

ELABORACIÓN DE UN ZUMO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA), EN EL  
MUNICIPIO DE LOS SANTOS - SANTANDER.

FERNANDO MONROY RONDÓN  
LEANDRO CALDAS LARA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA.  
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL  
BUCARAMANGA  
2020

ELABORACIÓN DE UN ZUMO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA), EN EL  
MUNICIPIO DE LOS SANTOS - SANTANDER.

FERNANDO MONROY RONDÓN  
LEANDRO CALDAS LARA

Proyecto de Grado para Optar el Título de Profesional en Producción  
Agroindustrial

DIRECTOR  
DORIS EUGENIA SUAREZ MONSALVE  
Magister en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA.  
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL  
BUCARAMANGA  
2020

## **DEDICATORIA**

A mi Dios todo poderoso quien permite que me pueda levantar cada día y cumplir con mis metas y sentirme vivo todos los días. A mis abuelos quienes desde el cielo me cuidan y me acompañan con su bendición. A mis padres que han sido un gran pilar en mi vida con su apoyo, fortaleciendo mi ser, logrando empoderamiento en mis decisiones siempre respetando mis semejantes. A mis hermanos quienes han creído en mi cada día y que no importando la distancia siempre cuento con su apoyo. A mis demás seres queridos por su paciencia, amor y respeto donde en los momentos que más los he necesitado cuento con su apoyo incondicional.

**Fernanado Monroy Rondon**

## **DEDICATORIA**

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece (Filipenses 4:13). A Papá DIOS doy gracias porque todas las cosas provienen de Él y me da la fuerza y el apoyo para seguir adelante cada día. A mí amada esposa que ha sido mi motor y me ha brindado su apoyo incondicional para superarme y seguir adelante. A mis hijos que me llenan de su amor y son el motivo por el cual me levanto todos los días con el ánimo de emprender en todo lo que hago. A mis padres que siempre han querido lo mejor para mí y siempre me inculcaron la importancia de estudiar y poder crecer cada día como persona. A mis demás seres queridos que siempre me han brindado su apoyo en los momentos más difíciles.

**Leandro Caldas Lara**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos:

A PAPÁ DIOS por darnos la oportunidad de cumplir con esta etapa de nuestras vidas.

A nuestras familias que nos han apoyado incondicionalmente en todo lo que hacemos.

A la Universidad Industrial de Santander (UIS) que nos abrió las puertas y nos orientó para lograr nuestro objetivo de ser profesionales.

A nuestra Directora de Proyecto Doris Eugenia Suarez, por toda su colaboración y apoyo, gracias por guiarnos para lograr la culminación de este proyecto.

Al Ingeniero Iván Darío Porras Coordinador del Programa Agroindustrial por brindarnos su apoyo y motivarnos para seguir adelante.

A la Fundación Guaya canal y su directora Patricia Camargo por el apoyo y asesoría en el desarrollo de esta investigación.

A nuestros docentes durante toda la carrera.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	18
1. DEFINICIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
1.3.1 Objetivo General. ....	23
1.3.2 Objetivos Específicos.....	23
1.3.3 Preguntas de investigación .....	23
1.3.4 Justificación. ....	24
1.3.5 Viabilidad de la investigación. ....	26
1.4 REVISIÓN DE LITERATURA.....	27
1.5 MARCO TEÓRICO .....	40
1.6 MARCO CONCEPTUAL .....	42
1.7 MARCO LEGAL .....	44
2. ESTADO DEL ARTE.....	46
3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	49
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	49
3.2 SISTEMA DE HIPÓTESIS Y VARIABLES O DE PRESUPUESTOS Y CATEGORÍAS DE ANÁLISIS .....	49
3.3 TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	50
3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	50
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN:.....	50
3.6 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	51

3.7 INSTRUMENTO PARA RECOLECTAR LA INFORMACIÓN:.....	51
3.8 MODO DE APLICACIÓN .....	51
3.9 DEFINICIÓN DE POBLACIÓN .....	51
3.10 ALCANCE .....	51
3.11 TIEMPO DE APLICACIÓN.....	52
4. ESTUDIO TÉCNICO .....	53
4.1 METODOLOGÍA .....	53
4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	54
4.3 DIAGRAMA DE LA ELABORACIÓN DEL ZUMO DE NOPAL .....	55
4.3.1 Descripción del proceso de extracción del zumo de nopal .....	55
4.3.1.1 Recepción. ....	55
4.3.1.2 Selección. ....	55
4.3.1.3 Limpieza.....	56
4.3.1.4 Troceado.....	56
4.3.1.5 Escaldado. ....	56
4.3.1.6 Extracción del zumo.....	56
4.3.1.7 Licuado. ....	56
4.3.1.8 Tamizado. ....	56
4.3.1.9 Estandarización. ....	56
4.3.1.10 Homogenización. ....	56
4.3.1.11 Enfriado.....	57
4.3.1.12 Envasado.....	57
4.3.1.13 Almacenado.....	57
4.4 PRUEBAS O TRATAMIENTOS .....	57
4.4.1 Objetivo de las Pruebas.....	57
4.4.2 Tratamiento Uno N01 (Jugo De Nopal Tradicional). ....	57
4.4.3 Tratamiento Dos N02 (Jugo De Nopal Elaborado).....	57
5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	59

5.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL.....	59
5.1.1 Graficas Pruebas Sensoriales.....	59
5.2 RESULTADOS ANÁLISIS DEL LABORATORIO.....	66
6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	68
6.1 RECURSOS HUMANOS .....	68
6.2 PRESUPUESTO.....	68
6.2.1 Descripción de presupuesto.....	68
7. CONCLUSIONES .....	70
8. RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFIA.....	72
ANEXOS.....	82

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Los Santos Santander. ....	22
Figura 2. Los Santos Santander. ....	22
Figura 3. Cladodios.....	30
Figura 4. Diagrama de la elaboración del zumo de nopal.....	55

## LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Grafica 1. Prueba Sensorial Evaluación de Sabor Dulce Tratamiento N01 .....	59
Grafica 2. Prueba Sensorial Evaluación De Sabor Acido Tratamiento N01 .....	60
Grafica 3. Prueba Sensorial Evaluación De Sabor Amargo Tratamiento N01 .....	60
Grafica 4. Prueba Sensorial Evaluación De Textura Viscosa Tratamiento N01 .....	61
Grafica 5. Prueba Sensorial Evaluación de Textura Fibrosa Tratamiento N01 .....	61
Grafica 6. Prueba Sensorial Evaluación De Textura Jugosa Tratamiento N01 .....	62
Grafica 7. Prueba Sensorial Evaluación de Sabor Dulce Tratamiento N02 .....	62
Grafica 8. Prueba Sensorial Evaluación De Sabor Acido Tratamiento N02 .....	63
Grafica 9. Prueba Sensorial Evaluación De Sabor Amargo Tratamiento N02 .....	63
Grafica 10. Prueba Sensorial Evaluación De Textura Viscosa Tratamiento N02 ...	64
Grafica 11. Prueba Sensorial Evaluación De Textura Fibrosa Tratamiento N02 ...	64
Grafica 12. Prueba Sensorial Evaluación De Textura Jugoso Tratamiento N02 .....	65
Grafica 13. Preferencia De Tratamientos .....	65

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores matronales del nopal.....	33
Tabla 2. Cronograma de Actividades.....	54
Tabla 3. Formulación Del Tratamiento Uno N01 1000ml .....	57
Tabla 4. Formulación Tratamiento Dos N02 1000ml.....	58
Tabla 5. Análisis Físicoquímico.....	66
Tabla 6. Análisis Microbiológicos.....	66
Tabla 7. Descripción de presupuesto.....	68

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Resultados de laboratorio.....	82
Anexo B. Ficha técnica .....	84
Anexo C. Formato de evaluación sensorial .....	85
Anexo D. Registro fotográfico .....	86

## RESUMEN

**TITULO:** ELABORACIÓN DE UN ZUMO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA), EN EL MUNICIPIO DE LOS SANTOS - SANTANDER.\*

**AUTORES:** FERNANDO MONROY RONDÓN, LEANDRO CALDAS\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Nopal, Zumo, Penca.

### **DESCRIPCIÓN:**

El interés de las madres cabeza de hogar por el aprovechamiento de los cultivos de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en el municipio de la Mesa de Los Santos y el interés en cuanto al consumo de productos saludables ha llevado a realizar un zumo de nopal (*Opuntia ficus-indica*) bajo los estándares de calidad e inocuidad y que contenga las propiedades organolépticas del nopal (*Opuntia ficus-indica*). El objetivo de este proyecto es la elaboración de un zumo de nopal (*Opuntia ficus-indica*), se realizaron dos preparaciones de bebidas, una de forma tradicional y la otra adicionando un proceso de transformación que permita brindar alternativa novedosa y practica al consumidor. Se elaboró una evaluación sensorial que permitió determinar la aceptabilidad del consumidor frente a dos tratamientos del zumo de nopal (*Opuntia ficus-indica*), esto con el fin de ofrecerles a los consumidores un equilibrio organoléptico agradable de forma natural. Para el cumplimiento de estos objetivos se hizo la evaluación para la recepción de la materia prima y se generó una ficha técnica que permitió estandarizar sus propiedades organolépticas y facilitar su cosecha y recepción, se determinaron las materias primas, ingredientes, aditivos y envases necesarios para la preparación y evaluación de los dos tratamientos. Se realizaron pruebas fisicoquímicas (pH, Acidez, Grados Brix) a la bebida que tuvo mayor aceptación.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Producción Agroindustrial. Directora: Doris Eugenia Suarez. Magister en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad

## ABSTRACT

**TITLE:** PREPARATION OF A NOPAL JUICE (OPUNTIA FICUS-INDICA), IN THE MUNICIPALITY OF LOS SANTOS - SANTANDER.\*

**AUTHORES:** FERNANDO MONROY RONDÓN, LEANDRO CALDAS\*\*

**PALABRAS CLAVE:** nopal, juice, cladode.

### DESCRIPCIÓN:

The interest of mothers who are heads of households in taking advantage of cactus crops (*Opuntia ficus-indica*) in the municipality of Mesa de Los Santos and the interest in the consumption of healthy products has led to a cactus juice (*Opuntia ficus-indica*) under the standards of quality and safety and containing the organoleptic properties of cactus (*Opuntia ficus-indica*). The objective of this project is the elaboration of a nopal juice (*Opuntia ficus-indica*), two beverage preparations will be carried out, one in a traditional way and the other adding a transformation process that allows to provide a novel and practical alternative to the Consumer. A sensory assessment is developed to determine the acceptability of the consumer against two treatments of nopal juice (*Opuntia ficus-indica*), this in order to offer consumers a pleasant organoleptic balance naturally. For the fulfillment of these objectives the evaluation is made for the reception of the raw material and a technical data sheet is generated that allows to standardize its organoleptic properties and facilitate its harvest and reception, the raw materials, ingredients, additives and packaging necessary for the preparation and evaluation of the two treatments. Physicochemical tests (pH, Acidity, Brix Grades) were performed in the SIAMA LTDA laboratory. It is located in race 24 No. 36 - 11, in the city of Bucaramanga to the drink that had greater acceptance.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Institute of Regional Projection and Distance Education. Agro-industrial production. Director: Doris Eugenia Suarez. Master in Integrated Quality Management Systems

## INTRODUCCIÓN

El interés de las madres cabeza de hogar por el aprovechamiento de los cultivos de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en el municipio de la Mesa de Los Santos y el interés en cuanto al consumo de productos saludables ha llevado a realizar un zumo de nopal (*Opuntia ficus-indica*) bajo los estándares de calidad e inocuidad y que contenga las propiedades organolépticas del nopal (*Opuntia ficus-indica*).

El proyecto que se desarrolló fue la elaboración de un zumo de nopal (*Opuntia ficus-indica*) bajo los estándares de calidad e inocuidad aplicables a la producción de alimentos.

El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es un vegetal conocido a nivel mundial por su especie como opuntia ficus, esto indica que pertenece al conjunto de las cactáceas, este vegetal tiene más de 300 especies en las cuales cada uno se caracteriza para diferentes funciones específicas. Estudios fisicoquímicos realizados a la Tuna (*Opuntia ficus-indica*) han indicado la presencia de proteínas, carbohidratos, azúcares reductores como glucosa y fructosa, y de metabolitos secundarios tales como saponinas, en forma de triterpenos y flavonoides, y la ausencia de taninos y alcaloides<sup>1</sup>.

Los nopales pueden ser considerados como una fuente importante de sustancias bioactivas y candidatos excelentes para la preparación de alimentos funcionales y nutraceuticos. Los datos científicos revelan un alto contenido de algunos constituyentes químicos de frutos, cladodios, semillas y flores, que pueden agregar valor a los productos del nopal (*Opuntia ficus-indica*). Adicionalmente, algunos compuestos muestran características promisorias como sustancias promotoras de

---

<sup>1</sup> ORTIZ, Á. V., ASTUDILLO, I. C. P., y GARCÍA, J. M. Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 2013, vol. 15, no. 1, pp. 137-144.

la salud<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta estos antecedentes el objetivo de este proyecto se enfocará en generar un zumo con las propiedades del nopal (*Opuntia ficus-indica*), mediante un proceso de transformación que busque el aprovechamiento de los cultivos que se encuentran en el municipio.

El problema puntual es el desaprovechamiento del Nopal en el municipio de Los Santos, en la elaboración de alimentos con alto contenido nutricional que brinden otras alternativas de consumo saludable en la dieta de la población en el departamento.

La directora de la fundación Guaya canal Patricia Camargo se enfoca en promover el trabajo de madres cabeza de hogar, está implementando el cultivo del nopal como una oportunidad para esta población azotada cada vez más por el acelerado cambio climático, adicional a esto es importante tener en cuenta que existe una alta producción del nopal en el municipio y no se está aprovechando en su mayoría, con este proyecto de investigación se da una alternativa a estas mujeres cabeza de hogar que cuentan con los cultivos, esto con el fin de que las familias puedan encontrar otras alternativas y poder mejorar sus ingresos, podemos decir que estos ingresos se traducen en alimentación y educación, y necesariamente se mejora la condición de la familia.

---

<sup>2</sup> SKINNER y EZRA (Gobierno de Israel). Nopal cactus effect on herpes simplex and influenza A viruse. Israel. Patente internacional, 1993.

# 1. DEFINICIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El principal problema es el desaprovechamiento del Nopal en el municipio de Los Santos, en la elaboración de alimentos con alto contenido nutricional que brinden otras alternativas de consumo saludable en la dieta de la población en el municipio.

En los últimos 10 años, la región de América Latina y el Caribe ha venido experimentando un conjunto de transformaciones demográficas, epidemiológicas y nutricionales, tres procesos de transición complementarios que en el ámbito nutricional han dado lugar a lo que se ha denominado la doble carga de la malnutrición<sup>3-4-5-6</sup>.

La emergente malnutrición, entre muchos factores, también se debe al desabastecimiento de alimentos producido por el creciente cambio climático que ha incrementado las zonas áridas y semiáridas en todo el mundo; solo en Colombia el área cubierta por condiciones áridas es cerca del 10% del territorio colombiano<sup>7</sup>. Esto conlleva a la implementación de cultivos alternativos y con pocas exigencias edafoclimáticas y con alto contenido de nutrientes para los seres humanos, que mediante procesos tecnológicos e industriales generan productos agradables e inocuos.

---

<sup>3</sup> FAO. The double burden of malnutrition: case studies from six developing countries. Rome, 2006.

<sup>4</sup> FREIRE, W., SILVA-JARAMILLO, K., RAMIREZ-LUZURIAGA, M., BELMONT, P., WATERS, W. The double burden of undernutrition and excess body weight in Ecuador. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2014, vol. 100, no. 6, pp. 1636S-43S.

<sup>5</sup> SARMIENTO, O., PARRA, D., GONZÁLEZ, S., GONZÁLEZ-CASANOVA, I., FORERO, A, GARCÍA, J. The dual burden of malnutrition in Colombia. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2014, vol. 100, no. 6, pp. 1628S-35S.

<sup>6</sup> KROKER-LOBOS, M., PEDROZA-TOBIAS, A., PEDRAZA, L., RIVERSA, J. The double burden of undernutrition and excess body weight in Mexico. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2014, vol. 100, no. 6, pp. 1652S–1658S

<sup>7</sup> UNESCO. *Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe: Proyecto Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas de América Latina y el Caribe*, CA-ZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, 2010, no. 25.

En el Mercado de la región no existen productos de bebidas disponibles que se beneficien de las propiedades de la planta, la preparación de un jugo natural es promovida como una fuente rica en vitamina C para esta bebida refrescante.

Teniendo en cuenta estos antecedentes el objetivo de este proyecto se enfocará en generar un producto con las propiedades del nopal (*Opuntia ficus- indica*), mediante un proceso de transformación que busque el aprovechamiento de los cultivos que se encuentran en el municipio.

## **1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

**Delimitación espacial.** La Mesa de Los Santos (en chibcha Xerira, Jerira o Jeridas) es una meseta situada en la cordillera Oriental de Colombia en el Macizo de Santander. Está en jurisdicción del municipio de Los Santos.

Este accidente geográfico se encuentra al oeste del macizo de Santander y al noroeste de esta prolongación donde se encuentra la sierra de Arcabuco, al norte de esta región de la meseta de Arcabuco se encuentra la Mesa de los Santos, con una altura de 1602 metros. La denominación de Mesa de los Santos tiene al parecer su origen en la quebraba los Santos que durante el siglo XIX fue acogida como nombre para la parroquia y se asignó posteriormente al municipio cuando se erigió como tal.

Figura 1. Los Santos Santander.



Fuente: Adaptado de Google Maps

Figura 2. Los Santos Santander.



Fuente: Adaptado de Google Maps

**Delimitación Conceptual.** En la elaboración de la bebida a base de nopal es importante seguir reglas, métodos orientados a cumplir la normatividad vigente al respecto, esto con el fin de obtener los resultados de investigación que se esperan en cuanto a los productos, que se elaboraran de acuerdo a una formulación de tipo investigativo.

**Delimitación Cronológica.** El presente proyecto tiene una fase documental que se ha venido llevando a cabo desde los 2 semestres anteriores. Los ensayos de práctica tendrán una duración de 7 meses y la estandarización del método será de 2 meses.

### **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

**1.3.1 Objetivo General.** Elaborar un zumo a partir de la penca del Nopal (opuntia ficus-indica), como respuesta a un mercado emergente de consumidores saludables.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el procedimiento para la obtención del zumo de Nopal (opuntia ficus-indica) cumpliendo con los parámetros de inocuidad y buenas prácticas de manufactura.
- Realizar una evaluación sensorial de las 2 pruebas piloto del zumo de Nopal (Opuntia ficus-indica) donde se desarrollara el de mayor aceptación de los dos tratamientos elaborados.
- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del zumo de Nopal (opuntia ficus-indica).

#### **1.3.3 Preguntas de investigación**

- ¿Cómo elaborar una bebida a base del zumo del nopal?
- ¿Qué cantidad de materia prima se necesita para la elaboración de una bebida a base del zumo del nopal?
- ¿Qué ingredientes y procedimientos se utilizarán para mantener en buenas condiciones el zumo de nopal?
- Según los resultados de las pruebas sensoriales, ¿la bebida será del agrado del consumidor?
- Cuales normas rigen para la elaboración del zumo.

**1.3.4 Justificación.** Uno de los cinco objetivos estratégicos de la FAO es combatir la malnutrición por la ingesta de alimentos y bebidas con alto contenido calórico que impiden el sano desarrollo de las personas, bajo esta premisa, se hace necesario zumos funcionales y sensorialmente apetecibles de origen vegetal, mediante un proyecto en modalidad de investigación que permita caracterizar, formular y estandarizar su proceso de producción. Se tomará como base el Nopal (*Opuntia ficus-indica*) que es un género de plantas de la familia de las cactáceas, una planta noble, de cultivo no exigente nutricionalmente y poca exigencia de agua; abundante en calcio, potasio, fósforo, sodio, y también contiene, en varias proporciones, diferentes glúcidos o carbohidratos y componentes nitrogenados<sup>8</sup>.

El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es rico en fibras, vitaminas (A, B, B2, C y K), riboflavina, vitamina B6, clorofila y proteínas<sup>9</sup>. Diversos estudios muestran lo valioso que es el nopal para apoyar a la salud al ser una fuente de nutrientes que apoyan al sistema inmunológico, glandular, nervioso, circulatorio, respiratorio y digestivo<sup>10</sup>. Es por esto que para las condiciones en el municipio de los Santos este cultivo pasa de ser alternativo a ser una siembra estratégica, auto sostenible en cuanto al cuidado; lo que resulta ser beneficioso de acuerdo a su contextualización geográfica ya que en dicha zona no se ubican afluentes cercanos para la hidratación de cultivos tradicionales.

Los nopales pueden ser considerados como una fuente importante de sustancias bioactivas y candidatos excelentes para la preparación de alimentos funcionales y nutraceuticos. Los datos científicos revelan un alto contenido de algunos constituyentes químicos de frutos, cladodios, semillas y flores, que pueden agregar valor a los productos del nopal (*Opuntia ficus-indica*). Adicionalmente, algunos

---

<sup>8</sup> RODRÍGUEZ, Edwar. *Plan para la Internacionalización del Nopal producido en la Mesa de los Santos Santander*. [Tesis de grado]. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás, Facultad de Negocios Internacionales, 2016.

<sup>9</sup> *Ibíd.*

<sup>10</sup> LÓPEZ, D. *Los Beneficios del Nopal*. [En línea]. Las Plantas Curativas de Dios, 2013. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en <https://lpcdedios.wordpress.com/2013/11/22/los-beneficios-del-nopal/>

compuestos muestran características promisorias como sustancias promotoras de la salud<sup>11</sup>.

Las distintas especies de nopales tienen características comunes y diversas a la vez. Su capacidad para resistir altas temperaturas y períodos prolongados de sequía las hace especialmente atractivas para las zonas áridas y semiáridas. Algunas especies son ampliamente utilizadas para producción de fruta, por la calidad de la misma; es el caso de *Opuntia ficus-indica*<sup>12</sup>.

El Nopal puede ser utilizado tanto como elemento fresco como en materia prima para la elaboración de productos de la dieta diaria, tales como jugos, licor, harina para panificación, pastas, bizcochos, galletas, entre otros y mejorar la seguridad alimentaria, respondiendo así a las demandas de los mercados emergentes que con sus tendencias nutricionales requieren dejar atrás la alimentación tradicional.

En México el jugo de nopal (*Opuntia ficus-indica*) es producido por una empresa que lo mezcla con jugo de guayaba y lo comercializa en el mercado nacional y de exportación. Además, se encuentra en el mercado un producto denominado «agua de nopal (*Opuntia ficus-indica*)», bebida elaborada con jugo de nopal y azúcar. El jugo de nopal que se elabora en México. Su aparición es interesante ya que el mercado de los jugos, ya sea de frutas o de hortalizas se encuentra constantemente en búsqueda de sabores nuevos y que aporten beneficios a la salud. El nopal (*Opuntia ficus-indica*) aporta fibra soluble, minerales y contiene pocos azúcares por lo que su consumo es aconsejable en el caso de algunas enfermedades humanas o por aspectos de salud<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> SKINNER y EZRA (Gobierno de Israel). Nopal cactus effect on herpes simplex and influenza A viruse. Israel. Patente internacional, 1993.

<sup>12</sup> SÁENZ, Camila. Capítulo 5: Uso de los cladodios del nopal en productos alimenticios. En: *Utilización agroindustrial del nopal*. Roma: FAO, 2006, Boletín de Servicios Agrícolas no. 162. (.)

<sup>13</sup> SÁENZ, Camila. *Utilización agroindustrial del nopal*. Roma: FAO, 2006, Boletín de Servicios Agrícolas no. 162.

En el Cañón del Chicamocha y el Alto Sogamoso del departamento de Santander, habitan unas de las comunidades campesinas más pobres del país. Siglos de tabaco, aparcería, deforestación y machismo han generado pobreza. Pensando en aportar a la solución de esta problemática la Fundación Guayacanal opera en función de las mujeres campesinas del municipio de los Santos, se ha interesado en mantener un programa social con énfasis en la soberanía alimentaria, que apunta a la sostenibilidad del medio ambiente y con el cual se hace un aporte importante a la equidad de género y a la autonomía de la Mujer. Soportado en la producción con especies vegetales (NOPAL (*Opuntia ficus-indica*)), y animales adaptadas a condiciones extremas de suelo y clima, haciendo que las comunidades rurales de la zona piensen no solo como productores sino también como empresarios, ya que ahora ellos producen, procesan, se autoabastecen y venden.

La ejecución del proyecto ayudará a los consumidores para que tengan otras alternativas alimenticias en su diario vivir al generar una que aporte contenido nutricional, siendo asequible al consumidor promedio, incursionando en el mercado saludable apalancando la transformación de la región y ayudando a la sostenibilidad del planeta a través de la recuperación del suelo. Apoyándonos en la Fundación GUAYACANAL quienes son una organización que desde 1992 trabaja en la gestión del ambiente y del territorio, asumiendo el reto de crear nuevos enfoques y nuevas respuestas a los conflictos y las necesidades de la sociedad colombiana y latinoamericana, unidos por el interés en aportar desde una ecología aplicada e incluyente desde distintos sectores y ámbitos tanto urbanos como rurales.

**1.3.5 Viabilidad de la investigación.** Los nopales son ahora parte del entorno natural y de los sistemas agrícolas y se considera que *O. ficus-indica* es la cactácea de mayor valor económico en el mundo<sup>14</sup>. Los usos tradicionales y populares del nopal presentan un amplio rango entre países y sus múltiples aplicaciones han

---

<sup>14</sup> KIESLING, R. Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 1999, vol. 3, pp. 50–59.

encendido la imaginación de agricultores, ganaderos y de la comunidad científica. Una bebida a base de la penca del nopal podría convertirse en productos innovadores y líderes de la región debido a que no existe un producto que reúna las características de natural, refrescante y saludable para el departamento de Santander. Dadas las características morfológicas y fisiológicas que presenta esta planta, esta se hace óptima para ser cultivada en la región de La Mesa de Los Santos ya que le permiten soportar condiciones ambientales de altas y bajas temperaturas en zonas áridas y semiáridas, ofreciendo una oportunidad de modelo de negocio para las mujeres cabeza de hogar del municipio de la Mesa de Los Santos.

#### 1.4 REVISIÓN DE LITERATURA

El zumo es un término que realizó un largo recorrido etimológico hasta llegar a nuestra lengua. Su origen se encuentra en el idioma griego y de allí pasó al árabe como zūm. Luego, en el árabe hispánico, se transformó en zúm. Se llama zumo al jugo que se obtiene al exprimir, machacar o desmenuzar una fruta, una flor o una hoja. Se trata, por lo tanto, de un líquido. Lo habitual es que el zumo se obtenga a partir de algún mecanismo de presión. Pueden desarrollarse, de todos modos, distintos procesos previos, como una cocción. Pero el zumo es aquello que se consigue al presionar de cierta forma el producto en cuestión.

El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es la cactácea que posee la mayor importancia agronómica a nivel mundial, debido no solamente a sus deliciosos frutos, sino también a sus cladodios, los cuales son usados maduros como forraje o para consumo humano cuando son tiernos<sup>15-16-17</sup>. El nopal una especie suculenta tolerante a sequía, puede producir >20 ton ha<sup>-1</sup> de MS y proveer 180ton ha<sup>-1</sup> ano-

---

<sup>15</sup> ALKÄMPER, J. Chancen und Risiken im Anbau und in der Nutzung von Opuntien. *Giessener Beitr, Entwicklungsforsch*, 1984, vol. 11, pp. 9–14.

<sup>16</sup> KIESLING, Óp. Cit.

<sup>17</sup> CASAS, A. y BARBERA, G. *Mesoamerican domestication and diffusion*. Berkeley, USA: University of California, Press. P.S. Nobel, (ed.). *Cacti: Biology and uses*, 2002, pp.143–162.

1 de agua almacenada en sus cladodios, representando una opción efectiva en costos de proveer agua a los animales<sup>18</sup>. Sin embargo, el potencial del nopal permanece insuficientemente explotado.

El calentamiento global, el cambio climático y el aumento de la población humana y animal requieren del uso más eficiente de los sistemas de zonas secas. Se requieren cultivos perennes con mayor productividad por unidad de área para proteger los pastizales naturales de la degradación. El nopal encaja bien en este escenario, con una productividad 60-75 veces mayor que los pastizales naturales. El cultivo intensivo en áreas pequeñas aliviaría la presión sobre los recursos naturales de los pastizales, reduciendo su degradación. Al mismo tiempo más productos (carne y leche) producidos por animales alimentados con nopal pueden aliviar el hambre, incrementando la seguridad alimentaria y la resiliencia de las poblaciones viviendo en las zonas áridas según<sup>19</sup>.

En el marco de los cambios ambientales que ocasionan la degradación de los suelos Deforestados, las cactáceas han jugado un papel ecológico decisivo al frenar la afectación del suelo. Otro de los cambios ambientales que afectan al planeta, es el incremento global de CO<sub>2</sub>, originado entre otras cosas, por la creciente deforestación, lo que incide en los principales ecosistemas del mundo. Ante el grado de perturbación ambiental, el nopal puede ser una alternativa potencial para captar parte del incremento de CO<sub>2</sub> y, vale la pena mencionar, es una de las pocas especies que tiene éxito en superficies deterioradas.

Se conocen así 300 especies del género *Opuntia*, sin embargo, hay solo 10 o 112 especies hasta ahora utilizadas por el hombre, ya sea para producción de fruta y nopalitos, para la alimentación humana, forraje, y cochinilla para obtención de colorante. Entre ellas se encuentran como especies cultivadas para producción de

---

<sup>18</sup> DUBEUX, Jr, J.C.B., DOS SANTOS, M.V.F., DE MELLO, A.C.L., DA CUNHA, M.V., FERREIRA, M. de A., DOS SANTOS, D.C., LIRA, M. de A. & SILVA, M. da C. Forage potential of cacti on drylands. *Acta Hortic.*, 2015, vol. 1067, pp. 181–186.

<sup>19</sup> SÁENZ, Óp. Cit.

fruta: (*Opuntia ficus-indica*), *O. amyclaea*, *O. xonocostle*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*, como especies silvestres<sup>20</sup>.

Son numerosos los países en el mundo en los que se cosechan estas plantas, ya sean cultivadas o silvestres. *Barbera*<sup>21</sup>, señala que la mayor superficie se encuentra en México, con cerca de 50,000 hectáreas para la producción de fruta; según datos de *Flores*<sup>22</sup>, habría actualmente alrededor de 72,000 hectáreas para producción de fruta y 10,500 hectáreas para producción de nopalitos, sin considerar las nopaleras silvestres que ocuparían varios millones de hectáreas. Según *Barbera (1999)*, en Perú se contaría con aproximadamente 35,000 hectáreas silvestres dedicadas en su mayoría a la cochinilla. En Brasil, existiría cerca de 40,000 hectáreas destinadas a forraje, Italia contaría con 25,000 hectáreas para producción de fruta y Chile cerca de 1100 hectáreas.

**Taxonomía.** El nopal pertenece a la familia de las Cactáceas, comúnmente conocidas como cactáceas o cactus. Las cactáceas son plantas que caracterizan los paisajes mexicanos, se distribuyen principalmente en las zonas áridas aunque una gran diversidad de especies se encuentra en las zonas tropicales, subtropicales y templadas. En México se encontró el mayor número de géneros y especies de toda América, vale la pena mencionar que de las 1,600 especies de cactáceas que forman esta familia, en México habitan 1088. En México se le llama nopal a varias especies del género “*Opuntia*” de la familia “Cactácea” (Ríos y Quintana, 2004; Granados y Castañeda, 2003). Bravo, (1978), Ríos y Quintana, (2004) dividen a los nopales en 2 géneros *Opuntia* y *Nopalea*.

---

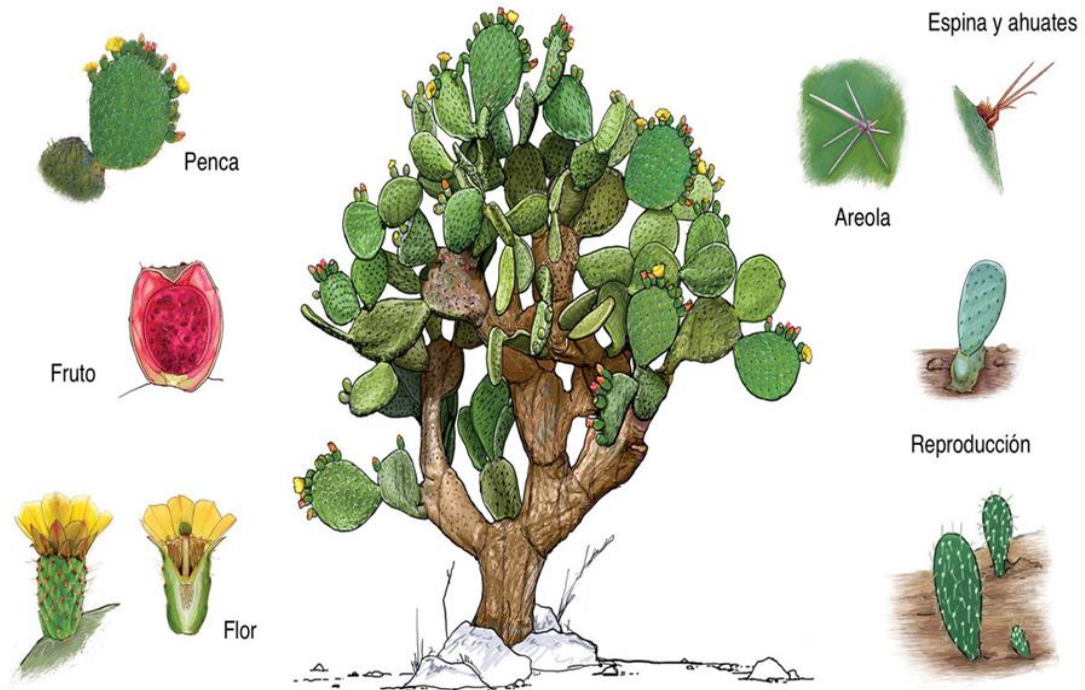
<sup>20</sup> RODRÍGUEZ, Óp. Cit.

<sup>21</sup> BARBERA, G. Historia e importancia económica y agroecológica. En: BARBERA, G. INGLESE, P. y PIMIENTA, E. (eds.). *Agroecología, cultivo y usos del nopal*. Roma: Estudio FAO Producción y Protección Vegetal, 1999, no. 132, pp. 1-12.

<sup>22</sup> FLORES-VALDEZ, C. A. Producción, industrialización y comercialización de Nopalitos. En: BARBERA, G. INGLESE, P. y PIMIENTA, E. (eds.). *Agroecología, cultivo y usos del nopal*. Roma: Estudio FAO Producción y Protección Vegetal, 1999, no. 132, pp. 97-105.

## Cladodios

Figura 3. Cladodios.



Adaptado de Arqueología mexicana (s.f.) Las partes del nopal Recuperado de: <https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/las-partes-del-nopal>).

Los cladodios transforman la luz en energía química a través de la fotosíntesis, estos recubiertos por una cutícula del tipo lipídica, interrumpida por la presencia de los estomas mismas que permanecen cerrados durante el día. La cutícula del cladodio evita la deshidratación provocada por las altas temperaturas del verano. La hidratación normal del cladodio alcanza hasta un 95% de agua en peso<sup>23-24</sup>. Becerra<sup>25</sup> determinó que los cladodios puestos en un medio de enraizamiento, orientados norte-sur, emitieron mayor cantidad de raíces que los orientados este-oeste.

<sup>23</sup> RÍOS, R. J. y QUINTANA M. V. *Manejo General del Cultivo del Nopal: Manual del Participante*. [En línea]. Colegio de Postgraduados y Secretaría de la Reforma Agraria, 2004. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en: [http://www.sra.gob.mx/internet/informacion\\_general/programas/fondo\\_tierras/manuales/Manejo\\_general\\_culti vo\\_Nopal.pdf](http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/Manejo_general_culti vo_Nopal.pdf).

<sup>24</sup> BORREGO, E. y BURGOS, V. *El Nopal*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 1986, 227 p.

<sup>25</sup> BECERRA, R. S. *Eficiencia fotosintética del nopal Opuntia spp. en relación con su orientación con sus cladodios*. [Tesis de maestría]. México: Colegio de posgraduados de Chapingo, 1975.

**La raíz.** El sistema radical del nopal es muy extenso y superficial, alcanzando una profundidad cercana a los 80cm, pero se extiende horizontalmente por varios metros. Es un sistema densamente ramificado, rico en raíces finas absorbentes y superficiales<sup>26-27</sup>.

**El tallo.** Los nopales presentan numerosos tallos modificados denominados cladodios (conocidos vulgarmente como “paletas” o “pencas”). Los cladodios tienen forma ovoide, elíptica u oblonga, alcanzan una longitud de 33-60cm y 18-25cm de ancho; son aplanados, con un grosor de 1,8-2,3cm; color verde pálido a oscuro, con o 16 sin espinas dependiendo la variedad. Los tallos se lignifican con el tiempo y pueden llegar a transformarse en verdaderos tallos leñosos, agrietados, de color ocre blanquizco o grisáceo<sup>28</sup>.

**Las pencas.** Estas son de color verde opaco, se realiza fotosíntesis, pues éstas remplazan a las hojas con esa función. Se encuentran protegidas por una cutícula gruesa que, en ocasiones, está cubierta de cera o pelos que disminuyen la pérdida de agua, ya que poseen abundante parénquima. En este tejido, se almacenan considerables cantidades de agua, lo que permite a las plantas soportar largos periodos de sequía. Cabe destacar, el papel de los mucílagos (hidrocoloides presentes en este tejido) que tienen la capacidad de retener el agua<sup>29</sup>.

**Corteza y médula.** La epidermis constituye la capa más externa de células en el cuerpo de los cactus, es una capa protectora continua con pequeños huecos llamados estomas. Debajo de la epidermis está el colénquima, que constituye el tejido entre el hipodermo y el anillo de los haces vasculares. La colénquima de *Opunia* es grueso y succulento y consiste en una corteza primaria formada por una

---

<sup>26</sup> SUDZUKI, F. Anatomía y morfología. En: BARBERA, G. INGLESE, P. y PIMIENTA, E. (eds.). *Agroecología, cultivo y usos del nopal*. Roma: Estudio FAO Producción y Protección Vegetal, 1999, no. 132, pp. 29-36.

<sup>27</sup> SÁENZ, Óp. Cit.

<sup>28</sup> *Ibíd.*

<sup>29</sup> NOBEL, P., CAVELIER, J. y ANDRADE, J. L. Mucilage in cacti: its apoplastic capacitance, associated solutes, and influence on tissue water relations. *Journal of Experimental Botany*, 1992, vol. 43, no. 250, pp. 641-648.

masa homogénea de células de parénquima; contiene clorofila en la parte externa y está arreglada en hileras radicales largas para formar una clorénquima de empalizada prominente, similar a la de la palizada de una hoja. Las partes verdes (clorénquima) y blanca (parénquima) contienen idioblastos conteniendo mucílago o cristales más pequeños que los de las células epidermales. Mientras que la parte verde, que contiene los cloroplastos, tiene la función principal de foto sintetizar; la parte blanca, es más que una simple bolsa almacenadora de agua, ya que allí se producen las hormonas, alcaloides y otros compuestos formados durante el metabolismo de la planta<sup>30</sup>.

**Mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*).** Los nopales contienen sustancias viscosas generalmente conocidas como mucílago o hidrocoloide, que está constituido por carbohidratos de alto peso molecular. Dicho mucílago contiene principalmente dos polímeros naturales orgánicos: amilasa (polímero de la glucosa con unión 1-4 de tipo  $\alpha$  consigo misma) y amilopectina (polímero también de glucosa, pero con uniones 1-6). La amilasa se encuentra formando una cadena helicoidal que en solución, tiene la capacidad de formar películas delgadas que al secar, presentan alta rigidez. Según *Masschelein-Kleiner*<sup>31</sup>, la amilopectina como todo compuesto de alto peso molecular, presenta viscosidad elevada en estado puro, pero es altamente soluble en agua. Combinadas y encontrándose en solución acuosa, ambas pueden formar capas con diferentes propiedades mecánicas, éstas características de cohesión se han aprovechado para unir diferentes materiales. De ésta manera, encontrándose en solución acuosa, ofrecerá a cualquier concentración diferente de cero, ciertas características de cohesión

**Importancia del cultivo.** La importancia del cultivo del nopal, comienza por su valor nutricional

---

<sup>30</sup> MAUSETH, J.D. Effect of growth rate, morphogenic activity and phylogeny on shoot apical ultrastructure in *Opuntia polyacantha* (Cactaceae). *American Journal of Botany*, 1984, vol. 71, pp. 1283–1292.

<sup>31</sup> MASSCHELEIN-KLEINER, L. Ancient Binding Media, Varnishes and Adhesives, ICCROM, 1995.

Tabla 1. Valores matronales del nopal

Proporción comestible	78.00%
Ácido ascórbico	8.00 mg
Niacina	0.03 mg
Riboflavina	0.06 mg
Tiamina	0.03 mg
Fierro	1.60 mg
Calcio	93.00 g
Carbohidratos	5.60 g
Grasas	0.30 g
Proteínas	0.17 g
Energía	27.00 Kcal

Fuente: Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT, 2007; De la Rosa – Santana.

Existen varios productos manufacturados disponibles en el mercado de los nutraceuticos beneficiándose de las propiedades Medicinales de la planta de nopal. Los frutos son procesados para preparar dulces, jarabes, mermeladas y jaleas. El jugo de la tuna puede ser usado para curar resacas. El jugo natural de la tuna es promovido como una bebida refrescante rica en vitamina C, flavonoides y antioxidantes, así como un agente antienviejecedor antiinflamatorio. Es también considerado para promover la salud celular y desintoxicar el cuerpo. Existe potencial para continuar explotando las propiedades funcionales de los productos del nopal en la industria alimentaria, de los cosméticos y farmacéuticos, pero se requiere más investigación en estos campos<sup>32</sup>.

**Geo-referenciación.** México es el mayor productor de tuna, obteniendo aproximadamente el 80% de la producción mundial estimada en 500 000 ton. Italia con el 12.2% es el segundo productor, y Sudáfrica con el 3.7% ocupa el tercer lugar. Estos tres países en conjunto aportan el 96% de la producción mundial de tuna. El

---

<sup>32</sup> SÁENZ, Óp. Cit.

rendimiento promedio varía enormemente; desde 6.5 t ha<sup>-1</sup><sup>33</sup> en México hasta 20 ton ha<sup>-1</sup> en Italia y 25 ton ha<sup>-1</sup> en Estados Unidos de América e Israel.

En Colombia históricamente no se le ha dado una mayor importancia al Nopal (*Opuntia ficus-índica*) como cultivo. Pero en el departamento de Santander, más específicamente en el municipio de Los Santos, se presentan pequeños cultivos con el propósito de aprovechar los terrenos áridos en condiciones de alta sequía. De ahí la necesidad de buscar técnicas que optimicen la propagación del Nopal, para disminuir costos en cladodios y transporte, promoviendo de esta manera aún más la intensión de que este se vuelva un cultivo a gran escala a lo largo del municipio, aprovechando los terrenos que no sean aptos para otro tipo de cultivos.

**Requerimientos agros climáticos del cultivo.** De la Rosa y Santana<sup>34</sup>, y Barrientos<sup>35</sup> citan que el nopal es una planta que habita en zonas áridas, y al igual que en todas las plantas que viven en este medio, el nopal ha generado mecanismos para optimizar los recursos hídricos y soportar las inclemencias del medio ambiente que prevalece en estos lugares, a pesar de esto es necesario proporcionarle condiciones adecuadas para su producción, principalmente en lo que se refiere al agua y a las temperaturas. Se requiere una temperatura media anual de 16-28°C; aunque también soporta una mínima de 10°C sin bajar, ya que debajo de 10°C ocasiona quemaduras en los brotes tiernos e inhiben el desarrollo general de la planta y una máxima de 35°C sin llegar a los 40°C durante la brotación, ya que bajo esta condición se ve afectado el desarrollo general de la planta. En cuanto a la precipitación pluvial De la Rosa y Santana<sup>36</sup>, dicen que el nopal se adapta a condiciones que van desde zonas con muy escasa precipitación pluvial, hasta con

---

<sup>33</sup> GARCÍA, J., HERNÁNDEZ, I., TARANGO, L., TORRES, M., BECERRA, J., PASTOR, F., MARTÍNEZ, O., VALVERDE, A., GARCÍA, J., ESPINOZA, A., CEDILLO, I., AMENTE, A., RÖSSEL, D. & TISCAREÑO, A. Programa Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología en el Estado de San Luis Potosí Etapa II Caracterización de la cadena agroalimentaria del nopal tunero e identificación de sus demandas tecnológicas. San Luis Potosí, México: Colegio de postgraduados, Campus San Luis Potosí, Fundación Produce, 2003.

<sup>34</sup> DE LA ROSA y SANTANA, A. *El cultivo del nopal (Opuntia spp), diferentes usos agronómicos y costos de producción*. México: Memoria Chapingo, 1992, p. 153.

<sup>35</sup> BARRIENTOS, P. F. *El Nopal (Opuntia spp) su mejoramiento y utilización en México*. 1983.

<sup>36</sup> DE LA ROSA y SANTANA, Óp. Cit.

condiciones hídricas bastante elevadas, se puede decir que se adapta bien en lugares que presentan precipitaciones desde los 150 a 1800 mm anuales bien distribuidos. Sin embargo Ríos y Quintana<sup>37</sup>, citan que la precipitación puede oscilar entre los 300 y 700 mm de lluvia anual. De la Rosa y Santana<sup>38</sup>, encontraron que observando la tendencia de la precipitación y la temperatura en relación con la producción de brotes, se encontró que el factor responsable de las variaciones de la emisión de nopalitas es la temperatura y no la humedad, ya que existe un ascenso en la producción asociado con el aumento de la temperatura, así como, se presenta un descenso de la emisión de brotes asociado con el descenso de la temperatura.

Ríos y Quintana<sup>39</sup>, respecto a la topografía, mencionan que el nopal prospera en laderas, terrenos planos y valles. Las plantaciones más grandes de esta especie se encuentran en laderas al sur de la ciudad de México y norte del estado de Morelos, a una altitud, desde los 800 hasta los 2600 msnm. Pero según De la rosa y Santana<sup>40</sup>, encontraron que la altitud puede ser desde los 800 m hasta los 1800 msnm. Y que los nopales se desarrollan en suelos volcánicos pero prosperan bien en los calcáreos de textura franca: suelos franco-arenosos, franco-areno-arcillosos y arenas francas; con un pH de 6.5 a 8.5.

Recientemente ha sido muy popular el consumo de nopales licuados con alguna fruta como medida para bajar de peso o para personas que padecen ciertas enfermedades que más adelante se describirán. El único problema de esto es que a muchas personas les es un poco desagradable el mucílago o baba, ya que al hacer el licuado se queda ahí. El polvo de nopal o nopal deshidratado, ha venido a ofrecer una solución para este inconveniente. Para evitar la baba del nopal se congela o se cuele, se recomienda también ajo, bicarbonato, cáscara de tomate, hoja de maíz, jugo de limón, ceniza o piedra volcánica en el agua.

---

<sup>37</sup> RÍOS y QUINTANA, Óp. Cit.

<sup>38</sup> DE LA ROSA y SANTANA, Óp. Cit.

<sup>39</sup> RÍOS y QUINTANA, Óp. Cit.

<sup>40</sup> DE LA ROSA y SANTANA, Óp. Cit.

**Jugo concentrado de nopal.** Las características del jugo se nombran a continuación: este producto se comercializa pasteurizado, o esterilizado con calor y el producto debe refrigerarse una vez abierto. Los concentrados generalmente se venden para ser mezclados con agua o con el jugo de alguna fruta, se utiliza en ocasiones el extracto de semilla de toronja como conservador. El producto se realiza con (*Opuntia ficus-indica*) y existen concentrados en el mercado que son 100% orgánicos, se comercia en presentaciones de tambores de 100lt para re envasado o para otros procesos industriales que se le puedan dar al producto<sup>41</sup>.

**Polvo de nopal.** Para la elaboración del polvo se debe utilizar la variedad *Ficus Indica* y se requiere que tenga alto contenido de nutrientes, minerales y fibras para que el resultado sea un producto de calidad y que pueda destinarse a diversas aplicaciones donde se dé el resultado deseado. El proceso de deshidratación varía de procesadora a procesadora. Algunos secan los nopales en pisos de concreto, otros en el piso pero situando un cubre suelo para que el producto no esté en contacto directo con éste; algunos emplean sitios donde se realizan otros procesos, otros cultivos y otros productos, por lo que existe el riesgo de contaminación cruzada. Existen también procesos de deshidratación solar (Exposición directa del producto al sol, con o sin mallas sombra) y otros que lo deshidratan al emplear calor directo al nopal por diversos medios, entre los que cuales están los hornos o métodos más artesanales. El polvo de nopal se ha convertido en una de las formas principales para consumir nopal en muchos países del mundo y no sólo se utiliza en la industria de alimentos, sino también en la de cosméticos y en la de salud como insumo para la elaboración de derivados o subproductos<sup>42</sup>.

---

<sup>41</sup> LAZCANO, M.; JARAMILLO, M.G.; NAVARRO, A.R; Y GONZALES, F. *Elaboración de bebida refrescante para diabéticos*. [En línea]. Guanajuato, México: Universidad de Guanajuato, XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2010. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en [http://respyn2.uanl.mx/especiales/2010/ee-092010/documentos/desarrollo\\_nuevos\\_productos/DPN56.pdf](http://respyn2.uanl.mx/especiales/2010/ee-092010/documentos/desarrollo_nuevos_productos/DPN56.pdf)

<sup>42</sup> *Ibíd.*

**En el año 2010, en México, en la Ciudad de Guanajuato se celebró el XII CONGRESO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS donde se dio a conocer el desarrollo de una bebida refrescante para diabéticos a base de nopal:** El Nopal es un vegetal cuya existencia se encuentra en todo el territorio mexicano, inclusive sin necesidad de cultivo, se da de manera silvestre en temporada. Contrariamente a su escasa difusión como producto alimenticio, el nopal resulta ser un producto altamente nutritivo, rico en proteínas, vitaminas, minerales y fibra soluble. Se ha subestimado su potencial alimentario y su poder económico como alternativa de negocio, como contra propuesta se realizó la elaboración de diferentes productos derivados a base de nopal. Será una alternativa viable para la producción de nopal mexicano.

Una alternativa será la elaboración de una bebida a base de nopal de fácil obtención y que pueda ser factible para personas diabéticas. Se trabajó con pequeñas muestras de 2 a 3 kilos de nopal, se eliminan las espinas con cuchillo, se corta en proporciones pequeñas, se lava con bicarbonato y enjuaga al chorro de agua no purificada dejando escurrir 5 minutos, se repite el proceso de 3 a 5 veces dependiendo de qué tan sucia de origen se encuentre. La muestra se muele hasta tener una solución homogénea que se utiliza como base de la bebida, se agregan los ingredientes y se preparan 2 diferentes formulaciones, las cuales se les realiza la evaluación sensorial determinando el agrado de la bebida en diabéticos. Como no establecieron diferencia se modifica la formulación con fibra y filtrada. Se le determinan el análisis proximal a los 15, 30 y 45 días, además del microbiológico. Los resultados sensoriales muestran que el diabético no distingue la bebida con agua purificada y mineral, existiendo diferencia en composición química para la bebida mineral con fibra y filtrada. El proximal como el microbiológico registra que las 4 formulaciones son estables a 45 días, higiénicamente preparadas y no significativamente diferentes en composición, prefiriendo nutricionalmente la bebida con agua mineral y fibra.

**En el año 2015 en México, en la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO se realizó la Elaboración de una bebida con potencial hipoglucemiante a partir de nopal y tuna blanca (Opuntia ficus-indica):** La Diabetes Mellitus es uno de los desafíos más grandes que se presenta actualmente, ya que la cifra de pacientes va en aumento, las personas con este síndrome padecen serias complicaciones en el organismo, no se lleva un control definido y los tratamientos son caros. Desde tiempos prehispánicos en México se consume el nopal y su fruto (tuna) ya que se encuentra ampliamente distribuido en todo el territorio Nacional. Por esta razón el presente trabajo de investigación pretende cuantificar el potencial hipoglucemiante (fenoles, flavonoides y fructosa) en el extracto de nopal y tuna blanca (Opuntia ficus- indica) utilizando dos métodos de extracción (extractor centrífugo y método de nutribullet) y realizando diferentes formulaciones (75T-25N, 50T-50N, 25T-75N, 100T, 100N) para determinar la más adecuada para la elaboración de una bebida con posible efecto hipoglucemiante.

Los resultados obtenidos en cuanto a las sustancias hipoglucemiantes, analizando los métodos aplicados para obtener el extracto de nopal y tuna blanca, muestran mayor contenido en nutribullet; en relación a las formulaciones establecidas se encontró mejor concentración de sustancias hipoglucemiantes en la formulación 50T-50N, la cual se establece para la elaboración de una bebida con posible efecto hipoglucemiante, que pretende ser una alternativa más para el control de Diabetes Mellitus tipo 2. En base a los resultados el contenido de sustancias hipoglucemiantes es afectado por el método de extracción y por las formulaciones establecidas, ya que el contenido de sustancias hipoglucemiantes varía de acuerdo al contenido de nopal y fruto (tuna blanca), además que también podría afectar: el cultivo, corte, maduración, estrés y procedencia del material vegetativo.

**En el año 2017, un estudio en la UNIVERSIDAD DE LA SALLE en la ciudad de Bogotá se realizó una evaluación del mucilago del nopal como agente estabilizante en néctar de maracuyá (Passiflora edulis).** El trabajo tuvo como

objetivo evaluar el mucílago del nopal (*Opuntia ficus-indica*) como agente estabilizante en un néctar de maracuyá (*Passiflora edulis*) y así conocer que propiedades reológicas, físico-químicas y sensoriales aportadas por el mucílago con el fin de mejorar la estabilidad en el néctar. Para lograr este objetivo, se realizó una extracción del mucílago de nopal utilizando el deshidratado en frío (liofilización) obteniendo un rendimiento de 1,96%; seguido de la elaboración del néctar de maracuyá cuyo rendimiento de la pulpa fue de 26%. Una vez obtenidos, se mezcló el mucílago con el néctar a temperatura ambiente variando la concentración de mucílago de nopal y manteniendo el mismo volumen de néctar (p/v). Se observó, que a medida que la concentración aumentaba, había diferencia entre las muestras con respecto al pH aumentándolo significativamente; en cuanto al porcentaje de acidez este estuvo disminuyendo, por lo tanto, no se observaron diferencias significativas en los sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Bx}$ ). El color entre las muestras varió dependiendo de la concentración de mucílago de nopal utilizado y se identificó tendencia en las coordenadas espaciales de color hacia los rojos/azules donde la menor luminosidad la obtuvo la muestra con mayor concentración de mucílago de nopal. La separación de las fases sólido-líquido entre las muestras fue disminuyendo a medida que fue aumentando la concentración de mucílago; no se presentaron problemas en la integración de las partículas una vez estas se agitaron. El mucílago de nopal mostró comportamiento no-newtoniano y el néctar con mucílago de nopal como un fluido de tipo pseudoplástico. Para la prueba sensorial se eligió la muestra de mayor concentración de mucílago de nopal, debido a que presentó las mejores cualidades reológicas. Esta muestra fue evaluada contra una muestra de néctar de origen natural y una muestra de origen comercial con un estabilizante diferente al mucílago. Los panelistas fueron catadores no entrenados escogidos al azar, los cuales calificaron al néctar de maracuyá con mucílago de nopal como el mejor en los atributos de textura y sabor, pero el menor en el atributo de olor debido a la no presencia de éste al ser evaluado<sup>43</sup>.

---

<sup>43</sup> RODRÍGUEZ, Cristina. *Evaluación del mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica) como agente estabilizante en néctar de maracuyá (Passiflora edulis)*. [Tesis de grado]. Bogotá: Universidad de La Salle, Programa de Ingeniería de Alimentos, 2017.

## 1.5 MARCO TEÓRICO

El nopal (*Opuntia ficus-indica*). Los nopales son originarios de América y hoy día se encuentran en una gran variedad de condiciones agroclimáticas, en forma silvestre o cultivada. Dichas plantas, pertenecen a la familia Cactácea. La taxonomía de los nopales es sumamente compleja debido a múltiples razones, entre otras, porque sus fenotipos presentan gran variabilidad según las condiciones ambientales, además, se encuentran frecuentemente casos de poliploidía (fenómeno por el cual se originan células), se reproducen en forma sexual o asexual y existen numerosos híbridos interespecíficos.

El género *Opuntia* fue asignado por Tournefort<sup>44</sup> por su semejanza con una planta espinosa que crecía en el poblado de Opus en Grecia. Esta especie, una vez introducida en España desde México, se distribuyó por toda la cuenca del Mediterráneo. Sin embargo, su distribución es aún mayor, pues en el continente americano, se encuentra en Canadá, en Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Estados Unidos de América, México, Perú, y Venezuela.

Independientemente de la clasificación taxonómica que pudiera usarse como referencia, en este documento se utiliza el nombre común nopal para la planta completa, la tuna se refiere a la fruta, el nopalito al cladodio tierno y la penca al cladodio adulto. Los cladodios poseen además espinas, presentan pocos estomas por unidad de superficie con la particularidad de permanecer cerrados durante el día y abiertos en la noche; esto evita la pérdida de agua por transpiración durante el día y permite durante las horas nocturnas la entrada de anhídrido carbónico CO<sub>2</sub> materia prima indispensable para la fotosíntesis<sup>45</sup>.

---

<sup>44</sup> SUDZUKI, Óp. Cit.

<sup>45</sup> SÁENZ, Óp. Cit.

El tipo particular de fotosíntesis que presentan los nopales corresponde al metabolismo del ácido crasuláceo (Plantas CAM). La apertura nocturna de los estomas permite la toma de CO<sub>2</sub> lo que conduce a una acidificación gradual del tallo. Los estomas en condiciones de déficit hídrico extremo, permanecen cerrados durante el día y la noche, evitando la transpiración y la entrada de CO<sub>2</sub>, en este caso, el agua y el CO<sub>2</sub> producidos por la respiración son utilizados para la fotosíntesis, situación que explica la lenta deshidratación y degradación que sufren los cladodios durante un periodo prolongado de sequía extrema.

En el marco de los cambios ambientales que ocasionan la degradación de los suelos deforestados, las cactáceas han jugado un papel ecológico decisivo al frenar la afectación del suelo. Otro de los cambios ambientales que afectan al planeta, es el incremento global de CO<sub>2</sub>, originado entre otras cosas, por la creciente deforestación, lo que incide en los principales ecosistemas del mundo. Ante el grado de perturbación ambiental, el nopal puede ser una alternativa potencial para captar parte del incremento de CO<sub>2</sub> y, vale la pena mencionar, es una de las pocas especies que tiene éxito en superficies deterioradas<sup>46</sup>. Se conocen así 300 especies del género *Opuntia*, sin embargo, hay solo 10 o 112 especies hasta ahora utilizadas por el hombre, ya sea para producción de fruta y nopalitos, para la alimentación humana, forraje, y cochinilla para obtención de colorante. Entre ellas se encuentran como especies cultivadas para producción de fruta: *Opuntia ficus-indica*, *O. amyclaea*, *O. xonocostle*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*, como especies silvestres. Son numerosos los países en el mundo en los que se cosechan estas plantas, ya sean cultivadas o silvestres. Barbera<sup>47</sup>, señala que la mayor superficie se encuentra en México, con cerca de 50,000 hectáreas para la producción de fruta; según datos de Flores<sup>48</sup>, habría actualmente alrededor de 72,000 hectáreas para producción de fruta y 10,500 hectáreas para producción de nopalitos, sin considerar las nopaleras silvestres que ocuparían varios millones de hectáreas. Según

---

<sup>46</sup> SÁENZ, Óp. Cit.

<sup>47</sup> BARBERA, Óp. Cit.

<sup>48</sup> FLORES, Óp. Cit.

Barbera<sup>49</sup>, en Perú se contaría con aproximadamente 35,000 hectáreas silvestres dedicadas en su mayoría a la cochinilla. En Brasil, existiría cerca de 40,000 hectáreas destinadas a forraje, Italia contaría con 25,000 hectáreas para producción de fruta y Chile cerca de 1100 hectáreas. El desarrollo de los cultivos en países como Japón han venido avanzando año tras año, ya que según investigaciones en dicho país se ha venido incursionando el nopal como alimento. Cerca de 1959 un tifón debato con los cultivos que se tenía de durazno en esa época, varios agricultores influenciados por el auge del cactus empezaron a realizar los primeros cultivos en dicho país. La producción total de este cultivo es de cerca de 5 millones de cactus al año lo que correspondería al 80% de la producción nacional. El conocimiento que la población en general tiene del nopal como alimento, se debe principalmente a la publicidad que le realizan al producto a través de programas de televisión, artículos de periódicos y como fuente más cercana: en las páginas de Internet. Los productos representativos de nopal y que son comercializados en Japón en la actualidad son el nopal en salmuera y el nopal en polvo. Sin embargo, han introducido en los últimos años el nopal congelado y en la industria como cosmético por ejemplo jabones, cremas entre otros<sup>50</sup>.

## 1.6 MARCO CONCEPTUAL

**Agroclimáticas:** son las condiciones físicas que se enfocan al clima que regulan la práctica agrícola, en ellas encontramos la evapotranspiración (relación entre evaporación del suelo y transpiración de la planta), albedo (relación expresada en porcentaje de la radiación que cualquier superficie refleja sobre la radiación que incide sobre la misma). Las superficies claras tienen valores de albedo superior a las oscuras, precipitación (lluvia), viento (sotavento y barlovento).

---

<sup>49</sup> BARBERA, Óp. Cit.

<sup>50</sup> SARAVIA-TASAYCO, P. L. *Agrupamientos Productivos (Cluster) del Nopal*. [En línea]. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en [http://www.contactopyme.gob.mx/estudios/docs/nopal\\_mexico.PDF](http://www.contactopyme.gob.mx/estudios/docs/nopal_mexico.PDF)

**Cactácea:** familia de plantas dicotiledóneas de tallos carnosos casi esféricos o aplanados, adaptados para la acumulación de agua, hojas transformadas en espinas, flores grandes y olorosas, de colores vistosos, colocadas en la axila de un grupo de espinas y fruto carnoso y de color vivo.

**Cladodio:** es una rama (macroblasto) aplastada, su función es como la de una hoja. Con un tallo modificado, aplanado que tiene la apariencia de una hoja y que reemplaza en sus funciones, porque las hojas existentes son muy pequeñas o rudimentarias para poder cumplir sus tareas.

**Conservantes:** son aditivos alimentarios que nos ayudan a mantener la estabilidad y frescura de los alimentos y a su vez evitar la acción de microorganismos en el producto que podría poner en riesgo la salud. Los conservantes pueden ser de origen natural o artificial.

**Alimentos funcionales:** Los alimentos funcionales son aquellos que tienen un efecto potencialmente positivo en la salud más allá de la nutrición básica. Los alimentos funcionales promueven una salud óptima y ayudan a reducir el riesgo de padecer enfermedades. El término funcional implica que el alimento tiene algún valor identificado que conduce a beneficios para la salud incluyendo la reducción de riesgo de enfermedad para la persona que consume.

**Propiedades organolépticas:** las propiedades organolépticas son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color o temperatura. Su estudio es importante en las ramas de la ciencia en que es habitual evaluar inicialmente las características de la materia sin la ayuda de instrumentos de medición.

**Propiedades fisicoquímicas:** se podrán ver y medir sin alterar su composición. En el caso de los alimentos estos pueden ser modificados según la necesidad de cada grupo o persona, esto quiere decir que en el momento de picarlos, cortarlos, rebanarlos estos ya sufren cambios físicos. Color, olor, forma, masa, solubilidad, densidad, punto de fusión.

## **1.7 MARCO LEGAL**

- NTC 5468 JUGO (ZUMO), PULPA, NÉCTAR DE FRUTAS Y SUS CONCENTRADOS 2012
- REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ministerio de Salud. Resolución 7992 de 1991. Por la cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979 en lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de Jugos Concentrados, Néctares, Pulpas, Pulpas Azucaradas y Refrescos de Frutas.
- RESOLUCION 3929 DE 2014. Ministerio de la Protección Social por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (Néctar) o pulpa de fruta o concentrados de fruta, clarificados o no, o la mezcla de éstos que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional.
- REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ministerio de la Protección Social. Resolución número 5109 de 2005, por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano.
- LEY 09 DE 1979 del Ministerio de Salud: Reglamenta parcialmente lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de Jugos, Concentrados, Néctares, Pulpas, Pulpas Azucaradas y Refrescos de Frutas. Todos los alimentos o bebidas que se expendan bajo marca de fábrica y con nombres determinados, requerirán de registro sanitario.
- CODEX ALIMENTARIUS. Norma general del Codex para Néctar (jugos). Codex Alimentarius. 2005. 21 p. (Codex Stan 247). De conformidad con el artículo 306

de la Ley 09 de 1979 de acuerdo con la reglamentación que para el efecto expida el Ministerio de Salud.

- Resolución 2674 de 2013: Que el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012, establece que los alimentos que se fabriquen, envasen o importen para su comercialización en el territorio nacional, requerirán de notificación sanitaria, permiso sanitario o registro sanitario, según el riesgo de estos productos en salud pública, de conformidad con la reglamentación que expida el Ministerio de Salud y Protección Social.
- Industrias Alimentarias. Rotulado o Etiquetado. Parte 1: Norma General.

## 2. ESTADO DEL ARTE

Las propiedades reológicas y físico-químicas del nopal ya han sido estudiadas por varios grupos de investigadores<sup>51-52-53-54-55-56-57-58</sup>, encontrando que éste es un polisacárido de alto peso molecular de carácter polielectrólito, con una estructura molecular de más de 30,000 azúcares<sup>59</sup>, las hojas jóvenes de *Opuntia* Spp, conocidas como “nopales” son consumidas con frecuencia en México y apreciadas por su alto contenido de fibra y efectos benéficos en el metabolismo de la glucosa.

La dieta humana es ahora más diversa y requiere de más verduras y frutas. El consumidor urbano demanda calidad en los productos alimenticios. La calidad es considerada por los consumidores como el atributo más importante de aceptabilidad. Otros atributos de los productos que aprecian los consumidores son el precio, la reputación de la marca y la frescura, entre otros. En muchos países, pero particularmente en México, el nopalito, las pencas maduras y muchos derivados de tales partes de la planta de nopal se han consumido desde la época prehispánica. Actualmente, se han identificado propiedades funcionales en dichos componentes, de manera que el nopal se ha convertido en materia prima para las industrias alimentarias, medicinal, cosmética, y artesanal, entre otras.

---

<sup>51</sup> RAMÍREZ-MORENO, E., CÓRDOBA-DÍAZ, D., DE CORTES SÁNCHEZ-MATA, M., DÍEZ-MARQUÉS, C., & GOÑI, I. Effect of boiling on nutritional, antioxidant and physicochemical characteristics in cladodes (*Opuntia ficus indica*). *LWT-Food Science and Technology*, 2013, vol. 51, no. 1, pp. 296-302.

<sup>52</sup> GONZÁLEZ, L. R. G. Desarrollo y evaluación de una película comestible obtenida del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) utilizada para reducir la tasa de respiración de nopal verdura. [Investigación Universitaria Multidisciplinaria]. *Revista de Investigación de la Universidad Simón Bolívar*, 2011, vol. 10, no. 14.

<sup>53</sup> RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, S., MARTÍNEZ-FLORESA, H. E., ÓRNELAS-NUÑEZA, J. L., & GARNICA-ROMOB, M. G. Optimización de la extracción del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*). 2000.

<sup>54</sup> AQUINO, L. V., RODRÍGUEZ, J., MÉNDEZ, L. L., y TORRES, K. F. Inhibición del Oscurecimiento con Mucílago de Nopal (*Opuntia ficus indica*) en el Secado de Plátano Roatán. *Información tecnológica*, 2009, vol. 20, no. 4, pp. 15-20.

<sup>55</sup> CÁRDENAS-MEPELLÍN, M. L., SERNA-SALDÍVAR, S. O., y VELAZCO de la GARZA, J. Efecto de la ingestión de nopal crudo y cocido (*Opuntia ficus indica*) en el crecimiento y perfil de colesterol total, lipoproteína y glucosa en sangre de ratas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 1998, vol. 48, no. 4, pp. 316-23.

<sup>56</sup> MATSUHIRO, B., LILLO, L., SÁENZ, C., URZÚA, C. y ZÁRATE, O. Chemical characterization of the mucilage from fruits of *Opuntia ficus indica*. *Carbohydrate Polymer*, 2006, vol. 63, pp. 263-267

<sup>57</sup> MEDINA-TORRES, L., BRITO-DE LA FUENTE, E., TORRESTIANA-SANCHEZ, B., y KATTHAIN, R. Rheological properties of the mucilage gum (*Opuntia ficus indica*). *Food hydrocolloids*, 2000, vol. 14, no. 5, pp. 417-424.

<sup>58</sup> MCGARVIE, D., y PAROLIS, H. The acid-labile peripheral chains of the mucilage of *Opuntia ficus indica*. *Carbohydrate Research*, 1981, vol. 94, pp. 57-65.

<sup>59</sup> SÁENZ, C., SEPÚLVEDA, E., MATSUHIRO, B. *Opuntia* spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. *Journal of Arid Environments*, 2004, vol. 57, no. 3, pp. 275-290.

El zumo de nopal es el extracto obtenido de la molienda y prensado de los nopalitas. El proceso de obtención del jugo de nopal consiste en moler en un equipo industrial o doméstico (licuadora) los nopalitas previamente desespinaados y cortados; para facilitar el proceso se adiciona agua y el licuado obtenido se filtra para separar los sólidos en suspensión del líquido. En México el jugo de nopal es producido a manera de mezcla con jugo de guayaba y se comercializa en el mercado nacional y de exportación. Además, se encuentra en el mercado un producto denominado 'agua de nopal', bebida elaborada con jugo de nopal y azúcar<sup>60</sup>.

El procesamiento e industrialización del nopal puede ser una opción de gran interés para las familias campesinas de la Mesa de los Santos, dado que es tecnológicamente posible y que puede ser económicamente viable y rentable dependiendo de algunos factores mercadotécnicos y organizacionales; además constituye un beneficio para los productores agrícolas marginales de las zonas áridas del departamento de Santander, sus frutos se pueden consumir frescos, o con éstos hacer jugos, mermeladas, guisos, ensaladas, o incluso utilizarlo como forraje para ganado<sup>61</sup>. Como casi no necesita agua se adapta a estas zonas, ayudando en el proceso de reforestación, lo mismo ocurre con las demás plantas con las que trabaja el programa.

Con el apoyo de la Fundación GUAYACANAL se ha venido fomentando un modelo agroecológico, donde se combinan integralidad y eficiencia de manejo (producir más a menor costo), para el logro de una Unidad de Producción, bajo condiciones extremas de suelo y clima; siendo económica, social y ambientalmente viable"<sup>62</sup>.

---

<sup>60</sup> SÁENZ, Óp. Cit.

<sup>61</sup> *Ibid.*

<sup>62</sup> FUNDACIÓN GUAYACANAL. 2012, párr. 2

En este marco, MEEPZA tiene tres objetivos:

- Construir proyectos de vida familiar con enfoque de equidad género que permitan impulsar el liderazgo de la mujer hacia su empoderamiento y con una visión empresarial del campo.
- Diseñar, construir y poner en marcha el Centro de Empoderamiento y Estudios Guayacanal que aglutine los emprendimientos a base del nopal y demás plantas del bosque seco tropical: producción de energía, alimentación humana, alimentación animal.
- Fomentar la producción del nopal y otras plantas de la estructura del bosque seco tropical como parte de un proceso de restauración ecológica, uso y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad<sup>63</sup>.

---

<sup>63</sup> FUNDACIÓN GUAYACANAL. 2017.

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente proyecto investigativo basa su metodología en un estudio de caso, iniciando con una revisión bibliográfica que abarca no solo las características del nopal (*Opuntia ficus-indica*), sino también los diversos productos que se han venido diseñando a base de esta cactácea. Una vez revisada la literatura y con la asesoría de la Fundación Guayacanal como expertos técnicos y pioneros en el cultivo y transformación del nopal se procederá a diseñar a pequeña escala un modelo de extracción del cuerpo acuoso del nopal con el objetivo de analizar la viabilidad del proceso. Con el inicio de la producción experimental de un pequeño lote de zumo extraído, se elaboraron dos tratamientos. El tratamiento determinado N01 elaborado de forma tradicional y sin conservantes. Y el tratamiento N02 producto de un proceso mejorado y con adición de conservantes, los cuales se sometieron a pruebas sensoriales para determinar su aceptabilidad, una vez determinado el tratamiento con mayor aceptación se realizaron pruebas de laboratorio, fisicoquímicos y microbiológicos que ayuden a su caracterización.

#### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se realizó para el desarrollo del proyecto es de tipo exploratorio ya que se basa en elaborar un zumo de la penca de nopal (*Opuntia ficus-indica*) con conservantes y sin conservantes, determinando el de mayor aceptación mediante los tratamientos evaluados sensorialmente.

#### 3.2 SISTEMA DE HIPÓTESIS Y VARIABLES O DE PRESUPUESTOS Y CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

**Hipótesis:** es posible elaborar el zumo de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en el municipio de la mesa de los santos, puede ser utilizado como suplemento en jugos o bebidas de consumo diario.

**Variables independientes:**

- Sabor
- Textura
- Calidad de la materia prima
- pH

**Variables dependientes:**

- Calidad microbiológica
- Composición fisicoquímica
- Formulación- preparación

**3.3 TÉCNICA DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Evaluación y análisis de resultados de los ensayos para generar conclusiones.

**3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método que se desarrolló en esta investigación es de tipo experimental, mediante la toma y análisis de resultados de los tratamientos utilizados para la elaboración del zumo.

**3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN:**

Las fuentes de información de este proyecto serán de clase primaria y secundaria. Las primarias son recaudadas de los análisis y pruebas sensoriales realizadas a los tratamientos la cual permitirá determinar el tratamiento con mayor aceptación. Las fuentes de información secundaria provienen de la consulta de referencias y bibliografías digitales consultadas en la red.

### **3.6 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

Se realizó una evaluación sensorial que determinó el tratamiento con mayor aceptación.

### **3.7 INSTRUMENTO PARA RECOLECTAR LA INFORMACIÓN:**

Para poder determinar las variables de la investigación se implementaron diferentes elementos que permitieron recolectar la información relacionada con el objetivo de estudio, tales como pruebas sensoriales y análisis de laboratorio.

### **3.8 MODO DE APLICACIÓN**

El modo de aplicación de esta investigación fue de tipo dirigida y directa ya que se hizo a un grupo de consumidores del producto con degustaciones de dos tratamientos del zumo.

### **3.9 DEFINICIÓN DE POBLACIÓN**

Se convocó a un análisis sensorial a un grupo de 32 consumidores del producto con edades entre 40 y 80 años.

### **3.10 ALCANCE**

La cobertura de la investigación se enfocó en los habitantes del área metropolitana de Bucaramanga.

### **3.11 TIEMPO DE APLICACIÓN**

El tiempo de aplicación de la investigación fue de nueve meses que inicia con la evaluación e identificación de los cultivos pasando por el proceso de producción y extracción del zumo y concluyendo con los resultados obtenidos de la investigación.

## 4. ESTUDIO TÉCNICO

### 4.1 METODOLOGÍA

- Se realizó un análisis de las diferentes formas de preparación y consumo de bebidas con Nopal, mediante consultas bibliográficas referentes al tema. Una vez analizados los resultados obtenidos se procede a realizar dos preparaciones de bebidas, una de forma tradicional y la otra adicionando un proceso de transformación que permita brindar alternativa novedosa y práctica al consumidor.
- Se hizo la evaluación para la recepción de la materia prima y se generó una ficha técnica que permitió estandarizar sus propiedades organolépticas y facilitar su cosecha y recepción.
- Se elaboró una evaluación sensorial que permite determinar la aceptabilidad del consumidor frente a dos tratamientos del zumo de nopal.
- Se determinaron las materias primas, ingredientes, aditivos y envases necesarios para la preparación y evaluación de los dos tratamientos.
  - ✓ Materia prima (penca de nopal)
  - ✓ Ingredientes (jugo de naranja)
  - ✓ Sacarosa (Azúcar)
  - ✓ Aditivos (ácido cítrico, benzoato de sodio, CMC)
  - ✓ Envases de vidrio de 250ml (utilizados para muestras de laboratorio)
  - ✓ Copas desechables.
- Se programó la elaboración de dos tipos de tratamientos del zumo, el tratamiento determinado N01 elaborado de forma tradicional y sin conservantes. Y el tratamiento N02 se elaboró producto de un proceso mejorado y con adición de conservantes.
- Se realiza la evaluación sensorial a un grupo de consumidores del producto, se realiza el análisis de resultados y se determina la bebida con mayor aceptación.

- Determinado el tratamiento con mayor aceptación se realiza una nueva preparación para enviar a análisis de laboratorio y determinar sus características fisicoquímicas y microbiológicas.
- Se complementa el análisis de resultados con las pruebas obtenidas del laboratorio.
- Se realizan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

## 4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 2. Cronograma de Actividades

<b>Actividad</b>	<b>Fecha</b>	<b>Tiempo</b>
Evaluación e identificación de cultivos de Nopal en el municipio de los Santos.	Febrero 16 y 23 de 2019	16 horas
Estandarización de materia prima ( ficha técnica)	Marzo 9 al 14 de 2019	10 horas
Practica de extracción y procesamiento de la penca	Marzo 30 de 2019	8 horas
Consulta bibliográfica y referencias sobre procesamiento y consumo de nopal en el mundo.	Abril 05 al 30 de 2019	75 horas
Planteamiento de una propuesta de investigación sobre el aprovechamiento del zumo de la penca del Nopal	Mayo 04 al 31 de 2019	80 horas
Ajuste y verificación y aprobación de la propuesta de investigación	Junio 01 al 15 de 2019	50 horas
Preparación de los tratamiento del zumo	Septiembre 20 de 2019	8 horas
Presentación y evolución de los tratamiento por parte de los consumidores en el panel sensorial	Septiembre 21 de 2019	2 horas
Análisis de la evaluación sensorial para determinar el tratamiento con mayor aceptación.	Septiembre 23 al 27 de 2019	10 horas
Definir envase y presentación del zumo	Septiembre 7 y 8 de 2019	4 horas
Presentación de avances al director	Octubre 07 de 2019	1 hora
Ajuste y correcciones del proyecto	Octubre 16 al 26 de 2019	20 horas
Elaboración del zumo para pruebas en laboratorio	Octubre 29 de 2019	2 horas
Envío de muestras al laboratorio	Octubre 30 de 2019	1 hora
Entrega de resultados por parte del laboratorio	Noviembre 12de 2019	1 hora
Análisis y conclusión de la investigación	Noviembre 22 de 2019	26 horas

### 4.3 DIAGRAMA DE LA ELABORACIÓN DEL ZUMO DE NOPAL

Figura 4. Diagrama de la elaboración del zumo de nopal



#### 4.3.1 Descripción del proceso de extracción del zumo de nopal

**4.3.1.1 Recepción.** El nopal es utilizado y manejado industrialmente como un tipo de hortaliza por lo tanto se dan los tratamientos como tal, su calidad depende de variables como su grado de madurez, tamaño, clima y suelo. Para esto se generó un estándar o ficha técnica que permite al proveedor de las pencas cosechar y suministrar la materia prima adecuada para el proceso.

**4.3.1.2 Selección.** Consiste en inspeccionar la materia prima recepcionada y retirarlas que presenten defectos físicos como manchas en la epidermis, marcas o fracturamiento de su estructura y contaminantes como restos de tierra, hongos, insectos que puedan afectar la calidad del producto.

**4.3.1.3 Limpieza.** Con el material seleccionado en el proceso anterior se procede a realizar el retiro de espinas e impurezas que presenten las pencas, este proceso se hace de forma manual, teniendo en cuenta que previamente en la cosecha se han retirado la mayor parte de sus espinas se hace una segunda inspección y retiro de las mismas. Luego se lava con agua potable para el retiro de impurezas.

**4.3.1.4 Troceado.** Se retiran los bordes de la penca y se procede a cortar en trozos pequeños que faciliten el manejo de este en el extractor de jugos.

**4.3.1.5 Escaldado.** Se incorpora el nopal picado en agua a temperatura de 95°C durante 3 minutos, permitiendo el retiro de suciedad reduciendo la carga microbiológica.

**4.3.1.6 Extracción del zumo.** Se incorporan los trozos de nopal en el extractor de jugos obteniendo el zumo de la penca.

**4.3.1.7 Licuado.** El zumo obtenido en el paso anterior es pasado por un proceso de licuado buscando romper la película o baba del nopal que permita el manejo del zumo en el siguiente proceso.

**4.3.1.8 Tamizado.** El zumo ya licuado obtenido en el paso anterior es pasado por un tamiz de tela logrando la clarificación del zumo y retiro de partículas ajenas a este.

**4.3.1.9 Estandarización.** En este proceso se agregan los demás ingredientes, aditivos, conservantes y estabilizantes en las proporciones establecidas en la formulación del producto.

**4.3.1.10 Homogenización.** Consiste en remover todos los ingredientes con la licuadora y lograr la disolución uniforme de los ingredientes.

**4.3.1.11 Enfriado.** El zumo se deja en un recipiente a temperatura ambiente de 5 a 7 minutos, antes de ser envasado.

**4.3.1.12 Envasado.** El zumo es envasado y sellado en frascos de vidrio de 250 ml que permiten practicidad para su consumo y también mejoran su conservación.

**4.3.1.13 Almacenado.** Una vez se encuentre envasado el zumo se deja a temperatura ambiente.

#### **4.4 PRUEBAS O TRATAMIENTOS**

**4.4.1 Objetivo de las Pruebas.** Presentar dos alternativas de bebidas con nopal a los consumidores y poder determinar mediante una prueba de aceptación, la de mayor agrado al consumidor.

**4.4.2 Tratamiento Uno N01 (Jugo De Nopal Tradicional).** Para la elaboración de este tratamiento se tiene en cuenta una formulación tradicional basada en la mezcla de la penca con frutas mediante el proceso de licuado pasando por un filtrado con adición de endulzantes y sin conservantes.

Tabla 3. Formulación Del Tratamiento Uno N01 1000ml

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Cantidad</b>
PENCA DE NOPAL	38%	380g
JUGO DE NARANJA	50%	500ml
AZUCAR	12%	120g

**4.4.3 Tratamiento Dos N02 (Jugo De Nopal Elaborado).** Este tratamiento es elaborado mediante un proceso mejorado que busca incorporar el zumo (jugo) de la penca como complemento de una bebida fría en especial los jugos de frutas tropicales como piña, maracuyá, lulo, limón, naranja para este ensayo se utilizó el jugo de naranja que nos permita mantener una similitud de sabores con el

tratamiento uno, son adicionados también aditivos como ácido cítrico para regular su pH, benzoato de sodio como conservante y CMC como estabilizador.

Tabla 4. Formulación Tratamiento Dos N02 1000ml

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Cantidad</b>
ZUMO DE NOPAL	30%	300ml
JUGO DE NARANJA	58%	580ml
AZUCAR	12%	120g
ACIDO CITRICO	1,48%*	14,8g
BENZOATO DE SODIO	0.031%*	0,31g
CMC	0,066%*	0,66g

\*Los porcentajes para los aditivos corresponden al contenido total de ingredientes para el zumo de nopal, jugo de naranja y azúcar.

## 5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

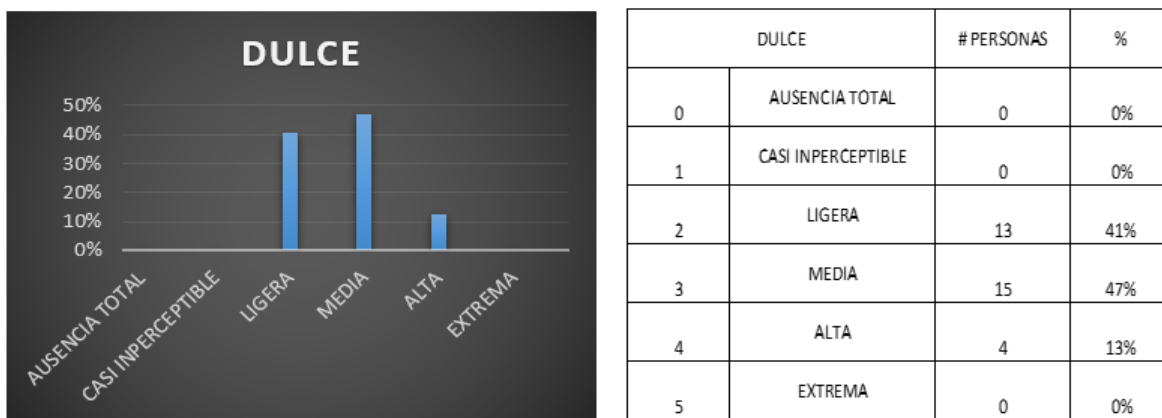
### 5.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Se elaboraron dos tipos de tratamientos del zumo, el tratamiento determinado **N01** elaborado de forma tradicional y sin conservantes y el tratamiento **N02** producto de un proceso mejorado y con adición de conservantes. Estos tratamientos se sometieron a una prueba sensorial descriptiva que busca evaluar dos características como el sabor y la textura. Adicional a esta se realiza una pregunta para determinar cuál de estas tiene mayor aceptación por el consumidor, estos resultados fueron analizados y tabulados a continuación:

#### 5.1.1 Graficas Pruebas Sensoriales

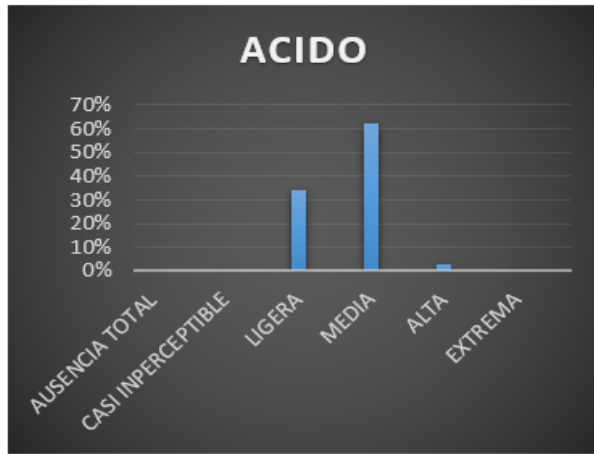
##### Resultados Tratamiento N01

Grafica 1. Prueba Sensorial Evaluación de Sabor Dulce Tratamiento N01



Análisis gráfico: Se observa una tendencia de sabor dulce en una escala media con un 47% y algo ligera con el 41% y una escala alta en el 13% de los consumidores.

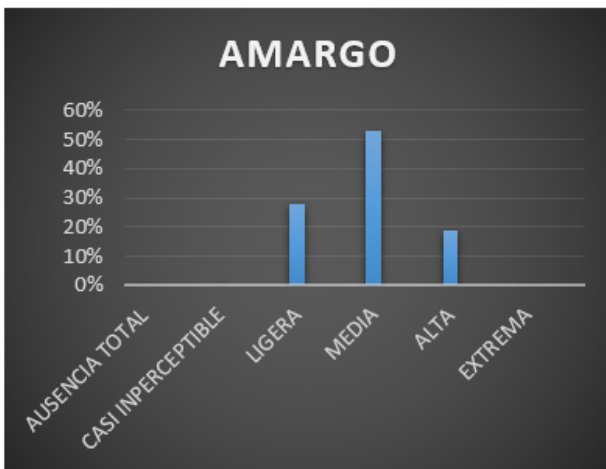
Grafica 2. Prueba Sensorial Evaluación De Sabor Acido Tratamiento N01



ACIDO		# PERSONAS	%
0	AUSENCIA TOTAL	0	0%
1	CASI IMPERCEPTIBLE	0	0%
2	LIGERA	11	34%
3	MEDIA	20	63%
4	ALTA	1	3%
5	EXTREMA	0	0%

Análisis gráfico: Se observa que este tratamiento mantiene un sabor acido en una escala media con el 63% y ligera con el 34% de los evaluadores y no tan alta demostrada con el 3% del resultado.

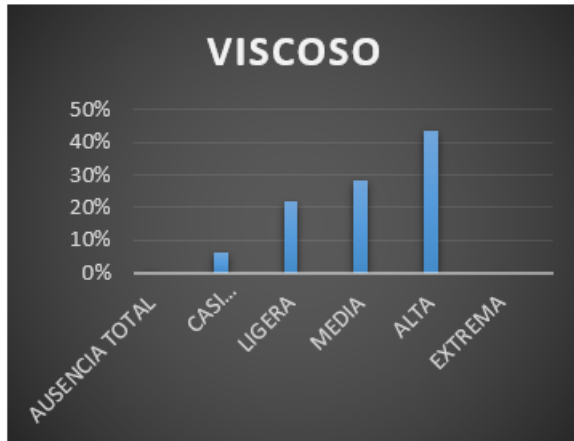
Grafica 3. Prueba Sensorial Evaluación De Sabor Amargo Tratamiento N01



AMARGO		# PERSONAS	%
0	AUSENCIA TOTAL	0	0%
1	CASI IMPERCEPTIBLE	0	0%
2	LIGERA	9	28%
3	MEDIA	17	53%
4	ALTA	6	19%
5	EXTREMA	0	0%

Análisis gráfico: La grafica muestra que este tratamiento mantiene un sabor amargo medio con un 53%, algo ligero con el 28% de los evaluadores contra un 19% que determinaron un sabor amargo alto.

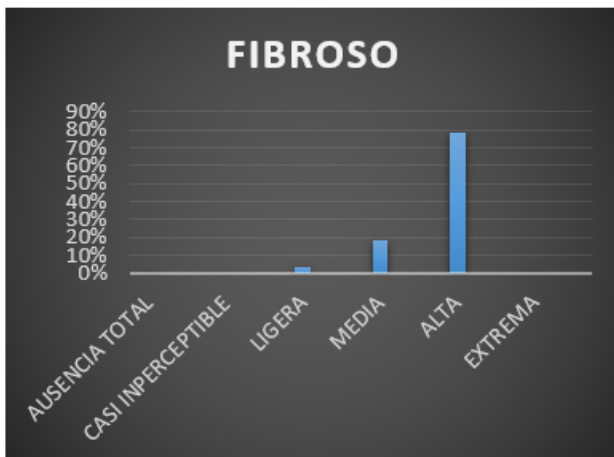
Grafica 4. Prueba Sensorial Evaluación De Textura Viscosa Tratamiento N01



VISCOSO		# PERSONAS	%
0	AUSENCIA TOTAL	0	0%
1	CASI INPERCEPTIBLE	2	6%
2	LIGERA	7	22%
3	MEDIA	9	28%
4	ALTA	14	44%
5	EXTREMA	0	0%

Análisis gráfico: Según el resultado observado en la gráfica esta bebida presenta una viscosidad con tendencia alta con escalas que van de alta con el 44%, media del 28% ligera con el 22% y casi imperceptible con un 6%.

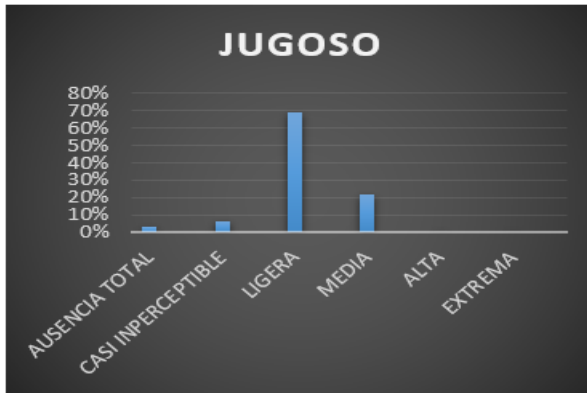
Grafica 5. Prueba Sensorial Evaluación de Textura Fibrosa Tratamiento N01



FIBROSO		# PERSONAS	%
0	AUSENCIA TOTAL	0	0%
1	CASI INPERCEPTIBLE	0	0%
2	LIGERA	1	3%
3	MEDIA	6	19%
4	ALTA	25	78%
5	EXTREMA	0	0%

Análisis gráfico: Los resultados obtenidos en esta grafica presentan un resultado de la textura fibrosa de la bebida alta con el 78%, media con el 19% y con un 3% ligera.

Grafica 6. Prueba Sensorial Evaluación De Textura Jugosa Tratamiento N01

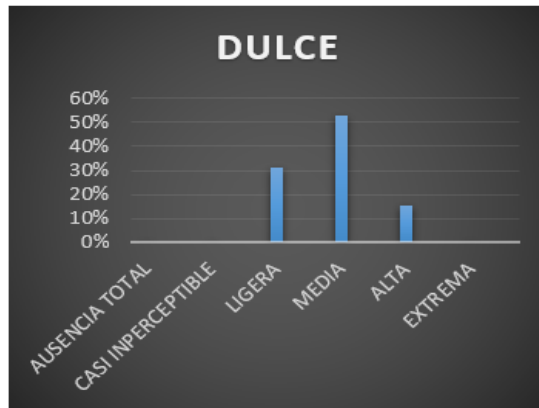


JUGOSO		# PERSONAS	%
0	AUSENCIA TOTAL	1	3%
1	CASI INPERCEPTIBLE	2	6%
2	LIGERA	22	69%
3	MEDIA	7	22%
4	ALTA	0	0%
5	EXTREMA	0	0%

Análisis gráfico: La grafica no permite observan la ausencia de jugosidad de la bebida ya que el 69% de los evaluadores describen esta característica en una escala ligera contra un 22% media que contrasta con un 6% casi imperceptible y un 3% con ausencia total.

## Resultados Tratamiento N02

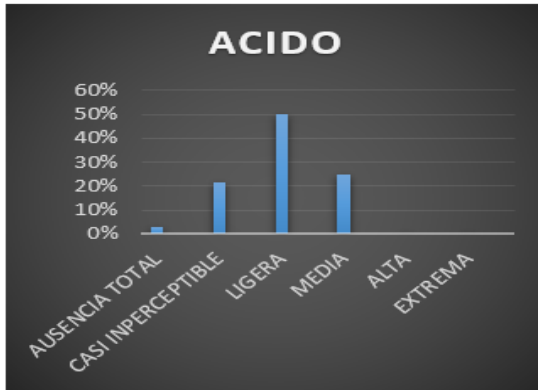
Grafica 7. Prueba Sensorial Evaluación de Sabor Dulce Tratamiento N02



DULCE		# PERSONAS	%
0	AUSENCIA TOTAL	0	0%
1	CASI INPERCEPTIBLE	0	0%
2	LIGERA	10	31%
3	MEDIA	17	53%
4	ALTA	5	16%
5	EXTREMA	0	0%

Análisis gráfico: Los resultados de esta evaluación de sabor dulce determinan que la bebida tiene una escala media de dulzura con un porcentaje del 53%, con tan solo un 16% de dulzura alta en contraste al 31% que encontró este perfil en una escala ligera.

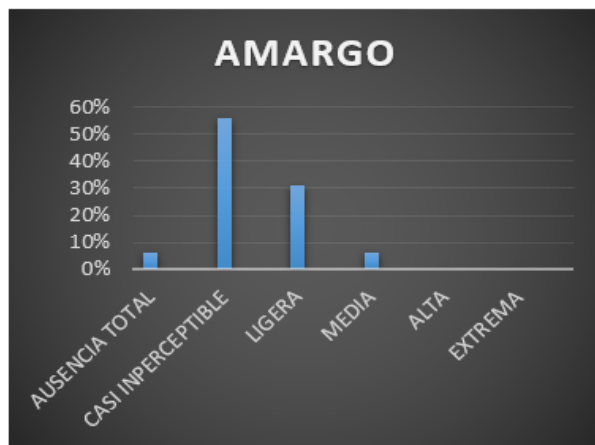
Gráfica 8. Prueba Sensorial Evaluación De Sabor Acido Tratamiento N02



ACIDO		# PERSONAS	%
0	AUSENCIA TOTAL	1	3%
1	CASI IMPERCEPTIBLE	7	22%
2	LIGERA	16	50%
3	MEDIA	8	25%
4	ALTA	0	0%
5	EXTREMA	0	0%

Análisis gráfico: El grafico nos muestra una tendencia de este sabor ligera con un 50% en el resultado, y sus demás escalas, casi imperceptible con el 22% y una ausencia total tan solo del 3%, logrando determinar que este sabor mejora con respecto al tratamiento N01 concluyendo con una escala entre media y ligera de un 75%.

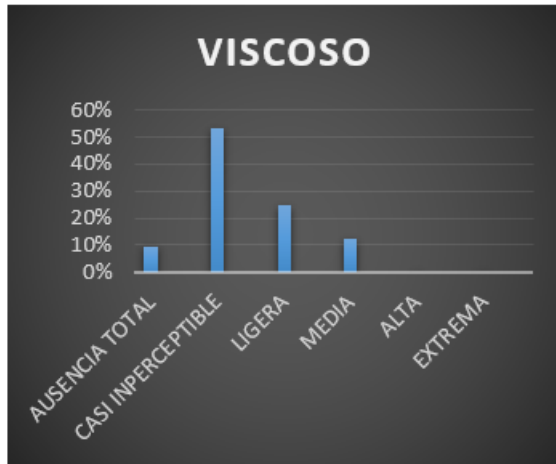
Gráfica 9. Prueba Sensorial Evaluación De Sabor Amargo Tratamiento N02



AMARGO		# PERSONAS	%
0	AUSENCIA TOTAL	2	6%
1	CASI IMPERCEPTIBLE	18	56%
2	LIGERA	10	31%
3	MEDIA	2	6%
4	ALTA	0	0%
5	EXTREMA	0	0%

Análisis gráfico: La grafica permite determinar la ausencia de sabor amargo con una escala casi imperceptible del 56% en contraste con un porcentaje de tan solo el 6% en la escala media y reafirmando con una escala ligera en el 31% y ausencia total del 6% correspondientes a dos evaluadores.

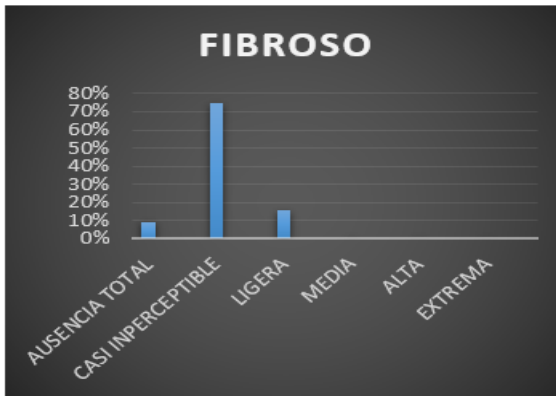
Grafica 10. Prueba Sensorial Evaluación De Textura Viscosa Tratamiento N02



VISCOSO		# PERSONAS	%
0	AUSENCIA TOTAL	3	9%
1	CASI INPERCEPTIBLE	17	53%
2	LIGERA	8	25%
3	MEDIA	4	13%
4	ALTA	0	0%
5	EXTREMA	0	0%

Análisis gráfico: La evaluación de este tratamiento permite concluir en este perfil de textura que esta mejoro con respecto al tratamiento N01 clasificando su escala con el 53% de los resultados como casi imperceptible, ligera con el 25%, media con un 13% y una ausencia total de un 9% correspondiente a tres evaluadores.

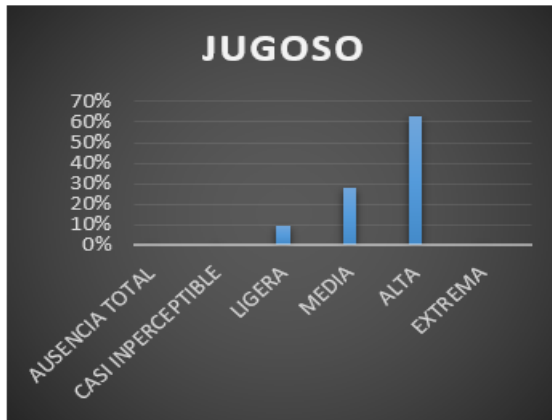
Grafica 11. Prueba Sensorial Evaluación De Textura Fibrosa Tratamiento N02



FIBROSO		# PERSONAS	%
0	AUSENCIA TOTAL	3	9%
1	CASI INPERCEPTIBLE	24	75%
2	LIGERA	5	16%
3	MEDIA	0	0%
4	ALTA	0	0%
5	EXTREMA	0	0%

Análisis gráfico: La grafica permite analizar que este tratamiento mantiene una textura fibrosa casi imperceptible con un 75%, ligera en un 16% y una ausencia total del 9%.

Grafica 12. Prueba Sensorial Evaluación De Textura Jugoso Tratamiento N02



JUGOSO		# PERSONAS	%
0	AUSENCIA TOTAL	0	0%
1	CASI IMPERCEPTIBLE	0	0%
2	LIGERA	3	9%
3	MEDIA	9	28%
4	ALTA	20	63%
5	EXTREMA	0	0%

Análisis gráfico: Este tratamiento muestra una textura más agradable al evaluador al ubicarse en una escala alta de jugosidad con un 63% de los resultados, contra un 28% en la escala media y tan solo un 9% de la escala de jugosidad ligera.

Grafica 13. Preferencia De Tratamientos



PREFERENCIA	# PERSONAS	%
N01	5	16%
N02	27	84%

Los resultados a la pregunta por preferencia de las bebidas muestran un nivel de aceptación muy alto para el tratamiento N02 con un 84% correspondiente a 27 evaluadores contra el 16% que prefirió el tratamiento N01 con 5 evaluadores.

## 5.2 RESULTADOS ANÁLISIS DEL LABORATORIO

El análisis del laboratorio se realizó en **SIAMA LTDA.** Que se encuentra ubicado en la carrera 24 No. 36 - 11, en la ciudad de Bucaramanga. El día 30 de octubre de 2019 se entregaron las pruebas al laboratorio para que estas se realizaran. El día 12 de noviembre de 2019 se reciben los resultados que se describen a continuación.

### Análisis Físicoquímico:

- Acidez.
- Grados BRIX.
- PH.

Tabla 5. Análisis Físicoquímico

VARIABLE	RESULTADO	METODO	UNIDADES
Acidez	1,56 %	AOAC 942.15-B	%
°Brix	4,0	AOAC 932.14-C	°Brix
pH	3,28	AOAC 981.12	Unid. pH

### Análisis Microbiológicos:

- Recuento de aerobios mesófilos.
- Escherichia coli.
- Salmonella SPP.
- Mohos y levaduras.

Tabla 6. Análisis Microbiológicos

VARIABLE	RESULTADO	LIMITE ESTABLECIDO EN LA NORMA	OBSERVACIONES
RECUENTOS DE AEROBIOS MESOFILOS	<10 UFC/ ml	Max. 25 000	Las variables analizadas cumplen con los requisitos según NTC 5468 para jugo (zumo), pulpa, néctar de frutas y sus concentrados.
Escherichia coli	<10 UFC/ ml	<10 UFC/ ml	Las variables analizadas cumplen con los requisitos según NTC 5468 para jugo (zumo), pulpa, néctar de frutas y sus concentrados.

<b>VARIABLE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>LIMITE ESTABLECIDO EN LA NORMA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Salmonella SPP	Ausencia	Ausencia	Las variables analizadas cumplen con los requisitos según NTC 5468 para jugo (zumo), pulpa, néctar de frutas y sus concentrados.
MOHOS Y LEVADURAS	37 x 10 UFC/ ml	Max. 3000	Las variables analizadas cumplen con los requisitos según NTC 5468 para jugo (zumo), pulpa, néctar de frutas y sus concentrados.

Las variables analizadas se encuentran dentro de los requisitos microbiológicos aceptables establecidos según la NTC 5468 para jugos (zumo), pulpa, néctar de frutas y sus concentrados. Jugos (zumo) de frutas sin tratamiento térmico congelados o no. Es decir este producto es apto para el consumo humano.

## 6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 6.1 RECURSOS HUMANOS

- Investigadores: Leandro caldas, Fernando Monroy, actividades realizadas: estudio de campo, ensayos, consulta de bibliográfica y referencias, análisis de resultados y conclusión de la investigación.
- Asesoría y apoyo en la investigación: Patricia Camargo Directora de la Fundación Guayacanal, apoyo en estudio de caso, producción, transformación e industrialización del Nopal.
- Directora de Proyecto: Ingeniera Doris Eugenia Suarez apoyo durante la construcción del proyecto, mejoras, correcciones y estructuración para la presentación al comité evaluador.

### 6.2 PRESUPUESTO

#### 6.2.1 Descripción de presupuesto

Tabla 7. Descripción de presupuesto

Detalles	Unidades	Valor unitario	Valor Total
<b>MATERIA PRIMA</b>			
Pencas de Nopal (13000gr)	Gramos	2.8	36400
<b>ADITIVOS</b>			
Ácido Cítrico (1,8%gr/ zumo)	Gramos	2.1	2200
Benzoato de Sodio (0.031%gr/ zumo)	Gramos	2.4	2600
CMC ( carboximetil celulosa) (0.066%gr/ zumo)	Gramos	1.7	1700
Azúcar	Gramos	0.5	2000
Jugo de naranja	Litros	1	5000
<b>SUMINISTROS Y EQUIPOS</b>			
Envases de vidrio ( 4 unidades) 250ml	Unidades	1200	4800
Extractor eléctrico de jugo	Unidades	102.000	102.000
<b>COMPLEMENTARIAS</b>			
Asesoría Técnica (180 horas)	Horas	8.000	1.440.000
Horas de Investigación ( 840 horas)	Horas	3.000	252.000
Viáticos Investigadores 10 viajes	Viaje	50.000	500.000
Alquiler de planta de producción 5 días	Día	80.000	400.000

<b>Detalles</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor Total</b>
Ensayos de Laboratorio	Prueba	132000	132.000
Transporte muestra al laboratorio	viaje	10.000	10.000
Elementos de protección personal y sanitario	Unidades	12000	12.000
Materiales de papelería	Unidades	22000	22.000
		<b>TOTAL</b>	<b>2'917.700**</b>

\*\* Los costos serán asumidos por los autores

## 7. CONCLUSIONES

- Se logra elaborar un zumo de nopal (*Opuntia ficus-indica*) bajo los estándares de calidad e inocuidad aplicables a la producción de alimentos
- Se presentan a los consumidores dos tratamientos que contienen algunos ingredientes similares, pero mediante procesos de producción diferentes que les permiten identificar sus características organolépticas
- Mediante prueba de aceptación se determinó el tratamiento con mayor aceptación donde también se evaluaron sus características organolépticas.
- Las variables analizadas tanto fisicoquímicas como microbiológicas se encuentran dentro de los requisitos establecidos según la NTC 5468 Jugo (Zumo), Pulpa, Néctar de frutas y sus Concentrados 2012

## 8. RECOMENDACIONES

- Se puede someter el zumo a un proceso de pasteurización para prolongar su vida útil
- Este producto se puede impulsar como una alternativa de consumo en un nicho de mercado específico que asegure su comercialización.
- Promover como innovación un empaque que facilite su consumo en dosis personalizadas.
- Realizar análisis de laboratorio en periodos posteriores a su elaboración que permitan determinar su vida útil.

## BIBLIOGRAFIA

ALKÄMPER, J. Chancen und Risiken im Anbau und in der Nutzung von Opuntien. *Giessener Beitr, Entwicklungsforsch*, 1984, vol. 11, pp. 9–14.

AQUINO, L. V., RODRÍGUEZ, J., MÉNDEZ, L. L., y TORRES, K. F. Inhibición del Oscurecimiento con Mucílago de Nopal (*Opuntia ficus indica*) en el Secado de Plátano Roatán. *Información tecnológica*, 2009, vol. 20, no. 4, pp. 15-20.

ARDILA, L. y GARCIA, M. *Elaboración de una bebida refrescante a base de flor de jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*) en la ciudad de Bucaramanga*. [Tesis de grado]. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Programa de Producción Agroindustrial, 2015. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/156292.pdf>

ARIAS-JIMÉNEZ, E. Importancia de la tuna. *Cactusnet Newsletter*, 2013, vol. 13, pp. 9–12.

\_\_\_\_\_. Preámbulo: Importancia de la tuna [Cactus pear importance]. *Proceedings of the Second Meeting for the Integral Use of Cactus Pear and Other Cacti and First South American Meeting of the FAO-ICARDA CactusNet*, 12–19 September 2012. Santiago del Estero, Argentina: 2013, 175 pp.

ASTELLO GARCIA, M.G., CERVANTES, I., NAIR, V., SANTOS DÍAZ, M.D.S., REYES AGÜERO, A., GUÉRAUD, F., NEGRE SALVAYRE, A., ROSSIGNOL, M., CISNEROS ZEVALLOS, L. y BARBA DE LA ROSA, A.P. Chemical composition and phenolic compounds profile of cladodes from *Opuntia* spp. cultivars with different domestication gradient. *J. Food Compos. Anal.*, 2015, vol. 43, pp. 119–130.

BARBERA, G. Historia e importancia económica y agroecológica. En: BARBERA, G. INGLESE, P. y PIMIENTA, E. (eds.). *Agroecología, cultivo y usos del nopal*. Roma: Estudio FAO Producción y Protección Vegetal, 1999, no. 132, pp. 1-12.

BARRIENTOS, P. F. *El Nopal (Opuntia spp) su mejoramiento y utilización en México*. 1983.

BECERRA, R. S. *Eficiencia fotosintética del nopal Opuntia spp. en relación con su orientación con sus cladodios*. [Tesis de maestría]. México: Colegio de posgraduados de Chapingo, 1975.

BERNAL, J. A., TAMAYO, A., LONDOÑO, M., y HINCAPIÉ, M. Frutales de clima cálido. Rionegro, Colombia: CORPOICA-SENA, Centro de Investigación “La Selva”, 1999, p. 7.

BORREGO, E. y BURGOS, V. *El Nopal*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 1986, 227 p.

CÁRDENAS, A., HIGUERA-CIAPARA, I. Y GOYCOOLEA, F. Rheology and aggregation of cactus (*Opuntia ficus-indica*) mucilage in solution. *J. Profess. Assoc. Cactus Develop*, 1997, no. 2, pp. 152- 159.

CÁRDENAS-MEDELLÍN, M. L., SERNA-SALDÍVAR, S. O., y VELAZCO de la GARZA, J. Efecto de la ingestión de nopal crudo y cocido (*Opuntia ficus indica*) en el crecimiento y perfil de colesterol total, lipoproteína y glucosa en sangre de ratas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 1998, vol. 48, no. 4, pp. 316-23.

CASAS, A. y BARBERA, G. *Mesoamerican domestication and diffusion*. Berkeley, USA: University of California, Press. P.S. Nobel, (ed.). *Cacti: Biology and uses*, 2002, pp.143–162.

CASTILLO, M Y ROJAS, P. Determinación de las Propiedades en Zumo y Néctar Empleados en un Programa en Visual Basic. Chimbote, Perú: 2005.

CORRALES, G. J.; y FLORES V. C. *Nopalitos y tunas: producción, comercialización, poscosecha e industrialización*. Universidad Autónoma de Chapingo, CIESTAAM Programa nopal, 2003, pp. 39–96.

DE LA ROSA y SANTANA, A. *El cultivo del nopal (opuntia spp), diferentes usos agronómicos y costos de producción*. México: Memoria Chapingo, 1992, p. 153.

DUBEUX, Jr, J.C.B., DOS SANTOS, M.V.F., DE MELLO, A.C.L., DA CUNHA, M.V., FERREIRA, M. de A., DOS SANTOS, D.C., LIRA, M. de A. & SILVA, M. da C. Forage potential of cacti on drylands. *Acta Hortic.*, 2015, vol. 1067, pp. 181–186.

EL NUTRIULLET, *Manual*. [En línea]. s.f. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en [http://www.elnutribullet.com/themes/89/docs/NutriBullet\\_Manual.pdf](http://www.elnutribullet.com/themes/89/docs/NutriBullet_Manual.pdf)

FACCTP. [En línea]. s.f. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en [http://www.fcctp.usmp.edu.pe/cultura/imagenes/pdf/18\\_02.pdf](http://www.fcctp.usmp.edu.pe/cultura/imagenes/pdf/18_02.pdf)

FAO. The double burden of malnutrition: case studies from six developing countries. Rome, 2006.

FLORES-VALDEZ, C. A. Producción, industrialización y comercialización de Nopalitos. En: BARBERA, G. INGLESE, P. y PIMIENTA, E. (eds.). *Agroecología, cultivo y usos del nopal*. Roma: Estudio FAO Producción y Protección Vegetal, 1999, no. 132, pp. 97-105.

FREIRE, W., SILVA-JARAMILLO, K., RAMIREZ-LUZURIAGA, M., BELMONT, P., WATERS, W. The double burden of undernutrition and excess body weight in

Ecuador. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2014, vol. 100, no. 6, pp. 1636S-43S.

FUNDACIÓN GUAYACANAL. 2012, párr. 2

FUNDACIÓN GUAYACANAL. 2017.

GARCÍA DE ALBA DEL B. Usos y aplicaciones del nopal. [En línea]. Consejo de promoción del nopal y tuna, 2008. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en <http://www.cpnt.org.mx/secciones/portada.ph>

GARCÍA, J., HERNÁNDEZ, I., TARANGO, L., TORRES, M., BECERRA, J., PASTOR, F., MARTÍNEZ, O., VALVERDE, A., GARCÍA, J., ESPINOZA, A., CEDILLO, I., AMENTE, A., RÖSSEL, D. & TISCAREÑO, A. Programa Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología en el Estado de San Luis Potosí Etapa II Caracterización de la cadena agroalimentaria del nopal tunero e identificación de sus demandas tecnológicas. San Luis Potosí, México: Colegio de postgraduados, Campus San Luis Potosí, Fundación Produce, 2003.

GONZÁLEZ, L. R. G. Desarrollo y evaluación de una película comestible obtenida del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) utilizada para reducir la tasa de respiración de nopal verdura. [Investigación Universitaria Multidisciplinaria]. *Revista de Investigación de la Universidad Simón Bolívar*, 2011, vol. 10, no. 14.

GUEVARA, Carlos. Efectos biofuncionales del Nopal y Tuna. *Revista Horticultura*, 2009. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible [www.horticom-con?73932](http://www.horticom-con?73932)

GUZMÁN, C. Estudio bromatológico del gladiolo del Nopal. (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. *Rev. Soc. Quim.*, 2007, vol. 73, no. 1, pp. 41-45.

HAMPTON. *Tipos de extractores para jugos*. México: 2009.

HEBBEL, H. S. *Avances en aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos: aplicaciones y comentarios de orden químico y tecnológico*. 1990.

IBARZ, A. *Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos [Ultima Ed.]*. México: Editorial Mundi-Prensa, 2005, 985 pp.

INGLESE, P.; CANDELARIO, J.; NEFZAOU, A.; y SÁENZ, C. *Ecología del cultivo, manejo y uso del nopal*. [En línea]. Roma: FAO, 2018. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en <http://www.fao.org/3/i7628es/I7628ES.pdf>

KIESLING, R. Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 1999, vol. 3, pp. 50–59.

KROKER-LOBOS, M., PEDROZA-TOBIÁS, A., PEDRAZA, L., RIVERSA, J. The double burden of undernutrition and excess body weight in Mexico. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2014, vol. 100, no. 6, pp. 1652S–1658S

LAZCANO, M.; JARAMILLO, M.G.; NAVARRO, A.R.; Y GONZALES, F. *Elaboración de bebida refrescante para diabéticos*. [En línea]. Guanajuato, México: Universidad de Guanajuato, XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2010. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en [http://respyn2.uanl.mx/especiales/2010/ee-092010/documentos/desarrollo\\_nuevos\\_productos/DPN56.pdf](http://respyn2.uanl.mx/especiales/2010/ee-092010/documentos/desarrollo_nuevos_productos/DPN56.pdf)

LÓPEZ, D. *Los Beneficios del Nopal*. [En línea]. Las Plantas Curativas de Dios, 2013. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en <https://lpcdedios.wordpress.com/2013/11/22/los-beneficios-del-nopal/>

MALPICA-VERANO, Eduardo. *Mejoramiento de la formulación de una bebida de papelón con limón*. [Tesis de Magíster]. Caracas, Venezuela: Universidad Simón Bolívar, Magíster en Ciencia de los alimentos, 2010.

MASSCHELEIN-KLEINER, L. *Ancient Binding Media, Varnishes and Adhesives*, ICCROM, 1995.

MATSUHIRO, B., LILLO, L., SÁENZ, C., URZÚA, C. AND ZÁRATE, O. Chemical characterization of the mucilage from fruits of *Opuntia ficus-indica*. *Carbohydrate Polymer*, 2006, vol. 63, pp. 263-267

MAUSETH, J.D. Effect of growth rate, morphogenic activity and phylogeny on shoot apical ultrastructure in *Opuntia polyacantha* (Cactaceae). *American Journal of Botany*, 1984, vol. 71, pp. 1283–1292.

MCGARVIE, D., y PAROLIS, H. The acid-labile peripheral chains of the mucilage of *Opuntia ficus-indica*. *Carbohydrate Research*, 1981, vol. 94, pp. 57-65.

MEDINA-TORRES, L., BRITO-DE LA FUENTE, E., TORRESTIANA-SANCHEZ, B., y KATTHAIN, R. Rheological properties of the mucilage gum (*Opuntia ficus indica*). *Food hydrocolloids*, 2000, vol. 14, no. 5, pp. 417-424.

NOBEL, P., CAVELIER, J. y ANDRADE, J. L. Mucilage in cacti: its apoplastic capacitance, associated solutes, and influence on tissue water relations. *Journal of Experimental Botany*, 1992, vol. 43, no. 250, pp. 641-648.

Norma del CODEX para el nopal. CODEX.S, 1993.

ORTIZ, Á. V., ASTUDILLO, I. C. P., y GARCÍA, J. M. Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 2013, vol. 15, no. 1, pp. 137-144.

OSORIO-CÓRDOBA, J., PELAYO-ZALDÍVAR, C., VERDE-CALVO, J. R., PONCE-VALADEZ, M., DÍAZ DE LEÓN-SÁNCHEZ, F., BOSQUEZ-MOLINA, E., RODRÍGUEZ HUEZO, M. E. Conservación de nopal verdura 'Milpa Alta' (*Opuntia ficus-indica* Mill.) desespinado en envases con atmósfera modificada. *Revista mexicana de ingeniería química*, 2011, vol. 10, no. 1, pp. 93-104.

Promoción del desarrollo sostenible y la igualdad de la mujer rural en los santos [Estudio de caso sobre el Modelo Energético Eficiente Para Zonas Áridas – MEEPZA de la Fundación Estación Biológica Guayacanal]

RAMÍREZ, J.S. *Liofilización de Alimentos*. Cali, Colombia: Reciteia, 2006, no. 6.

RAMÍREZ, Mónica. *Elaboración de una bebida con potencial hipoglucemiante a partir de nopal y tuna blanca (Opuntia ficus-indica)*. [Tesis de grado]. Saltillo, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Ingeniería en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2015. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6708/63399%20RAM%C3%8DREZ%20MONTTOYA,%20M%C3%93NICA%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

RAMÍREZ-MORENO, E., CÓRDOBA-DÍAZ, D., DE CORTES SÁNCHEZ-MATA, M., DÍEZ-MARQUÉS, C., & GOÑI, I. Effect of boiling on nutritional, antioxidant and physicochemical characteristics in cladodes (*Opuntia ficus indica*). *LWT-Food Science and Technology*, 2013, vol. 51, no. 1, pp. 296-302.

RÍOS, R. J. y QUINTANA M. V. *Manejo General del Cultivo del Nopal: Manual del Participante*. [En línea]. Colegio de Postgraduados y Secretaría de la Reforma Agraria, 2004. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en: [http://www.sra.gob.mx/internet/informacion\\_general/programas/fondo\\_tierras/manuales/Manejo\\_general\\_cultivo\\_Nopal.pdf](http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/Manejo_general_cultivo_Nopal.pdf).

RODRÍGUEZ, Cristina. *Evaluación del mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica) como agente estabilizante en néctar de maracuyá (Passiflora edulis)*. [Tesis de grado]. Bogotá: Universidad de La Salle, Programa de Ingeniería de Alimentos, 2017.

RODRÍGUEZ, Edwar. *Plan para la Internacionalización del Nopal producido en la Mesa de los Santos Santander*. [Tesis de grado]. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás, Facultad de Negocios Internacionales, 2016.

RODRÍGUEZ-GONZÁLEZA, S., MARTÍNEZ-FLORESA, H. E., ÓRNELES-NUÑEZA, J. L., & GARNICA-ROMOB, M. G. Optimización de la extracción del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*). 2000.

SÁENZ, C., SEPÚLVEDA, E., MATSUHIRO, B. *Opuntia spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives*. *Journal of Arid Environments*, 2004, vol. 57, no. 3, pp. 275-290.

SÁENZ, C., SEPÚLVEDA, E., PAK, N. Y VALLEJOS, X. *Uso de fibra dietética de nopal en la formulación de un polvo para flan*. *Arch. Latinoam. Nutr*, 2002, vol. 52, no. 4, pp. 387- 392.

SÁENZ, C., VÁSQUEZ, M., TRUMPER, S., FLUXÁ, C. *Extracción y composición química de mucílago de tuna (Opuntia ficus-indica)*. *Proceedings, II Congreso Internacional de Tuna y Cochinilla*, 1992, pp. 93-96.

SÁENZ, Camila. Capítulo 5: Uso de los cladodios del nopal en productos alimenticios. En: *Utilización agroindustrial del nopal*. Roma: FAO, 2006, Boletín de Servicios Agrícolas no. 162.

SÁENZ, Camila. *Utilización agroindustrial del nopal*. Roma: FAO, 2006, Boletín de Servicios Agrícolas no. 162.

SARAVIA-TASAYCO, P. L. *Agrupamientos Productivos (Cluster) del Nopal*. [En línea]. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en [http://www.contactopyme.gob.mx/estudios/docs/nopal\\_mexico.PDF](http://www.contactopyme.gob.mx/estudios/docs/nopal_mexico.PDF)

SARMIENTO, O., PARRA, D., GONZÁLEZ, S., GONZÁLEZ-CASANOVA, I., FORERO, A, GARCÍA, J. The dual burden of malnutrition in Colombia. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2014, vol. 100, no. 6, pp. 1628S-35S.

SEPÚLVEDA, E., SÁENZ, C., ALIAGA, E., ACEITUNO, C. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. *Journal of Arid Environments*, 2007, vol. 68, no. 4, pp. 534-545.

Servicios Agrícolas integrados en el Estado de México. Metepec, México. pp.20.

SKINNER y EZRA (Gobierno de Israel). Nopal cactus effect on herpes simplex and influenza A viruse. Israel. Patente internacional, 1993.

SUDZUKI, F. Anatomía y morfología. En: BARBERA, G. INGLESE, P. y PIMIENTA, E. (eds.). *Agroecología, cultivo y usos del nopal*. Roma: Estudio FAO Producción y Protección Vegetal, 1999, no. 132, pp. 29-36.

TURNIX. *Instructivo de extractores*. [En línea]. s.f. (Consultado el 10 de febrero del 2020). Disponible en <http://turmix.com.mx/instructivos/pdf/extractores-a.pdf>

UNESCO. *Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe: Proyecto Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas de América Latina y el Caribe*, CA-ZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, 2010, no. 25.

# ANEXOS

## Anexo A. Resultados de laboratorio



NIT. 804.016.152-8

### REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión: 01 de Noviembre de 2019	No. 174700
Solicitante: <b>FERNANDO MONRROY</b>	Tipo de muestra: Alimento
Dirección: CALLE 28 No. 30-44 LA CAMPIÑA GIRON	Identificación: <b>ZUMO DE NOPAL CON CONSERVANTES</b>
Lugar de muestreo: <b>GIRON</b>	Descripción: Alimento Preparado
Fecha de muestreo: 30 de Octubre de 2019	Responsable de muestreo: Solicitante
Fecha de recepción: 30 de Octubre de 2019	Procedimiento de muestreo: Solicitante
Envase o empaque: Vidrio	Tamaño de la muestra: 200 ml
Tipo de muestreo: Puntual	Plan de muestreo: //
Condiciones de la muestra: Refrigerada	Lote: //
Observaciones: //	

### ANÁLISIS FISCOQUÍMICO

Fecha de análisis:	VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES
01/11/2019	ACIDEZ (ACIDO CITRICO)	AOAC 942.15 - B	1,56	%
01/11/2019	° BRIX (20°C)	AOAC 932.14 - C	4,0	"Brix
31/10/2019	pH	AOAC 981.12	3,28	Unid. pH

#### OBSERVACIONES: //

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA LTDA.  
Este reporte de resultados es válido únicamente si tiene sello seco.

**Nota:** la muestra a la que se refieren los datos de este reporte, ha sido proporcionada por el SOLICITANTE, por lo tanto, SIAMA LTDA. no es responsable del origen o fuente de donde se ha extraído dicha muestra. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la (s) muestra(s) y por tanto se refieren(n) única y exclusivamente a dicha(s) muestra(s).

Elaboró:   
**MARIA DEL PILAR VARGAS RIVERA**  
 COORDINADORA DE FISCOQUÍMICA  
 QUÍMICA AMBIENTAL PQAmb 029

Revisó:   
**SERGIO ALEXANDER ROJAS**  
 DIRECTOR DE FISCOQUÍMICA  
 ING. BIOTECNOLÓGICO

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Cualquier modificación de este documento, realizada sin el consentimiento de la signataria de este documento es ilegal y los cambios pueden ser procesados con el mismo rigor de a ley.

Código: R-051 Versión: 0.3 Fecha: 24/08/2018 Página: 1 de 1



Servicios Integrados para la Industria del Agro,  
Minero - Energética y el Medio Ambiente.

[www.siamaltda.com](http://www.siamaltda.com)

**REPORTE DE RESULTADOS**

Fecha de emisión: 12 de noviembre de 2019	No. 174701
Solicitante: <b>FERNANDO MONRROY</b>	Tipo de muestra: Alimento
Dirección: CALLE 28 No. 30-44 LA CAMPIÑA GIRÓN	Identificación: <b>ZUMO DE NOPAL CON CONSERVANTES</b>
Lugar de muestreo: GIRÓN	Descripción: alimento preparado
Fecha de muestreo: 30 de octubre de 2019	Responsable de muestreo: solicitante
Fecha de recepción: 30 de octubre de 2019	Procedimiento de muestreo: solicitante
Envase o empaque: vidrio	Tamaño de la muestra: 290 mL
Tipo de muestreo: Puntual	Plan de muestreo://
Condiciones de la muestra: Refrigerada	Lote: //
Observaciones: //	

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Fecha de análisis	VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
30-10-2019 02-11-2019	RECUESTO DE AEROBIOS MESÓFILOS	NTC 4519	<10	UFC / mL	Máx. 25 000
30-10-2019 31-11-2019	<i>Escherichia coli</i>	NTC 4458	<10	UFC / mL	<10
30-10-2019 02-11-2019	<i>Salmonella spp</i>	ISO 6579	Ausencia	Ausencia o presencia/ 25 ml	Ausencia
30-10-2019 04-11-2019	MOHOS Y LEVADURAS	NTC 5698-1	37 x 10	UFC / mL	Máx. 3000

**OBSERVACIONES:** Las variables analizadas se encuentra dentro de los requisitos microbiológicos aceptables establecidos según la NTC 5468 para jugo (zumo), pulpa, néctar de frutas y sus concentrados. Jugos (zumos) de frutas sin tratamiento térmico congelados o no.

**Nota:** La muestra a la que se refieren los datos de este reporte, ha sido proporcionada por el SOLICITANTE, por lo tanto, SIAMA LTDA no es responsable del origen o fuente de donde se ha extraído dicha muestra. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la(s) muestra(s) y por tanto se refiere(n) única y exclusivamente a dicha(s) muestra(s).

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA LTDA.

Este reporte de resultados es válido únicamente si tiene sello seco.



Elaboró y revisó: **BRAYAN VILLAMIZAR PÉREZ**  
 DIRECTOR MICROBIOLOGÍA  
 MICROBIÓLOGO REG. FOLIO 799 13-L  
 FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

**Código:** R - 051 **Versión:** 0.3 **Fecha:** 24/08/2018 **Página:** 1 de 1



Servicios Integrados para la Industria del Agro,  
 Minero - Energética y el Medio Ambiente.

[www.siamaltda.com](http://www.siamaltda.com)

## Anexo B. Ficha técnica

		<b>FICHA TECNICA PENCAS DE NOPAL</b>	<b>PRODUCCION AGROINDUSTRIAL</b> # 001
<b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b>		PENCA DE NOPAL	
<b>DESCRIPCION DEL PRODUCTO</b>  		Pencas o cladodios de color verde intenso de un peso aproximado de 300 a 500g. con un tamaño de 25 a 35cm Libre de espinas, sin manchas en su epidermis.	
<b>PRESENTACION Y EMPAQUE</b>		Las pencas deben estar empacadas en canastillas plásticas las cuales deben estar libre de suciedad, su peso no puede superar los 30k peso bruto	
<b>CARACTERISTICAS ORGANOELÉCTRICAS</b>		COLOR: verde claro intenso TEXTURA: libre de espinas OLOR: verdura fresca	
<b>COMPOSICIÓN NUTRICIONAL</b>		En 8g hay 2.9 g de hidratos de carbono y 1.1 g de proteína y solamente 14 kcal. 2 g de fibra, 80mg de calcio.	

## Anexo C. Formato de evaluación sensorial

### PRUEBA SENSORIAL DESCRIPTIVA PERFIL DE SABOR Y TEXTURA



**NOMBRE** \_\_\_\_\_ **FECHA** \_\_\_\_\_

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** **BEBIDA DE NOPAL**

A continuación se le entregaran dos recipientes codificados, los cuales contiene zumo de nopal debera probar e identificar sus características de sabor y textura.  
Marque con una (x) según el grado de intensidad.

#### TRATAMIENTO N01

SABOR	0	1	2	3	4	5
DULCE						
ACIDO						
AMARGO						
TEXTURA	0	1	2	3	4	5
VISCOSO						
FIBROSO						
JUGOSO						

#### TRATAMIENTO N02

SABOR	0	1	2	3	4	5
DULCE						
ACIDO						
AMARGO						
TEXTURA	0	1	2	3	4	5
VISCOSO						
FIBROSO						
JUGOSO						

ESCALA DE INTENSIDAD	0 Ausencia total	3 Media
	1 Casi imperceptible	4 Alta
	2 Ligera	5 Extrema

**PREGUNTA: Cual tratamiento usted prefiere marque con una (x)**

<b>N01</b>		<b>N02</b>	
------------	--	------------	--

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

MUCHAS GRACIAS

## Anexo D. Registro fotográfico

### Recepción de la materia prima



**Clasificación de las pencas:**



**Limpieza:**







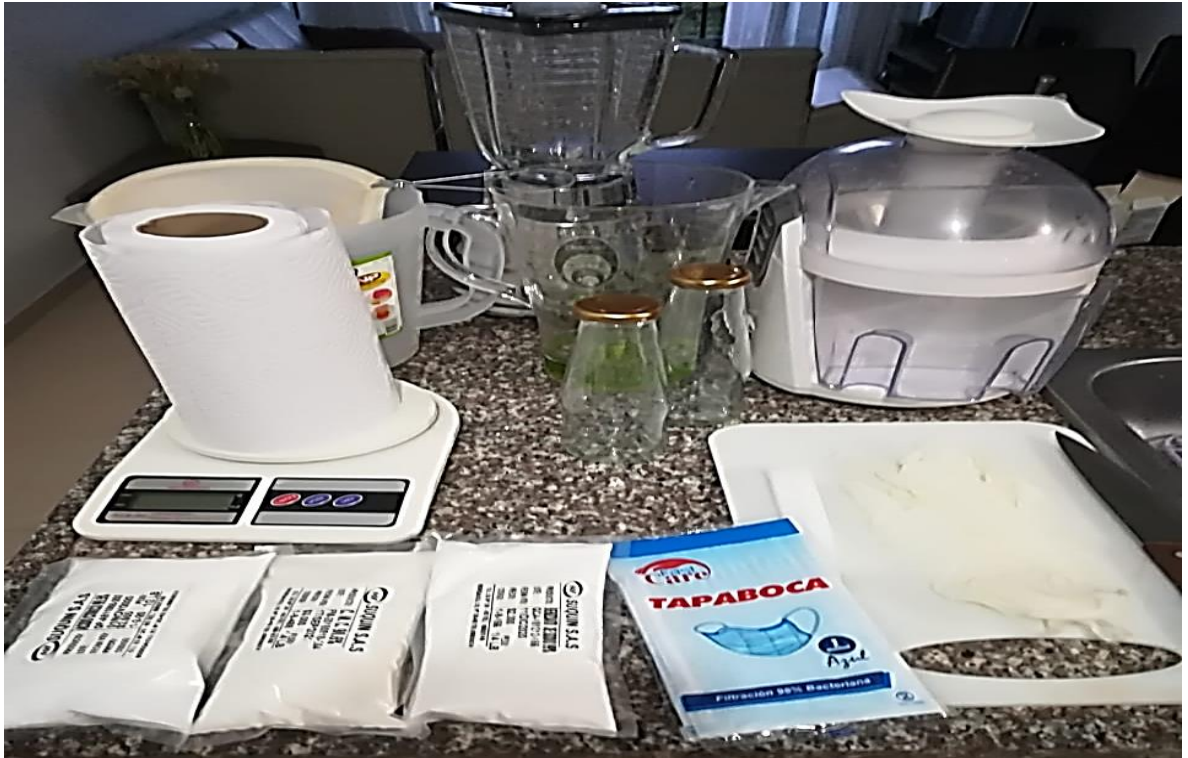
**Troceado de las pencas de nopal:**



Licuada y colado del zumo de nopal:



Extracción del zumo de nopal:



**Envasado del zumo:**



