúcar: [Enciclopedia Medica, MedlinePlus].Biblioteca Nacional de medicina.
<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007492.htm>

-Espinoza, M. Dennys G (2021, 6 Diciembre). Una visión global y actual de los edulcorantes: aspectos de regulación. [Tesis de Pregrado]. Facultad de Ingeniería de Procesos. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.<https://repositorio.unsa.edu.pe/bitstreams/911428b1-757e-4475-ac7e-c678473625e4/download>

-Gómez, L. Beltrán, L. & García, J. (2013). Azúcar y enfermedades cardiovasculares. Nutrición hospitalaria: órgano oficial de la sociedad española de nutrición parenteral y enteral, [Biblioteca virtual Scielo] Madrid, España. <https://scielo.isciii.es/scielo.php?>

-Dr. González, P. (2016, 28 Marzo). Diferencias entre el azúcar refinado y el natural – [Artículo, AXA Health Keeper]. <https://www.axahealthkeeper.com/blog/nutricion-diferencias-entre-el-azucar-refinado-y-el-natural/>

-Jorge, A. (2010). Edulcorantes Naturales. [Trabajo escrito]. Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires, Argentina <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047396002.pdf>

-Lara, M. Pérez, A. Pérez, M. & Lara, P. (2017). Avances en la producción de inulina. [Vol. Tecnología Química], Universidad de Oriente, Cuba <https://search.ebscohost.com/bdbiblioteca.universidadean.edu.co/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=123483109&lang=es&site=ehost-live&scope=site>

-Leal, K. (2023). Yacón: Para qué sirve y cómo prepararlo. [Artículo, Tua Saúde]. Brasil. <https://www.tuasaude.com/es/yacon/>

Quintero, J. Cultivo extensivo de la remolacha de mesa. [Trabajo escrito]. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_18.pdf

- Agro Forum. Pe. Jarabe de Yacón: Principios y procesamiento. [Artículo, Tu agro herramienta virtual]. <https://www.agroforum.pe/procesos/jarabe-de-yacon-principios-y-procesamiento-5866/>

-Valdez, S. Lastra, G. Félix, L. & Stephens, N. (2018). Consumo de edulcorantes no nutritivos: efectos a nivel celular y metabólico. [Artículo, Perspectivas en nutrición humana]. Universidad de Antioquia. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v20n2a06>