

**SINTESIS DE ENDULZANTE NATURAL A BASE DE YACÓN FABRICADO EN EL  
MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO CUNDINAMARCA**

**Elaborado por:**

HAMILTON STIP FORERO VALERO  
JORGE ELICER GUEVARA CHALA  
LILIANA ROCIO SANCHEZ RODRIGUEZ

**Director de facultad:**

JOSE DIVITT VELOSA

Universidad EAN  
Facultad de ingeniería  
Proyecto de grado  
Bogotá, 2023

## Tabla de contenido

Tabla de contenido .....	2
Lista de tablas .....	4
Lista de figuras.....	4
Resumen ejecutivo .....	4
Introducción .....	6
Definición del problema .....	7
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos .....	9
Justificación .....	10
Análisis de requerimientos.....	11
Ficha técnica producto Endulzante de Yacón (Panela).....	13
Lugar de fabricación y distribución del producto .....	14
Forma correcta para su almacenamiento.....	14
Restricciones para el consumo del producto:.....	14
Marco Teórico.....	15
Historia.....	15
Características y descripción.....	15
Propiedad antioxidante.....	17
Propiedad prebiótica .....	17
Funcionalidades .....	18
Propiedad anticancerígena .....	18
Propiedades hipoglicemiantes e hipolipidémicos .....	18

Regular el tránsito intestinal .....	19
Reducir el colesterol y triglicéridos .....	20
Ayudar a preservar la masa ósea.....	20
Prevenir el cáncer.....	20
Producción de yacón en Colombia .....	20
Producción y comercialización internacional de endulzantes Artificiales frente al yacón	21
Hipotesis .....	23
Análisis de restricciones .....	23
Económico .....	24
Legal .....	25
Salud y seguridad.....	27
Sociocultural .....	28
Metodología .....	28
Enfoque: .....	28
Alcance .....	29
Diseño de investigación .....	29
Variables .....	30
Población y Muestra .....	34
Análisis de costos.....	35
Costos de producción en masa.....	35
Costos de producción de prototipo .....	41
Conclusiones.....	46
Referencias.....	47

### Lista de tablas

<b>Tabla 1</b>	Características Panela Yacón.....	14
<b>Tabla 2</b>	Detalle de actividades de mano de obra.....	25
<b>Tabla 3</b>	Beneficios y daños de los endulzantes artificiales.....	30
<b>Tabla 4</b>	Beneficios y daños de los azúcares naturales .....	31
<b>Tabla 5</b>	Beneficios y daños de los edulcorantes naturales .....	32
<b>Tabla 6</b>	Beneficios y daños de los endulzantes derivados de tubérculos o frutas.....	33
<b>Tabla 7</b>	Costos fijos producción en masa-equipos y maquinaria.....	36
<b>Tabla 8</b>	Costos fijos producción en masa-instalaciones y adecuaciones .....	36
<b>Tabla 9</b>	Costos fijos producción en masa-mano de obra .....	37
<b>Tabla 10</b>	Costos fijos producción en masa-certificaciones y permisos .....	38
<b>Tabla 11</b>	Costos fijos producción en masa-marketing y publicidad.....	38
<b>Tabla 12</b>	Costos fijos producción en masa-equipos de cómputo.....	39
<b>Tabla 13</b>	Costos variables producción en masa .....	39
<b>Tabla 14</b>	Costos fijos producción prototipo-equipos y maquinarias .....	42
<b>Tabla 15</b>	Costos fijos producción prototipo-instalaciones y adecuaciones.....	43
<b>Tabla 16</b>	Costos fijos producción prototipo-mano de obra.....	43
<b>Tabla 17</b>	Costos fijos producción prototipo-equipos de cómputo .....	44
<b>Tabla 18</b>	Costos variables producción prototipo.....	45

### Lista de figuras

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

### Resumen ejecutivo

Actualmente existe una problemática cada vez más alarmante sobre el alto consumo de azúcares artificiales en la población colombiana, en particular en el municipio de San Francisco Cundinamarca, y su consecuente impacto negativo en la salud de las personas. La ingesta

excesiva de azúcares artificiales ha llevado a un aumento significativo de enfermedades como la diabetes y la obesidad, lo que a su vez ha generado un mayor gasto en el sistema de salud pública y privada, así como un menor bienestar de la población colombiana.

A pesar de las medidas tomadas en la Resolución 2492 de 2022 del ministerio de salud y protección social para promover la reducción del consumo de azúcares añadidos, todavía existe una falta de compromiso y conciencia por parte de la sociedad para mitigar este problema. La mayoría de la población sigue prefiriendo los endulzantes tradicionales a pesar de los riesgos conocidos para la salud, sumado esto a la falta de alternativas más saludables en el mercado.

Este proyecto surge como respuesta a dicha problemática brindando una solución innovadora para reducir el consumo de azúcares artificiales y promover una alimentación más saludable. Para abordar este problema, se propuso la creación de un endulzante natural a base de yacón, una planta originaria de los Andes colombianos con grandes propiedades hipoglicemiantes y un alto contenido nutricional. Se espera que este endulzante, que es la base de la panela de yacón, se convierta en una alternativa saludable y atractiva para los consumidores.

Para garantizar el éxito del proyecto y su viabilidad en el mercado, se llevó a cabo una investigación exhaustiva en la que se evaluó la demanda para un endulzante natural, así como la disponibilidad de la materia prima y los costos de producción. También se realizó un análisis de la competencia para identificar las fortalezas y debilidades de productos similares que se encuentren comercializándose actualmente. Además, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de las regulaciones establecidas en Colombia para la comercialización de alimentos envasados y empacados para consumo humano, a fin de garantizar el cumplimiento de todos los requisitos legales y sanitarios necesarios. Luego se diseñó un plan de trazabilidad del producto para

asegurar su calidad y seguridad en todas las etapas del proceso de producción, desde la selección de la materia prima hasta la distribución final.

Este proyecto no solo buscó ofrecer una alternativa innovadora y saludable al consumo de azúcares artificiales, sino también educar a la población sobre los riesgos para la salud asociados con su consumo excesivo de estos. La finalidad era fomentar una cultura de consumo consciente y responsable en la sociedad colombiana, lo que a largo plazo podrá tener un impacto muy positivo en la salud pública del país. Al educar a la sociedad sobre los riesgos asociados con el consumo excesivo de azúcares, se busca reducir la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles relacionadas con la alimentación, como la diabetes tipo 1 y la obesidad, y mejorar la calidad de vida de las personas.

### **Introducción**

En las últimas décadas se ha investigado sobre las posibles enfermedades aliadas al consumo de azúcares artificiales de manera excesiva, es tan peligroso que en los debates la han catalogado con una adicción y principal causa de la obesidad, diabetes, hipertensión, síndrome metabólico e incluso el cáncer, enfermedades que no limitan edad.

Con el fin de iniciar una protección en la salud del consumidor, los mercados han implementado líneas de productos que sustituyen el azúcar artificial, pero al revisar su información nutricional se puede evidenciar que no están cumpliendo con sus estándares naturales, ya que mantienen un cierto compuesto en su proceso de producción.

La presente investigación se orienta en implementar un endulzante (PANELA) a base de yacón con el fin de empezar a sustituir el consumo de azúcares artificiales y bajar gradualmente el riesgo en la salud por el consumo excesivo; el yacón es una planta herbácea perenne, que

pertenece a la familia Asteraceae, posee grandes propiedades hipoglicemiantes, y por sus raíces preservantes o tuberosas, que tienen un sabor dulce y agradable.

### **Definición del problema**

El consumo de azúcares a lo largo de la historia de la humanidad ha sido un factor que contribuye al desarrollo de enfermedades como sobrepeso, obesidad, alteraciones hepáticas, desórdenes del comportamiento, diabetes, hiperlipidemia, enfermedad cardiovascular, hígado graso, algunos tipos de cáncer y caries dental (Cabezas Zabala, Hernández Torres, & Vargas Zárate, 2015), a su vez el consumo de elementos con altos índices de azúcar pueden contribuir al desarrollo de alteraciones psicológicas como la hiperactividad, el síndrome premenstrual y las enfermedades mentales.

El consumo elevado de azúcar en el organismo puede generar problemas de salud que pueden no tener cura un caso muy conocido mundialmente es la diabetes, la cual es una afección crónica del páncreas que se da cuando el páncreas no secreta suficiente insulina o el organismo no utiliza eficientemente la insulina que produce. La concentración de glucosa o azúcar en la sangre es regulada por la insulina y hormonas como el glucagón, es decir la hormona encargada de regular la glucosa en el cuerpo, esta enfermedad desencadena la hiperglucemia, la cual con el paso del tiempo afecta gravemente a los órganos sobre todo el sistema nervioso y los vasos sanguíneos. (Olarte Pardo & Rojas Otálora, 2022)

Los casos a nivel mundial son alarmantes ya que según la organización panamericana de la salud (OPS), se estima que 62 millones de personas viven con Diabetes Mellitus tipo 2 en la región de América. En Colombia el panorama no mejora ya que de acuerdo con los reportes de la Cuenta de Alto Costo se evidencia que 3 de cada 100 colombianos tienen diabetes mellitus.

Donde para el año 2021 se reportaron 1.474.567 personas diagnosticadas con diabetes. (Bautista,

2022), siendo la mayor concentración de dichos casos en las principales ciudades del país como Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca.

En Colombia predomina la diabetes tipo 2 (T2D) la cual es denominada como diabetes no insulino dependiente o de inicio en la edad adulta, se debe a que el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce, un gran porcentaje de diagnósticos con diabetes tipo 2 se atribuyen al exceso de peso y la falta de actividad física. Las cifras revelan que para el periodo comprendido entre el 01 de julio de 2019 al 30 de junio de 2020, existían 1'426.574 personas diagnosticadas con esta enfermedad en Colombia; para el año 2021 la cifra aumentó a 1'676.885 personas, determinando que las complicaciones de mayor gravedad son generadas por enfermedades precursoras como lo es la hipertensión arterial y la enfermedad renal crónica.

En Colombia para el año 2020 el ministerio de salud expide un reporte en el cual indica que 3 de cada 100 colombianos tienen diabetes mellitus. Sin embargo, se estima que el número real es más elevado y que alrededor de 10 de cada 100 personas podrían sufrir diabetes y esto se debe a que la mitad de los individuos con esta patología no saben que están enfermos. En el país la diabetes es una de las principales causas de fallecimiento en personas de 30 a 70 años y aumenta el riesgo de infartos, trombosis cerebral, amputación de extremidades, deterioro en funciones renales.

¿Cuáles son las razones por las cuales los endulzantes naturales generan mayores beneficios en la salud de los consumidores que los endulzantes artificiales?

Por otro lado, aunque actualmente en Colombia el ministerio de salud cuenta con regulaciones dentro del documento técnico de azúcares adicionados (Ministerio de salud Colombia, 2021), creadas para mitigar el consumo excesivo de azúcar de la población, no se cuenta con un real compromiso por parte del gobierno y de las entidades privadas para mitigar

este problema, ya que actualmente el sector azucarero en Colombia es uno de los grandes motores de la economía, siendo el país uno de los mayores productores de azúcar a nivel mundial, se estima que en el valle geográfico del río Cauca. Según datos de ASOCAÑA (Sector Agroindustrial de la Caña), en esa región se encuentran 225.560 hectáreas sembradas en caña para azúcar. (SICEX Promoting Global Trade, 2019), Colombia forma parte del grupo de naciones responsables del 80.5% de la producción de azúcar en el mundo. Puesto que, en condiciones climáticas normales en el valle del río Cauca, se cosecha el 90% de toda el área plantada, registrando cada año más de 14 toneladas de azúcar por hectárea (SICEX Promoting Global Trade, 2019)

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Sintetizar un endulzante a base de tubérculo de yacón que disminuya sustancialmente riesgos en la salud de endulzantes comunes.

### **Objetivos específicos**

Realizar una comparativa de los beneficios a la salud, entre los endulzantes artificiales y los endulzantes naturales.

Establecer los pasos y procesos productivos necesarios para la elaboración del endulzante natural.

Determinar los diferentes beneficios en la salud de los consumidores al ingerir el endulzante.

Realizar un estudio de mercado para identificar el comportamiento de los consumidores y posibles competencias que se establezcan en el mercado.

## Justificación

En la actualidad existe una preocupación constante dentro de las población y organizaciones por el cuidado de salud desde edad temprana, es el caso del elevado consumo de azúcares en los alimentos que hoy en día padece la humanidad, esto ha llevado a que dentro de las distintas organizaciones mundiales de salud se construyan constantemente mecanismos que permitan disminuir dicho consumo y ayudar a prevenir futuras enfermedades provocadas por el consumo excesivo de azúcar. Actualmente en Colombia se encuentra que 3 de cada 4 personas consume golosinas o dulces (76,6%); 1 de cada 3 personas consume diariamente golosinas o dulces (36,6%) y 1 de cada 3 niños de 5 a 9 años los consume diariamente (38,8%); 4 de cada 5 personas consume gaseosas y/o refrescos (81,2%), 1 de cada 5 personas consume diariamente gaseosas y/o refrescos (22,1%) y 1 y medio de cada 8 niños de 5 a 9 años los consumen diariamente (17,7%) (Ministerio de salud Colombia, 2021).

Por lo tanto, de acuerdo con los antecedentes y estudios previos se identificó la necesidad de realizar una investigación que permita construir un endulzante natural a base de yacón que pueda ser aplicado en algún producto de consumo diario, esto con el fin brindar al mercado una alternativa adicional a las tradicionalmente conocidas para ayudar a disminuir los riesgos en la salud identificados por el excesivo consumo de azúcares.

El desarrollar un producto natural permite brindarle a los consumidores una alternativa que puede cumplir las mismas funciones que los productos tradicionales, pero teniendo como resultado un producto que no va ser perjudicial para su salud por consumirlo en un periodo a corto, mediano y largo plazo, se enfoca principalmente la justificación del uso del yacón como endulzante por sus propiedades naturales, siendo un alimento que puede ser consumido por personas que padezcan de algún tipo de diabetes ya que contiene bajos niveles de almidón, otro

factor de justificación es que la mayoría de los endulzantes artificiales alteran el microbioma intestinal, los cuales son un conjunto de bacterias que ayudan al metabolismo de los alimentos que se consumen, no solo estos endulzantes artificiales son perjudiciales en el organismo humano, sino que a su vez se ha identificado que los residuos de los endulzantes provocan afectación en aguas, volviéndolas tóxicas para muchos microorganismos afectando a varios de los ecosistemas que habitan en dichas zonas.

Al desarrollar un endulzante a base de yacón se puede presentar una estrategia de cultivo sostenible, ya que el yacón puede ser plantado en una amplia variedad de suelos, principalmente los que se encuentren drenados, profundos y que sean ricos en materia orgánica. Estos cultivos no necesitan un elevado costo de mantenimiento, permitiendo a los agricultores sembrar este tubérculo sin la necesidad de invertir gran cantidad de recursos en pesticidas. Por otro lado, la madurez del yacón está contemplada en un periodo de tiempo de 8 a 12 meses, siendo un producto que permite su producción de manera escalonada para generar un abastecimiento de esta materia prima para el endulzante.

El yacón puede ser usado para endulzar múltiples productos de consumo diario como son batidos, bebidas en general, desarrollo de chocolates, barras energéticas, entre otros productos, siendo así un endulzante que puede ser parte esencial en el desarrollo de estos otros productos.

### **Análisis de requerimientos**

El producto diseñado cuenta con compuestos naturales, capaces de mejorar las condiciones de salud de personas afectadas por consumo en exceso de endulzantes artificiales, es por esto por lo que el ministerio de salud decide intervenir mediante la resolución 2492 del 13 de diciembre del 2022, estableciendo el reglamento técnico sobre los requisitos de etiquetado nutricional y frontal que deben cumplir los alimentos envasados y empacados para consumo

humano. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2022), con la finalidad de disminuir enfermedades que aquejan a la población colombiana, a su vez se debe cumplir con la resolución 333 de 2011 la cual establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo.

Pensando en la salud de toda la población, nace la idea de crear un endulzante natural (PANELA) a base del yacón, como una alternativa saludable y el cual posee un alto índice nutricional, cumpliendo con los estándares requeridos por el INVIMA, ya que este ente regulador tiene como objetivo actuar como institución de referencia nacional en materia sanitaria y ejecutar las políticas formuladas por el Ministerio de Salud y Protección Social en materia de vigilancia sanitaria y de control de calidad de alimentos que puedan tener impacto en la salud individual y colectiva de conformidad con lo señalado en el artículo 245 de la Ley 100 de 1993 y en las demás normas que la modifiquen, adicionen o sustituyan.

Para cumplir con las regulaciones establecidas por el INVIMA en Colombia, se debe tener en cuenta que el producto a desarrollar es considerado "libre de gluten", por lo tanto, es necesario cumplir con la Resolución 449 de 2020, la cual establece los requisitos sanitarios que deben cumplir estos productos. Además, como se trata de un producto de consumo humano, es imprescindible contar con el registro sanitario otorgado por el INVIMA, cumpliendo con la Resolución 587 de 2013, que establece los requisitos para la obtención y renovación de los registros sanitarios. Es importante destacar que el cumplimiento de estas regulaciones garantiza la seguridad y calidad del producto para el consumidor. (Ministerio de salud y protección social, 2012)

Se implementa el proceso de producción mediante intermitencia o lote, con la necesidad de garantizar una generación de endulzantes de manera permanente y ágil, para obtener dicho

proceso se realizó un estudio previo, donde se contabilizó los kilos aproximados de materia prima extraída por planta cultivada, una vez extraída la materia prima se procede a conservarla según sus cualidades, y así asegurar que el producto cumpla con los requerimientos exigidos e implementados durante su desarrollo.

### **Ficha técnica producto Endulzante de Yacón (Panela)**

Es un endulzante natural 100% orgánico a partir de procesos de cosecha, selección, lavado, pelado, cocido y transformados en panelas con peso de 250 gramos por unidad al momento de empaquetar. Su empaque se realiza en material biodegradable, para garantizar la calidad del producto y el cuidado del medio ambiente y en cajas de cartón introducen 20 panelas para un peso total de 5,000 gramos con beneficios especiales para personas con problemas de diabetes.

A continuación, se detallan de manera específica los compuestos obtenidos del endulzante del yacón. En la **Tabla 1** se describe la tabla nutricional óptima para categorizarlo endulzante natural.

**Tabla 1***Características Panela Yacón*

Calorías	100 kcal
Grasa Totales	0.2 g
Grasa Trans	N. D
Grasas Saturadas	N. D
Sodio	10 mg
Carbohidratos Totales	23.2 g
Fibra	9.6 g
Azúcares	3.2 g
Proteínas	1.7 g

*Fuente.* Elaboración propia

**Lugar de fabricación y distribución del producto**

San Francisco Cundinamarca vereda Toriba

**Forma correcta para su almacenamiento**

En lugares donde las temperaturas superen los 28° centígrados se recomienda almacenar en refrigerador para evitar que el producto pierda tamaño inicial y se comience a derretir.

**Restricciones para el consumo del producto:**

No existe restricción alguna ya que es un producto 100% natural; puede ser consumido por cualquier persona ya que contiene propiedades que benefician la flora intestinal, reduce los niveles de azúcar, colesterol y triglicéridos de la sangre, además ayuda al funcionamiento del colon y se crea como complemento a la salud de los consumidores.

## **Marco Teórico**

### **Historia**

La historia del yacón se remonta a la época preincaica e incaica (500-1200 a. C.) por su presencia gráfica en textiles y cerámicas encontradas en las ruinas Nazca en Perú. Son varios los registros históricos referentes al yacón los primeros son escritos por el cronista mestizo Felipe Guamán de Ayala en 1615 el cual incluye una lista de 55 cultivos andinos y también el sacerdote Bernabé Cobo en 1653 quien realiza una descripción más a fondo del yacón (Ledesma, 2022). El yacón es una especie vegetal originaria de las tierras altas en la parte oriental de la región andina domesticada desde tiempos ancestrales por culturas precolombinas para el consumo de sus raíces se cultiva en pequeñas extensiones desde el sur de Colombia hasta el norte de Argentina. (Torres, 2016)

### **Características y descripción**

El yacón es una planta herbácea perenne, que pertenece a la familia Asteraceae, mide de 1.5 a 3 metros de altura. Sus hojas tienen propiedades hipoglicemiantes, y por sus raíces reservantes o tuberosas, que tienen un sabor dulce y agradable. Si nos centramos en conocer esta fruta podemos decir que es un tubérculo fusiforme el cual su forma, sabor, el color de su cascara (marrón oscuro, purpúreo opaco incluso al naranja) pueden variar en su interior; cuenta con un cuerpo carnoso transparente y su peso varía entre los 200 a 500 gramos. Según Huaycho, Aruquipa, Mercado, trigo, Bosque y Condori (2016), se le consume cruda y los agricultores secan estas raíces al sol, para que el azúcar que contiene se concentre y sea más agradable al consumirlo (Castro Barón, 2018).

Al ser una planta que genera sus raíces de forma orgánica no tiene problemas con plagas o enfermedades, debido al contenido en sus moléculas como sesquiterpenos. En su estructura

biológica predomina la propagación clonal mientras que la reproducción sexual es reducida a la producción de flores y baja viabilidad de semillas (Caballero Méndez & Colonia , 2018)

**Hojas:** Las hojas del yacón contienen una lámina decurrente que se dirige al peciolo, el haz de la hoja es filoso y el envés de naturaleza pubescente, y lamina foliar es ancha y ovalada.

**Tallo:** Es de forma cilíndrica y angular surcado y en el punto de madurez de la planta es hueco en la parte superior cuenta con pequeños hilos que lo cubren. Estos tallos poseen un color purpura verdoso y su altura varia de 1 y 3 metros.

**Inflorescencia:** Esto representa la agrupación de flores en la planta contando aproximadamente de 20 a 40 cabezuelas donde se encuentran de 14 a 16 flores liguadas y de 80 a 90 flores tubulares las liguadas son femeninas y poseen medidas de 7milímetros de ancho por 12 de largo, mientras que las tubulares son masculinas alcanzando un lar de 7 milímetros.

**Fruto:** Es un fruto seco que solo poseen una semilla tiene forma indefinida, aunque sigue un patrón piramidal ovalado y base engrosada internamente consta de una semilla unida al pericarpio. Sus medidas aproximadamente son de 3.7 milímetros de largo y 2.2 milímetros de ancho.

**Raíces:** Cuentan con un sistema ramificado que en su mayoría es de naturaleza napiforme cuentan una gama de colores variada donde es color más predominante es crema, blanco, lila y marrón sus medidas varían por el sustrato del cultivo, en condiciones adecuadas alcanzan hasta 25 centímetros de largo y 10 centímetros de diámetro (Olarte Pardo & Rojas Otálora, 2022).

## **Beneficios**

Desde la antigüedad en la medicina popular andina se han utilizado las raíces como remedio para trastornos renales y hepáticos e incluso se le considera rejuvenecedor de la piel. En Cajamarca Perú se considera antirraquítico; en Bolivia es consumido por personas con diabetes y

problemas digestivos mientras que en Argentina personas que padecen de problemas digestivos, renales y diabéticos (Ledesma, 2022).

Otro beneficio que se considera importante para el beneficio del consumidor son sus propiedades prebióticas, que ayudan a regular la glucosa en la sangre, reduce la cantidad de colesterol y triglicéridos; por sus componentes ayuda al desarrollo de las bacterias y del bacillus subpils en el colon, mejora la absorción del calcio razón por la cual se considera como un alimento ideal para personas diabéticas y con sobrepeso (Correa, 2020).

### **Propiedad antioxidante**

La capacidad antioxidante del yacón se debe a su estructura fotoquímica, la cual presenta dobles enlaces, grupos hidroxilo y anillos bencénicos, los cuales le permiten secuestrar radicales libres y así realizar esta función. Los principales ácidos responsables de la capacidad antioxidante de esta planta son el ferúlico, clorogénico, cafeico y los derivados de estos se encuentran presentes en raíces y hojas. Sus efectos antiinflamatorios por ser antioxidante ayuda a la prevención del cáncer, diabetes, enfermedades cardiovasculares (Castañeda, 2022)

### **Propiedad prebiótica**

Las fibras dietéticas solubles FOS y la inulina, son de ocurrencia natural en productos vegetales y se clasifican como prebióticos debido a su baja digestibilidad en el tracto gastrointestinal y capacidad para estimular el crecimiento y/o actividad de microorganismos con posibles asociaciones sobre el bienestar humano (15). El yacón es una de las fuentes más ricas de FOS e inulina en la naturaleza. Una propiedad clave de estas fibras radica en la indigestibilidad de los oligosacáridos, que da lugar a la fermentación en el intestino grueso seguido por un aumento de las bacterias saludables Bifidobacteri y Lactobacilo (16). Estos dos grupos

bacterianos pertenecen al grupo de bacterias productoras de ácido láctico, capaces de acidificar el medio ambiente, lo que inhibe el crecimiento de patógenos (Castañeda, 2022)

### **Funcionalidades**

Los compuestos fenólicos del yacón protegen biomoléculas como el ADN, lípidos y proteínas frente al daño de los radicales libres, se ha demostrado una respuesta positiva del sistema inmunológico durante el proceso de consumo de fructano (Jiménez Cucaita, 2017).

### **Propiedad anticancerígena**

Los resultados del estudio de Myint y colaboradores, indican que el extracto de hoja de yacón parece ser capaz de matar las células cancerosas malignas del hígado al inhibir su crecimiento y migración, además de inducir la necrosis y la detención del ciclo celular (Castañeda, 2022).

### **Propiedades hipoglicemiantes e hipolipidémicas**

Como conclusión podemos decir que a diferencia de casi todas las raíces que almacenan sus carbohidratos en forma de almidón, esta especie lo hace en FOS, un tipo especial de azúcares que favorecen la salud humana. El yacón acelera el metabolismo y mejora la utilización de grasas; estimula el páncreas por lo cual regula la conservación de azúcar en la sangre. Las hojas del yacón tienen propiedades hipoglicemiantes encargadas de reducir la concentración de glucosa en la sangre y actúa como relajante y antiestrés. Igualmente aumenta la producción de insulina en el páncreas por lo que reduce los niveles de azúcar en la sangre. (Montenegro, 2021)

Entonces podemos decir que es un alimento nutritivo con grandes propiedades beneficiosas para la salud, por sus efectos antioxidantes, prebióticos, anticancerígenos, hipoglicemiantes, un alimento que deberíamos consumirlo en la alimentación diaria, sin embargo, aún en la actualidad se necesita más información y conocimiento sobre este alimento.

Es considerado un fruto exótico pues es poco conocido por la población colombiana y por ende los beneficios que se tiene al ingerirlo son desconocidos, teniendo entonces grandes bondades medicinales, nutricionales y alimenticias. Un aspecto en contra es que en los lugares donde se cultiva el yacón has sido aislado y de pobre acceso vial por lo tanto la demanda no es muy alta. Sin embargo, aunque se considera un fruto exótico desde el año 2017 se le comenzó a dar crédito sobre sus beneficios lo cual ha generado curiosidad para algunas personas para conocer más a fondo sobre este tubérculo.

Si se habla entonces de los beneficios de esta fruta se dice que contiene prebióticos estos ayudan a mejorar las condiciones de la salud, mejor absorción y aprovechamiento de nutrientes (Castro Barón, 2018). Igualmente es un tubérculo que almacena carbohidratos en forma de almidón, un tipo especial de azúcar que tiene características que favorecen a la salud humana (Torres, 2016)

Posibles enfermedades que se pueden combatir con el consumo del endulzante natural de yacón “panela”

Al consumir el yacón frecuentemente se pueden llegar a controlar algunas enfermedades como:

### **Regular el tránsito intestinal**

Al poseer frútanos, principalmente inulina y (FOS) fructooligosacáridos, se considera un alimento prebiótico, que ayuda a aumentar los movimientos intestinales y el volumen de las heces siendo un aliado para combatir el estreñimiento.

Controla el azúcar en la sangre:

El contenido de FOS que posee el yacón promueve la absorción de la glucosa en los tejidos periféricos, mejorando la sensibilidad de la insulina en el hígado e incrementando la

secreción de insulina por el páncreas, favoreciendo así la disminución de la glucemia, siendo una opción para personas que sufren de prediabetes y diabetes.

### **Reducir el colesterol y triglicéridos**

Debido a que contiene polifenoles y a la presencia de los FOS, los cuales podrían ayudar a regular el metabolismo de las grasas en el organismo y a suprimir la síntesis de triglicéridos en el hígado.

### **Ayudar a preservar la masa ósea**

Los compuestos presentes en el yacón cuando llegan al colon y estimulan las bifidobacterias, promueven la absorción de algunos minerales como el calcio, fósforo, zinc y magnesio, minerales que son importantes para mantener la salud de los huesos y dientes.

### **Prevenir el cáncer**

El yacón es rico en polifenoles, como el ácido cafeico, que posee propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que ayudan a combatir los radicales libres y disminuir el estrés oxidativo, además de poseer propiedades prebióticas, por lo que podría prevenir ciertos tipos de cáncer (Zanin, 2023).

### **Producción de yacón en Colombia**

El yacón se ubica al interior de un subsector hortofrutícola cuya producción actual de frutas y hortalizas no se destina para fines comerciales lo cual genera desorganización baja utilidades y altos costos de producción. Se ubica en huertas caseras o pequeños terrenos en departamentos como Caldas, Cauca, Nariño, Huila, Risaralda, Quindío, Cundinamarca, Boyacá, Tolima y valle del Cauca; sin embargo, la producción de yacón aumentado lentamente en Colombia. El país no posee datos de productividad a grande escala por falta de conocimiento de este tubérculo (Calderón Díaz , Fandiño Morante, & Chávez Pacheco, 2017)

## **Producción y comercialización internacional de endulzantes Artificiales frente al yacón**

El yacón como podemos ver hace parte de la agricultura de varios países latinoamericanos y su producción propende de un ciclo ecológico, debido a su corto tiempo de crecimiento y maduración. Se debe tener en cuenta que la producción debe ser a gran escala ya que esta planta se utiliza como producto procesado, en forma de jarabe, te, mermelada, polvo y rebanadas deshidratadas, así como un sustituto para el azúcar. Sin embargo, la población no está familiarizada con el yacón fresco sin procesar (Soto Zuluaga, 2021).

En el mercado internacional de endulzantes se tienen en cuenta las principales regiones del mundo como América del Norte, Europa, Asia pacífico, América del sur oriente medio y África.

Asia pacífico que hace referencia a países como Australia, Japón, India, Porcelana entre otros son unos de los mayores productores endulzantes del mundo y dominan el mercado global con endulzantes como la sacarina, ciclamato, Stevia, aspartamo, sucralosa, neotamo entre otros mientras que la región de América del norte se considera en segundo lugar con mayor demanda en el mercado. El endulzante Stevia recibe no solamente un gran apoyo en Asia pacífico sino en América latina pues se presenta una alta disponibilidad de productos de este endulzante conocidos por sus beneficios para la salud. Sin embargo, el yacón es un gran competidor en el mercado a nivel internacional especialmente en norte América ya que es un endulzante versátil, que tiene cantidad de productos como polvos, jarabes, néctares, extractos líquidos, capsulas, tabletas, hojuelas, mermeladas entre otras y sus productos son económicos.

Se le llama edulcorantes naturales a aquellos que tienen su origen en las plantas y frutas. Se destacan frente a los otros endulzantes porque otorgan al organismo beneficios fisiológicos y

un menor riesgo de sufrir problemas y enfermedades como lo es la diabetes (Romero Heredia, Guerrero Navarro, Muñoz Castillo, Heredia Estela, & Trelles Castillo, 2022).

Como hemos mencionado la diabetes en Colombia es una enfermedad que ha ido aumentando con el pasar de los años, ya sea por malos hábitos alimenticios, largas jornadas, y por la salud que se tiene, lo que ha generado que en Colombia la comercialización haya aumentado notablemente pues las personas buscan una solución natural a su problemática, gracias a sus investigaciones por sus beneficios y cualidades. (Castro Barón, 2018)

En Colombia Natural Factory Colombia (Montebio pure food) inicio como una empresa familiar desde el año 2018 que tiene como propósito promover la conservación de los alimentos ancestrales andinos como lo es el Yacón. Esta empresa transforma artesanalmente el yacón en sirope de yacón, mermelada de yacón, infusión herbal de hojas, todo puro sin conservantes promoviendo la alimentación pura y saludable.

Existe una tendencia al consumo de productos naturales a nivel nacional e internacional lo cual genera una gran oportunidad a la industria del yacón pues los potenciales clientes demandan productos nutritivos con beneficios adicionales a la salud. En Colombia existe una alternativa de mejoramiento de este tubérculo ya que en su geografía se encuentran diferentes pisos térmicos siendo el clima templado el óptimo para su proceso de desarrollo. En la sabana Cundiboyacense algunos pequeños agricultores poseen algunos cultivos de yacón producto que luego es expuesto en ferias campesinas organizadas por la alcaldía mayor de Bogotá o en el mercado frutas y hortalizas de palo quemado igualmente el canal tradicional de distribución del yacón en Cundinamarca es Zipaquirá (Álvarez Quintero, 2015).

## **Hipotesis**

El yacón cultivado en San Francisco Cundinamarca cuenta con los estándares de temperatura desde 10 °C hasta 25 °C, siendo el rango de 14 °C – 20 °C óptimo para su crecimiento y altitud de 1500 a 2000° metros sobre el nivel del mar acorde a las necesidades de producción; sin embargo, si no se cumple con la temperatura adecuada, se podrá adaptar vitroplantas de yacón a condiciones de invernadero

Al ser una planta que sus raíces no requieren de ningún elemento químico, este tubérculo crece de manera orgánica no tendrá problemas con plagas u enfermedades que puedan afectar la producción, debido al contenido de sus moléculas o sesquiterpenos. Por lo tanto, es un producto cultivado a bajos costos, lo cual generara una gran competencia entre los productores generando una gran demanda en el mercado, analizando dicha problemática se crea y se transforma el tubérculo en un producto que ayudara a la salud de los consumidores y se impartiría un alimento innovador en el mercado.

El consumo excesivo de endulzantes artificiales han generado en los consumidores el desarrollo de enfermedades cerebrovasculares, cardiacas y glucosa en la sangre como la diabetes tipo I; ahora con la creación de un endulzante natural, las personas que lo consuman de manera constante comenzaran a ver cambios positivos en su salud, este actuara de manera progresiva.

## **Análisis de restricciones**

Con la finalidad de determinar las posibles restricciones del endulzante natural, se investiga las posibles restricciones que pueden afectar la producción del producto. Se indaga sobre el factor económico, legal y socio cultural, las cuales pueden llegar a estancar la producción y el consumo del endulzante.

## **Económico**

Este proyecto no presenta restricciones económicas, al contrario, constituye una oportunidad de fomentar una actividad agrícola que brinda además de trabajo, la generación de unos ingresos a las personas integrantes de esta unidad de producción. Con posibilidad de crear otros proyectos sostenibles, que podrán dar empleo a la población cercana y proporcionar ingresos adicionales para mejorar la calidad de vida.

Se crea en el municipio de San Francisco Cundinamarca, vereda Tóriba con un área total de 1 hectárea en la cual se cultiva la materia prima, en este caso el yacón. Con una temperatura de 20° y una altura de 1.520 m.s.n.m, en este municipio. (Pertuz González, Casas Ramírez 2023).

Es de bajo costo por lo cual se contará con los recursos necesarios, para la siembra, el mantenimiento, postcosecha y transformación del producto, se desarrolla por los integrantes del grupo y se cuenta con un suficiente conocimiento en el cultivo de yacón. Al ser un cultivo que no requiere de ningún elemento químico como abono, insecticidas y fungicidas lo hace aún más rentable.

Al inicio de la siembra, es cuando demanda un poco más de inversión, ya que es necesario limpiar la planta cada mes mientras se fortalece y de esta manera poderla y aporcar para asegurar una buena producción. Después de los 3 meses no es necesario realizar ningún mantenimiento ya que la planta se une una a otra evitando que la maleza nazca al entorno por lo cual el sostenimiento es nulo.

La producción promedio por planta es de 4.5 kg; sin embargo, la meta es llegar a generar 6 kg por planta, ya que en muchos lugares de la región andina se genera dicha cantidad de peso por planta (Seminario, Valderrama, Manrique 2003). Para lograr que la producción se mantenga

constantemente se realiza una siembra escalonada de esta forma siempre se tendrá materia prima para la elaboración del endulzante natural.

A continuación, se detallan de manera específica la mano de obra que se necesita para obtener una producción óptima. En la **Tabla 2** se describe los costos de los jornales para obtener un proceso óptimo.

### **Mano de obra**

Costo por jornal \$45.000

**Tabla 2**

*Detalle de actividades de mano de obra*

Actividad	Detalle	Valor
Producción de materia prima	6 jornales mensuales durante 12 meses	3240000
Transformación del producto	1 jornal al mes durante 12 meses	540000
<b>Total</b>		<b>3780000</b>

*Fuente.* Elaboración propia

Las posibles restricciones es tener la necesidad de cultivar más de 1 hectárea no se cuenta con el terreno ni el musculo financiero para realizar dicha expansión de la microempresa. Se cuenta con la semilla y el conocimiento, pero los recursos son limitados.

### **Legal**

Según el marco legal ambiental se debe cumplir las siguientes normativas: Decreto Ley 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Regula los aspectos relacionados con el manejo de los recursos naturales, el ambiente y las áreas de manejo especial, así como el sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia

Decreto 1541 de 1978. Aprovechamiento del recurso hídrico. Se requiere de la obtención de concesión de aguas superficiales para el servicio de sus operaciones.

Decreto 1220 de 2005. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

Licencia ambiental. Dentro del decreto 1220 de 2005 (MAVDT), por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, se denomina a la licencia ambiental como: “Es el permiso que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al Medio Ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada” (Pérez Rangel, 2014)

#### Registro Sanitario del Invima

El decreto número 677 DE 1995 (abril 26), por el cual se reglamenta parcialmente el Régimen de Registros y Licencias, el Control de Calidad, así como el Régimen de Vigilancia Sanitaria de Medicamentos, Cosméticos, Preparaciones Farmacéuticas a base de Recursos Naturales, Productos de Aseo, Higiene y Limpieza y otros productos de uso doméstico y se dictan otras disposiciones sobre la materia.

Por medio artículo 4º. de la delegación. El Invima podrá delegar la expedición de licencias sanitarias de funcionamiento de los establecimientos fabricantes y los registros sanitarios de los productos objeto del presente Decreto, en las Direcciones Seccionales y

Distritales de Salud que demuestren disponer de los recursos técnicos y humanos para realizar esta función. (Invima, 2014)

### **Salud y seguridad**

De acuerdo a la legislación vigente por medio de decreto 1072 de 2015 (Ministerio del trabajo Colombia, 2015), estableció en el Libro 2, Parte 2, Título 4, Capítulo 6, las disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, con la finalidad que se desarrolle un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua, con el objetivo de gestionar los peligros y riesgos que puedan afectar sus principios, deben estar enfocados en el ciclo PHVA (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2021), se deberá implementar y adaptada a los procesos que se ejecuten en su cultivación y producción, con la finalidad que se cumpla el objetivo de prevenir un incidente o accidente.

Durante el proceso de cultivación y producción del endulzante a base de yacón “panela” no se hace uso de químicos que puedan afectar al empleado, sin embargo, es necesario implementar un plan de trabajo de SG-SST donde se analiza y planifica las perspectivas de las labores a ejecutar evaluando cada propósito.

Es importante evaluar el proyecto por área de proceso, dando inicio desde la cultivación del yacón, ya que los empleados tienden a tener problemas ergonómicos por las malas posturas que se hacen a la hora de trabajar, por tal razón se debe realizar capacitaciones y seguimientos para lograr mitigar las enfermedades laborales corto y largo plazo.

Para lograr cumplir con las normativas que se legislan en el país, todo empleado debe cumplir con los EPP de acuerdo con la valoración del riesgo que se asigné mediante las ARL, con el fin de garantizar protección contra posibles daños a su salud o su integridad física derivados de la exposición a los peligros en el lugar de trabajo.

## **Sociocultural**

Preferencias culturales de los consumidores: Las preferencias y hábitos alimenticios de la población colombiana pueden ser un factor importante para considerar en la comercialización del endulzante a base de yacón. Ya que debido a la multiculturalidad que se presenta en el país el producto puede ser recibido mejor en algunas poblaciones.

Aceptación social: Es posible que existan barreras culturales y de percepción en la adopción de un endulzante natural y poco conocido en la población. Será importante llevar a cabo campañas de promoción y concienciación para difundir los beneficios y propiedades del endulzante, y así aumentar la aceptación y confianza de los consumidores.

Costumbres alimentarias regionales: Las diferentes regiones de Colombia tienen costumbres alimentarias y tradiciones culturales específicas, lo que puede influir en la demanda y aceptación del endulzante natural a base de yacón en cada una de ellas.

Comportamiento de compra: El comportamiento de compra de los consumidores colombianos puede verse influenciado por factores como la disponibilidad, el precio y la marca del producto.

Valores culturales: Colombia es un país multicultural con diversas tradiciones y valores culturales, por lo que será necesario respetar y tener en cuenta estas particularidades en la estrategia de promoción y comercialización del endulzante natural a base de yacón.

## **Metodología**

### **Enfoque:**

El enfoque que se va a manejar en esta investigación es de tipo cuantitativo, quiere decir que se tendrá la siguiente pregunta ¿Cuáles son las razones por las cuales los endulzantes naturales generan mayores beneficios en la salud de los consumidores que los endulzantes

artificiales? Donde la hipótesis se determinará la satisfacción de los consumidores diabéticos al sentir una mejora en su salud al consumir endulzantes naturales.

Esto quiere decir se seleccionará una muestra en el municipio de San Francisco Cundinamarca y se aplicará una encuesta semiestructurada donde cada persona exprese su experiencia al consumir dicho endulzante luego de ser ingerido durante un tiempo constantemente. Finalmente se realizará la evaluación y análisis de los datos recolectados y así se podrá evidenciar los resultados estadística y cuantitativamente.

### **Alcance**

La investigación que se va a desarrollar se define con un alcance descriptivo, ya que el proyecto tiene como objetivo identificar los diferentes tipos de consumidores que se encuentran en la población del municipio de San Francisco Cundinamarca tanto en su zona urbana como rural.

A partir de la información obtenida mediante encuestas semiestructuradas en la comunidad objetivo, se evaluará los resultados estadísticos descriptivos los cuales proporcionen la facilidad para identificar zonas donde tuvo más aceptación y beneficios del producto y de esta manera poder abordar la comunidad y crear el hábito de consumir día a día el producto de investigación.

### **Diseño de investigación**

Esta investigación se trabajará de manera descriptiva, ya que se busca conocer las condiciones y costumbres de las personas en el consumo de endulzantes artificiales y el posible cambio a endulzantes naturales; este estudio ayudará a tener una base datos considerable para comprender las conductas y posibles gustos de los consumidores, de esta manera se direccionará el proyecto a las necesidades consolidadas.

## **Variables**

Para identificar las variables del proyecto, se define unas variables de producción, de consumo y de tipos endulzantes, se definieron mediante preguntas específicas en una encuesta como instrumento de medición al proyecto.

## **Producción**

La posición geográfica del municipio es factible para la producción del tubérculo; sin embargo, si la tierra no cumple con los parámetros de acidez, PH y temperatura, la producción será baja y estará en riesgo el proyecto, por lo cual se vera la necesidad de cambiar de terreno, por lo tanto, se afectará el estado financiero.

## **Consumo**

En los mercados nacional se presentan diferentes endulzantes artificiales, los cuales perjudican drásticamente la salud de los consumidores, con la encuesta que se realiza se determina la viabilidad del nuevo producto en el mercado y la disposición de la comunidad en realizar la compra del endulzante natural y explorar sus beneficios.

## **Endulzantes**

Dentro de la industria de endulzantes actualmente existen cuatro grupos principales con diferentes productos, los cuales son endulzantes artificiales, las azucares naturales, edulcorantes naturales y endulzantes naturales, con el fin de determinar los beneficios y daños en la salud por el consumo, se generan unas tablas comparativas con dicha información.

### **Tabla 3**

#### *Beneficios y daños de los endulzantes artificiales*

Categoría	Endulzante	Beneficios para la salud	Daños para la salud
Endulzantes artificiales	Aspartame	Ayuda a controlar el peso	Puede causar dolores de cabeza, ansiedad y depresión

		No afecta los niveles de azúcar en la sangre Bajo en calorías Aprobado por la FDA y la EFSA como seguro para el consumo humano en cantidades moderadas	Puede causar síntomas gastrointestinales como dolor abdominal, náuseas y diarrea
	Sucralosa	No aporta calorías Puede ser utilizado en una variedad de alimentos y bebidas Es seguro para personas con diabetes	Puede alterar el microbiota intestinal y aumentar el riesgo de diabetes Puede tener un impacto negativo en el microbioma intestinal Puede tener un sabor amargo o metálico para algunas personas
	Sacarina	Ayuda a controlar el peso No aporta calorías ni afecta los niveles de glucosa en sangre Es económica y fácil de encontrar en el mercado	Puede ser cancerígeno en grandes cantidades Puede provocar reacciones alérgicas en algunas personas Puede generar dolores de cabeza, náuseas o diarrea después de consumirla

*Fuente.* Elaboración propia

#### **Tabla 4**

##### *Beneficios y daños de los azúcares naturales*

Categoría	Endulzante	Beneficios para la salud	Daños para la salud
Azúcares naturales	Azúcar de caña	Aporta energía Es una fuente de antioxidantes, fibra dietética, vitaminas y minerales; posee	Aumenta el riesgo de obesidad, diabetes y caries dentales Aumenta de las concentraciones de glucosa e

		efecto profiláctico contra bacterias y virus, efecto protector contra la caries y es una excelente bebida deportiva	insulina en sangre, lo que podría agotar más rápidamente las reservas de insulina del páncreas y desencadenar diabetes
	Miel	Tiene propiedades antibacterianas y antioxidantes Tiene menos calorías que el azúcar de caña y endulza mejor, calma la gastritis y reduce los niveles de colesterol	Aumenta los niveles de glucosa en sangre Puede provocar una afección gastrointestinal poco frecuente pero grave (botulismo infantil) causada por una exposición a las esporas de la bacteria <i>Clostridium botulinum</i> El consumo excesivo puede aumentar el riesgo de obesidad, enfermedades cardíacas y diabetes tipo 2.
	Jarabe de maíz	Aporta energía	El jarabe de maíz de alta fructosa puede ser más perjudicial para la salud que el azúcar.

*Fuente.* Elaboración propia

## Tabla 5

### *Beneficios y daños de los edulcorantes naturales*

Categoría	Endulzante	Beneficios para la salud	Daños para la salud
Edulcorantes naturales	Stevia	Ayuda a controlar el azúcar en sangre Puede ser una opción segura para personas con diabetes. Tiene propiedades	Puede tener un sabor amargo o regusto Puede tener un efecto laxante si se consume en grandes cantidades.

	antioxidantes y antiinflamatorias.	
Xilitol	No eleva el azúcar en sangre Ayuda a prevenir caries dentales No aumenta los niveles de insulina	Puede causar problemas digestivos como diarrea y flatulencia Puede causar una disminución en la absorción de nutrientes Puede causar problemas gastrointestinales
Eritritol	No aporta calorías Apropiado para personas con diabetes	Puede causar problemas digestivos como diarrea y flatulencia Puede causar dolores de cabeza si se consume en exceso

*Fuente.* Elaboración propia

### **Tabla 6**

#### *Beneficios y daños de los endulzantes derivados de tubérculos o frutas*

Categoría	Endulzante	Beneficios para la salud	Daños para la salud
Endulzantes derivados de tubérculos o frutas	Jarabe de yacón	Bajo índice glucémico, lo que lo hace apto para personas con diabetes Ayuda a la absorción de calcio y magnesio Favorece el crecimiento de bacterias benéficas en el intestino Ayuda a disminuir el colesterol y triglicéridos	Puede causar problemas digestivos como diarrea y flatulencia si se consume en exceso

---

		Aumenta el riesgo de obesidad y diabetes
		Alto contenido de fructosa, lo que puede aumentar el riesgo de enfermedades metabólicas y problemas de salud relacionados con el azúcar
Jarabe de agave	Bajo índice glucémico Contiene antioxidantes y compuestos antiinflamatorios	No se debe consumir en grandes cantidades durante el embarazo debido al riesgo de defectos congénitos y problemas de crecimiento fetal
	Rico en antioxidantes y nutrientes	
	Tiene un sabor fuerte, lo que significa que se puede usar menos cantidad en comparación con otros endulzantes	Aporta muchas calorías y puede aumentar el riesgo de caries dentales
Jarabe de arce	Potencialmente ayuda en la prevención de enfermedades crónicas como enfermedades del corazón y cáncer debido a sus antioxidantes	Puede ser costoso en comparación con otros endulzantes comunes Alto contenido de azúcar y calorías puede contribuir a la obesidad y diabetes

---

*Fuente.* Elaboración propia

### **Población y Muestra**

San Francisco es un municipio colombiano del departamento de Cundinamarca, ubicado en la Provincia del Gualivá, a 55 km al noroccidente de Bogotá. Es el cuarto municipio más poblado de la Provincia, con una población estimada en 2005 de 8.187 habitantes. Tiene una

superficie terrestre de 118 km<sup>2</sup>. Limita por el norte con Supatá y La Vega, por el oriente con Subachoque y El Rosal, por el sur con Facatativá y por el occidente con La Vega.

El municipio presenta como divisiones administrativas el sector urbano, compuesto por la cabecera municipal con 2.851 habitantes y el sector rural, con 5.336 habitantes, formado por las veredas de Arrayán, El Peñón, Juan de Vera, La Laja, Muña, Pueblo Viejo, Sabaneta, San Antonio, San Miguel y Tóriba. Teniendo en cuenta la información expuesta el proyecto se llevará a cabo tanto en la zona rural como urbana. Se seleccionó esta población pues es una zona donde podemos cultivar el yacón por ser un clima templado, cerca de Bogotá y de fácil accesibilidad.

### **Análisis de costos**

Para el análisis de costos se consideraron dos posibles escenarios de producción uno basado en la producción en masa y otro en el desarrollo de un prototipo de la panela a base de yacón, dichos costos se dividen en costos fijos y costos variables.

#### **Costos de producción en masa**

##### Costos fijos

A continuación, se detallan de manera específica los costos fijos de producción necesarios para el desarrollo exitoso del proyecto en masa. En la **Tabla 7** se enumeran los equipos necesarios para llevar a cabo la producción en masa de la panela a base de yacón, teniendo en cuenta tanto los costos fijos como los variables que deben considerarse.

**Tabla 7***Costos fijos producción en masa-equipos y maquinaria*

Costo fijo	Descripción	Detalle	Costo total
Equipos y maquinarias	Costo de los equipos y maquinarias necesarios para el procesamiento de la raíz de yacón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Azadones</li> <li>• 2 Cuchillos</li> <li>• Peladora de yacón</li> <li>• Manguera-Equipo para lavar la raíz de yacón</li> <li>• Extractor de jugo-herramienta para extraer el jugo de la raíz de yacón triturada</li> <li>• Filtro-equipo para filtrar el jugo obtenido y eliminar cualquier residuo sólido</li> <li>• Estufa</li> <li>• Olla:</li> <li>• 10 Moldes hechos en madera para panela</li> <li>• Motocultor (alquilado)</li> </ul>	1.253.000

*Fuente.* Elaboración propia

Por otro lado, es fundamental contar con instalaciones adecuadas que permitan llevar a cabo las actividades de cultivo, producción, almacenamiento y despacho del producto. Para este fin, en la **Tabla 8** se detallan las características del establecimiento necesario para lo mencionado anteriormente.

**Tabla 8***Costos fijos producción en masa-instalaciones y adecuaciones*

Costo fijo	Descripción	Detalle	Costo total
Instalaciones y adecuaciones	Costo del alquiler o compra de un local y las adecuaciones necesarias para el procesamiento y almacenamiento del endulzante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• terreno: <ul style="list-style-type: none"> <li>o 1 hectárea</li> <li>o 200 postes de cemento</li> <li>o 4 quintales de alambre de púa</li> <li>o 4 kilos de grapas.</li> </ul> </li> <li>• piso: (40metros cuadrados) <ul style="list-style-type: none"> <li>o cemento</li> <li>o mixto</li> </ul> </li> </ul>	13.256.000

- o malla
- paredes en teja de zinc
- techos: en teja de zinc
- iluminación: punto de luz
- suministro de agua de nacedero por lo cual nos paga
- suministro de energía eléctrica y gas
- 1 baño
- 1 oficina
- o 3 sillas
- o 3 mesas
- o 1 archivador
- o 3 computadores portátiles
- 1 bodega

---

*Fuente.* Elaboración propia

Además, para el proceso de fabricación de la panela, es fundamental disponer del personal adecuado para llevar a cabo actividades como el cultivo, la limpieza del tubérculo, la eliminación de las cáscaras, la cocción del yacón, la trituración del tubérculo para extraer el jugo, entre otras tareas. Se estima que los costos asociados a estas actividades se encuentran detallados en la **Tabla 9**.

**Tabla 9**

*Costos fijos producción en masa-mano de obra*

Costo fijo	Descripción	Detalle	Costo total
Mano de obra	Costo de la contratación de personal y salarios correspondientes.	Mano de obra 6 jornales por mes Total, jornales para la producción de la materia prima: 72 jornales Transformación del producto: 12 jornales	7.020.000

---

*Fuente.* Elaboración propia

Dado que la panela de yacón es un producto destinado al consumo masivo, resulta imprescindible contar con los certificados necesarios para su producción y distribución. Los costos asociados a estos certificados se detallan en la **Tabla 10**.

**Tabla 10**

*Costos fijos producción en masa-certificaciones y permisos*

Costo fijo	Descripción	Detalle	Costo total
Certificaciones y permisos	Costo de los permisos y pruebas de laboratorio necesarios para la producción del endulzante.	Registro sanitario Registro ICA Cámara y comercio	4.590.069

*Fuente.* Elaboración propia

Con el objetivo de generar un mayor impacto en el mercado, es necesario llevar a cabo una campaña publicitaria que permita dar a conocer a los posibles consumidores las ventajas y beneficios que obtendrán al adquirir la panela. Los costos asociados a la publicidad se encuentran detallados en la **Tabla 11**.

**Tabla 11**

*Costos fijos producción en masa-marketing y publicidad*

Costo fijo	Descripción	Detalle	Costo total
Marketing y publicidad	Costo de las estrategias de publicidad y marketing digital.	Anuncio en emisora local presencia en redes sociales degustaciones folletos volantes y vallas	9.500.000

*Fuente.* Elaboración propia

Por último, es necesario disponer de equipos informáticos adecuados para gestionar y documentar el proyecto. En la **Tabla 12** se detallan las características y costos de estos ordenadores.

**Tabla 12**

*Costos fijos producción en masa-equipos de cómputo*

Costo fijo	Descripción	Detalle	Costo total
Equipos de cómputo	Costo de los equipos de cómputo necesarios para documentar el proyecto.	3 equipos de cómputo portátiles <b>HARDWARE</b> Procesador de al menos 4 núcleos, con una velocidad de reloj de al menos 2.5 GHz. Al menos 8 GB de memoria RAM. Disco duro de al menos 500 GB. Pantalla de al menos 15 pulgadas. Tarjeta de video dedicada de al menos 100 GB de memoria. Mouse y teclado <b>SOFTWARE</b> Sistema operativo Windows 10 o superior. Software de ofimática para procesamiento de textos, hojas de cálculo y presentaciones.	5.100.000

*Fuente.* Elaboración propia

#### Costos variables

De manera similar a los costos fijos, en la producción de la panela a base de yacón también se requieren costos variables que, como su nombre indica, pueden variar entre los costos proyectados y los costos reales. Estos costos abarcan desde la adquisición de materia prima hasta el pago de impuestos y aranceles para la comercialización del producto.

**Tabla 13**

*Costos variables producción en masa*

Costo variable	Descripción	Detalle	Costo total
----------------	-------------	---------	-------------

Materia prima	Costo de la materia prima, en este caso, la raíz de yacón.	Semillas: 1200 plantas Agua (80mts)	3.696.000
Servicios públicos	Costo de la energía eléctrica y gas necesario para el procesamiento del endulzante	Luz Gas: Cilindro de 100 libras gas propano	485.000
Otros servicios	Internet Plan de datos y minutos	Plan de internet de 100MB 3 Planes de minutos ilimitados con 30GB de navegación	265.000
Transporte	Costo del transporte de la materia prima o del producto terminado.	Moto: Suzuki GN 125	3.500.000
Impuestos y aranceles	Costo de los impuestos y aranceles correspondientes a la producción y Comercialización del endulzante.	Impuestos: Predial y vehicular SOAT, Revisión técnico-mecánica	694.242
<b>Total</b>			<b>8.640.242</b>

*Fuente.* Elaboración propia

Considerando los puntos mencionados dentro del análisis de costos, el valor total de la producción en masa de hasta 50 panelas asciende a **\$49.359.311** pesos colombianos. Esta cifra incluye los costos fijos, variables y otros gastos asociados al proyecto. Para cubrir este costo, cada miembro del proyecto realiza una inversión de capital de \$20.000.000 de pesos colombianos, sumando un capital total de \$60.000.000 de pesos colombianos. Esta inversión inicial se destina a la adquisición de los recursos necesarios, como equipos, materia prima y mano de obra.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que durante el desarrollo del proyecto pueden surgir imprevistos o gastos adicionales no contemplados en el análisis de costos. Para hacer frente a estas eventualidades, se reserva una parte del capital total como un fondo de contingencia. Este fondo tiene el propósito de cubrir cualquier gasto imprevisto, asegurando así la continuidad y el éxito del proyecto.

Es necesario destacar la importancia de una correcta gestión financiera para controlar los gastos y garantizar que el capital se utilice de manera eficiente. Los responsables del proyecto estarán atentos a monitorear los costos en todo momento, evaluando los avances y ajustando las estrategias financieras según sea necesario.

En resumen, la inversión de capital por parte de los miembros del proyecto, sumada al fondo de contingencia, proporciona los recursos financieros necesarios para la producción en masa de la panela a base de yacón. Este enfoque financiero sólido contribuirá al logro de los objetivos del proyecto y permitirá enfrentar cualquier desafío financiero que pueda surgir durante su desarrollo.

### **Costos de producción de prototipo**

Considerando un segundo escenario en el que la producción de la panela se limite a un prototipo, nuevamente se distinguen los costos fijos y variables, pero con una notable reducción en los gastos presupuestados en comparación con la producción en masa. En este escenario, los costos fijos se ven disminuidos, ya que se requiere una menor cantidad de recursos y equipos para la producción a menor escala. Además, los costos variables también se ven reducidos, ya que se disminuye la cantidad de materia prima necesaria y se ajusta la mano de obra de acuerdo con las necesidades del prototipo. Esta reducción significativa en los gastos presupuestados para la producción en masa se debe a la naturaleza más limitada y experimental del prototipo. Sin

embargo, es importante tener en cuenta que aún se deben considerar los costos asociados al desarrollo del prototipo, como la investigación, el diseño y las pruebas. A pesar de la reducción en los costos, es fundamental mantener una gestión financiera eficiente y realizar un seguimiento detallado de los gastos para garantizar el uso adecuado de los recursos disponibles. Esto permitirá evaluar la viabilidad y rentabilidad del prototipo, así como realizar ajustes financieros según sea necesario.

En conclusión, en el escenario de producción de un prototipo de panela, se experimenta una notable reducción en los costos fijos y variables en comparación con la producción en masa. Sin embargo, es fundamental mantener un control financiero riguroso para garantizar la eficiencia y el éxito del proyecto.

Costos fijos

**Tabla 14**

*Costos fijos producción prototipo-equipos y maquinarias*

Costo fijo	Descripción	Detalle	Costo total
Equipos y maquinarias	Costo de los equipos y maquinarias necesarios para el procesamiento de la raíz de yacón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Cuchillos</li> <li>• Peladora de yacón</li> <li>• Manguera</li> <li>• Extractor de jugo-herramienta para extraer el jugo de la raíz de yacón triturada</li> <li>• Filtro-equipos para filtrar el jugo obtenido y eliminar cualquier residuo sólido</li> <li>• Estufa</li> <li>• Olla:</li> <li>• 1 Moldes hechos en madera para panela</li> </ul>	90.000

*Fuente.* Elaboración propia

**Tabla 15***Costos fijos producción prototipo-instalaciones y adecuaciones*

Costo fijo	Descripción	Detalle	Costo total
Instalaciones y adecuaciones	Costo del alquiler o compra de un local y las adecuaciones necesarias para el procesamiento y almacenamiento del endulzante.	Terreno -alquiler	100.000

*Fuente.* Elaboración propia**Tabla 16***Costos fijos producción prototipo-mano de obra*

Costo fijo	Descripción	Detalle	Costo total
Mano de obra	Costo de la contratación de personal y salarios correspondientes.	Mano de obra 1 jornales por mes Transformación del producto: 2 jornales	150.000

*Fuente.* Elaboración propia

**Tabla 17***Costos fijos producción prototipo-equipos de cómputo*

Costo fijo	Descripción	Detalle	Costo total
Equipos de cómputo	Costo de los equipos de cómputo necesarios para documentar el proyecto.	1 equipo de cómputo portátiles <b>HARDWARE</b> Procesador de al menos 4 núcleos, con una velocidad de reloj de al menos 2.5 GHz. Al menos 8 GB de memoria RAM. Disco duro de al menos 500 GB. Pantalla de al menos 15 pulgadas. Tarjeta de video dedicada de al menos 100 GB de memoria. Mouse y teclado  <b>SOFTWARE</b> Sistema operativo Windows 10 o superior. Software de ofimática para procesamiento de textos, hojas de cálculo y presentaciones	1.700.000

---

*Fuente.* Elaboración propia

#### Costos variables

En el caso de las certificaciones y el marketing, que se encuentran detallados en los costos fijos de la producción en masa, no se consideran necesarios para el prototipo, dado que este es un producto experimental. En esta etapa inicial, se prioriza la investigación y desarrollo del prototipo, por lo que los gastos asociados a certificaciones y estrategias de marketing no son relevantes.

**Tabla 18***Costos variables producción prototipo*

Costo variable	Descripción	Detalle	Costo total
Materia prima	Costo de la materia prima, en este caso, la raíz de yacón.	Semillas: 5 plantas Agua: (5mts)-1750 por metro	20.000
Servicios públicos	Costo de la energía eléctrica y gas necesario para el procesamiento del endulzante	Luz Gas: Cilindro de 10 libras gas propano	80.000
Otros servicios	Internet Plan de datos y minutos	Plan de internet de 100MB Plan de minutos ilimitados con 30GB de navegación	145.000
Transporte	Costo del transporte de la materia prima o del producto terminado.	N/A	-
Impuestos y aranceles	Costo de los impuestos y aranceles correspondientes a la producción y Comercialización del endulzante.	N/A	-
<b>Total</b>			<b>245.000</b>

*Fuente.* Elaboración propia

Para llevar a cabo la producción del prototipo, se ha calculado que los costos totales alcanzan la suma de **\$2.285.000** pesos colombianos. Estos costos incluyen diversos aspectos necesarios para la creación del prototipo, como la adquisición de materiales, la contratación de servicios especializados y otros gastos asociados.

Es importante destacar que los integrantes del proyecto han asumido la responsabilidad de financiar estos costos a través de fuentes propias. Realizando inversiones individuales con el objetivo de hacer posible la materialización del prototipo de panela. Esta muestra de compromiso

y dedicación refleja el esfuerzo conjunto para llevar adelante el proyecto y poner en práctica las ideas innovadoras que se han planteado.

### **Conclusiones**

El consumo de endulzantes artificiales en la población está generando enfermedades como la diabetes tipo I, la obesidad, entre otras. Para abordar esta problemática, se desarrolló un prototipo de endulzante natural a base de yacón (panela), con el propósito de sustituir dichos endulzantes y así generar beneficios saludables a los posibles consumidores.

Se llevó a cabo una investigación comparativa entre los endulzantes artificiales y los naturales con el objetivo de identificar los posibles beneficios que cada uno ofrece, durante el estudio se analiza los diferentes nutrientes que aportan a la salud del consumidor y se establece las necesidades que se deben tener en el proceso de producción y transformación del endulzante a base de yacón.

Uno de los problemas principales para la elaboración del prototipo de endulzante del yacón, fue el tiempo de cosecha de la materia prima, ya que se tarda entre 13 a 15 meses para su cosecha final; sin embargo, gracias a unas plantas cosechadas con anterioridad, se realizó diferentes investigaciones y de esta planta no solo sirve el tubérculo sino también las hojas las cuales se pueden usar para la elaboración de té.

Esta planta genera gran cantidad de flores, la cual es muy apetecida por las abejas para extraer su néctar, dando la posibilidad de aprovechar la planta para la creación de la apicultura; con el fin de generar grandes beneficios y de igual manera ayudar a cuidar el medio ambiente.

Al ser un producto nuevo en el mercado no es fácil la aceptación de los consumidores ya que disminuir el consumo excesivo de endulzantes artificiales lleva tiempo en lograrlo, aunque la población en la cual se enfocó el proyecto tendrá una aceptación más favorable por lo que al

consumir dicho endulzante le ayudara mejorar sus condiciones de salud, disminuyendo la glucosa mejorando su calidad de vida.

El proyecto de producción de endulzante natural a base de yacón se considera una innovación en los mercados, debido a que cumple con los parámetros establecidos por el Ministerio de Salud sobre el consumo excesivo de azúcares y contribuye a fomentar hábitos de vida saludable en la población. Invitamos a los lectores a conocer más acerca del yacón como una alternativa natural y saludable de suplemento alimenticio.

### Referencias

- Álvarez Quintero, Y. A. (01 de enero de 2015). *El mercado del Yacón en el canal tradicional de distribución en el municipio de Zipaquirá*. Obtenido de [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1187&context=administracion\\_agronegocios](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1187&context=administracion_agronegocios).
- Bautista, N. B. (2022). *Tres de cada 100 Colombianos tienen diabetes*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/En-el-Dia-Mundial-de-la-Diabetes-MinSalud-promueve-praticas-de-vida-saludable.aspx>.
- Caballero Méndez, L., & Colonia, P. A. (30 de marzo de 2018). *Yacón como planta promisoría en el manejo de enfermedades*. Obtenido de <https://revia.areandina.edu.co/index.php/IA/article/view/974>.
- Cabezas Zabala, C. C., Hernández Torres, B. C., & Vargas Zárate, M. (14 de octubre de 2015). *Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v64n2/v64n2a17.pdf>.
- Calderón Díaz, C. A., Fandiño Morante, D., & Chávez Pacheco, T. M. (01 de enero de 2017). *El Yacón: una alternativa para el sector agrícola colombiano*. Obtenido de [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1101&context=finanzas\\_comercio](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1101&context=finanzas_comercio).
- Castañeda, M. (2022). *Propiedades beneficiosas del yacón (smallanthus sonchifolius) en la salud: Beneficial properties of yacon (smallanthus sonchifolius) in the health*.
- Castro Barón, Q. P. (2018). *Realidades de la internalización del yacón como alternativa innovadora del sector agrícola en Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1018/Realidades%20de%20la%20internacionalizaci%C3%B3n%20del%20yac%C3%B3n%20como%20alternativa%20innovadora%20del%20sector%20agr%C3%ADcola%20en%20Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Correa, B. (2020). *Alimentos Funcionales Derivados Del Yacón: Tendencias De Consumo Saludables en El Departamento de Boyacá*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30493/2020gabriellybalaguera.pdf?sequence=1>.
- Invima. (abril de 2014). *DECRETO NÚMERO 677 DE 1995*. Obtenido de [https://www.invima.gov.co/documents/20143/453029/decreto\\_677\\_1995.pdf](https://www.invima.gov.co/documents/20143/453029/decreto_677_1995.pdf).
- Jiménez Cucaita, L. (2017). *ESCALAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS FUNCIONALES A PARTIR DE PRODUCTOS VEGETALES NO TRADICIONALES*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59619/LuisE.Jim%C3%A9nezCucaita.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ledesma, N. A. (2022). *Usos y propiedades del yacón*. Obtenido de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/142550/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/142550/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1).
- Manrique, I., Hermann, M., & Bernet, T. (diciembre de 2004). *YACÓN Ficha Técnica*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/48032371.pdf>.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2021). *Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/planeacion-y-seguimiento/sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>.
- Ministerio de salud Colombia. (2021). *Documento técnico azúcares añadidos*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/documento-tecnico-azucare-adicionados.pdf>.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (13 de 12 de 2022). *Resolución 2492/2022 sobre etiquetado nutricional y frontal*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/MinSalud-expide-Resolucion-2492-2022-sobre-etiquetado-nutricional-y-frontal.aspx>.
- Ministerio del trabajo Colombia. (2015 de mayo de 2015). *DECRETO NÚMERO 1072 DE 2015*. Obtenido de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+1072+Sector+Trabajo+Actualizado+a+Marzo+25+de+2022.pdf/5d3900e5-03a7-f7e2-3b6a-2bd1e3b162cf?t=1648845402458>.
- Montenegro, A. (30 de marzo de 2021). *El yacón, una raíz con beneficios*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/salud/beneficios-para-la-salud-de-consumir-yacon-112884>.
- Olarte Pardo, D. C., & Rojas Otálora, J. (2022). *Desarrollo de un endulzante natural a base de yacón*. Obtenido de <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/9032/1/6171116-2022-2-IQ.pdf>.

- Pérez Rangel, D. C. (2014). *EVALUACIÓN DE LOS TERMINOS DE REFERENCIA PLANTEADOS POR LA AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES EN LICITACIONES DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS*. Obtenido de [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13157/Art%C3%ADculo%20Proyecto%20de%20Grado%20Diana%20Perez%20Rangel%20\(2\).pdf?sequence=1](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13157/Art%C3%ADculo%20Proyecto%20de%20Grado%20Diana%20Perez%20Rangel%20(2).pdf?sequence=1).
- Romero Heredia, D. E., Guerrero Navarro, F., Muñoz Castillo, K., Heredia Estela, J., & Trelles Castillo, S. F. (noviembre de 2022). *Diseño de una planta productora de endulzantes naturales a base de yacón para personas con diabetes en la región de Piura*. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5942/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_MiskyThany.pdf?sequence=-1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5942/PYT_Informe_Final_Proyecto_MiskyThany.pdf?sequence=-1).
- SICEX Promoting Global Trade. (26 de noviembre de 2019). <https://sicex.com/blog/azucar-uno-de-los-grandes-motores-de-la-economia-en-colombia/#:~:text=noviembre%2C%202019-,Az%C3%BAcar%2C%20uno%20de%20los%20grandes%20motores%20de%20la%20econom%C3%ADa%20en,sembradas%20en%20ca%C3%B1a%20para%20az%C3%BAcar>. Obtenido de <https://sicex.com/blog/azucar-uno-de-los-grandes-motores-de-la-economia-en-colombia/#:~:text=noviembre%2C%202019-,Az%C3%BAcar%2C%20uno%20de%20los%20grandes%20motores%20de%20la%20econom%C3%ADa%20en,sembradas%20en%20ca%C3%B1a%20para%20az%C3%BAcar>.
- Soto Zuluaga, J. (2021). *Estudio de mercado para la comercialización de productos a base de Yacón para el Oriente Antioqueño*. Obtenido de <https://repositorio.uco.edu.co/jspui/bitstream/20.500.13064/1584/6/Trabajo%20de%20grado.pdf>.
- Torres, S. M. (2016). *Yacón: Producción, transformación y beneficios*. Obtenido de [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1014&context=edunisalle\\_agrociencias](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1014&context=edunisalle_agrociencias).
- Zanin, T. (marzo de 2023). *Yacón: para qué sirve y cómo prepararlo*. Obtenido de <https://www.tuasaude.com/es/yacon/>.