

**MEJORAMIENTO DE LA PALATABILIDAD Y PRESERVACIÓN DE LAS
PROPIEDADES NUTRITIVAS DEL FRUTO DE NONI (*Morinda citrifolia*)
MEDIANTE LA ELABORACION DE UN JUGO TROPICAL**

**ESMERALDA MARCELA PAZ SAAVEDRA
GERMAN ARMANDO RIVERA REVELO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2010**

**MEJORAMIENTO DE LA PALATABILIDAD Y PRESERVACIÓN DE LAS
PROPIEDADES NUTRITIVAS DEL FRUTO DE NONI (*Morinda citrifolia*)
MEDIANTE LA ELABORACION DE UN JUGO TROPICAL**

**ESMERALDA MARCELA PAZ SAAVEDRA
GERMAN ARMANDO RIVERA REVELO.**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agroindustrial**

**Asesor:
OLGA LUCIA BENAVIDES
Ing. Química, M.Sc.
Profesora Facultad Ingeniería Agroindustrial**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2010**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo de grado, son responsabilidad exclusiva de su autor.

Artículo 1º del Acuerdo No 324 de 11 de octubre de 1966, emanado del Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Marzo de 2010

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a su directora del proyecto, Ingeniera Olga Lucia Benavides profesora de la facultad de Ingeniería Agroindustrial, por su asesoría y acompañamiento durante el desarrollo del presente trabajo de grado.

A la ingeniera Zully Ximena Suárez, profesora de la facultad de Ingeniería Agroindustrial, por su continua asesoría y consejos durante la ejecución del presente trabajo.

Al doctor Oswaldo Osorio por su continua asesoría.

A los ingenieros Andrés Hurtado y Diego Mejía por su continua asesoría.

A la ingeniera Miryam Carmenza Rojas por su continua colaboración y asesoría.

A la ingeniera Lidia Fajardo por su continua colaboración y asesoría.

Al auxiliar de Planta Piloto de la Universidad de Nariño, Ingeniero Hugo Gomajoa, por su apoyo y acompañamiento incondicional durante el desarrollo de la fase experimental de la investigación.

Al auxiliar de laboratorio de Hidráulica de la Universidad de Nariño, Roberto García, por su colaboración incondicional

A las técnicas de los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, Mabel Tupaz Enríquez y Diana Catherine Melo Muñoz, por su colaboración incondicional.

Y a todas aquellas personas que con su apoyo, colaboración y asesoría hicieron posible el desarrollo de la investigación aquí presente.

*Porque sin Dios nada de esto hubiese sido posible.
A nuestros padres porque sin su apoyo no lo hubiésemos logrado.
A las personas que hacen parte de la Universidad de Nariño porque sin su
ayuda no lo hubiésemos conseguido.
A nuestra directora de tesis porque sin su confianza y colaboración no
hubiésemos alcanzado esta meta.
Y a todas aquellas personas que de una u otra manera siempre nos brindaron
su apoyo incondicional para lograr alcanzar nuestros objetivos.*

RESUMEN

El presente trabajo reporta un estudio sobre el mejoramiento de la palatabilidad de jugo de Noni (*Morinda citrifolia*), fruto que ha sido ampliamente utilizado en la medicina tradicional, además estudios recientes han demostrado que el Noni posee sustancias muy importantes, cerca de 160 compuestos fitoquímicos se han identificado en la planta de Noni, y los mayores nutrientes son componentes fenólicos, tales como antraquinonas (damnacanthal), ácidos orgánicos y alcaloides, el principal reportado ha sido la xeronína. El objetivo de esta investigación es desarrollar un producto a partir del fruto de Noni mezclado con pulpas de frutas (uva Isabela, mora de castilla y maracuyá) a fin de mejorar el grado de palatabilidad del producto final.

El jugo de Noni fue sometido a análisis sensorial, evaluando parámetros como apariencia general, sabor, color y olor, y los tres últimos factores se tuvieron en cuenta para la aplicación del diseño de experimentos. Para el análisis sensorial se aplicó el método de pruebas de consumidor contando con la colaboración de 50 panelistas que hacen parte del campus universitario, a quienes se les dio unas instrucciones iniciales antes de que realicen la evaluación.

También se evaluaron, características físicas y químicas del jugo, se realizó un monitoreo durante el proceso y un estudio preliminar de actividad microbiana para analizar las condiciones del jugo. La bebida con mayor aceptación fue aquella que contenía 50% Noni con 15% uva Isabela (*Vitis labrusca*), 15% Mora de castilla (*Rubus glaucus*) y 20% Maracuyá (*Pasiflora edullis*). Esta combinación fue la más acertada para lograr mejorar las características sensoriales. No existieron cambios significativos en la calidad del jugo de Noni durante el proceso de elaboración y en el tiempo de vida en anaquel.

ABSTRACT

This work reports a research of optimization of juice of Noni (*Morinda citrifolia*), it has been used as a medicinal plant, and studies show that Noni has important curative substances, about 160 phytochemical compounds have been already identified in the Noni plant, and the major micronutrients are phenolic compounds such as are anthraquinones (damnacanthal), organic acids and alkaloids, the principal reported alkaloid is xeronine. The objective of this project was to develop a delicious product from Noni fruit's. The objective in this investigation is to made a juice of Noni with fruits (grapes, blackberry and Maracay), to improve the flavor of juice of Noni.

The product was evaluated using a sensorial analysis. This evaluation was carried out three times with 50 panelists from Nariño University each time. The aspects evaluated were general appearance, taste, color and odor.

Also, characteristics physicals and chemistries, was monitored during the process and preliminary microbial activity was measured in order to assess sanitary conditions in the juice of Noni. The beverage with the best acceptance was 50% Noni with 15% grapes (*Vitis labrusca*), 15% blackberry (*Rubus glaucus*) and 20% Maracay (*Pasiflora edullis*). This combination was the more acertable for the sensorial characterist.

Significant changes in the quality of the product did not exist during process of elaboration and the time of life in shelf.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	27
1. OBJETIVOS	29
1.1 OBJETIVO GENERAL	29
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	29
2. GENERALIDADES	30
2.1 GENERALIDADES DEL NONI (<i>Morinda citrifolia</i>)	30
2.1.1 Descripción de la planta.	31
2.1.2 Análisis químico del fruto de Noni y sus propiedades nutraceuticas.	33
2.2 ALGUNAS PROPIEDADES NUTRICIONALES DE MARACUYÁ, UVA Y MORA.....	37
2.3 JUGOS DE FRUTAS.....	39
2.4 LÍNEA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE JUGOS.....	40
2.4.1 Recepción.	40
2.4.2 Selección.....	40
2.4.3 Lavado y desinfección.	40
2.4.4 Clasificación.....	41
2.4.5 Pelado.	41
2.4.6 Extracción o despulpado.	41
2.4.7 Tratamiento de conservación	42
2.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS, FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS JUGOS ..	42
2.5.1 Análisis bromatológicos	42
2.5.2 Análisis microbiológicos.....	43
2.5.3 Análisis organolépticos	43
2.5.4 Análisis físico-químicos	44
2.5.5 Vida útil de jugos.	45
2.5.6 Pasteurización de jugos.....	45

2.6 PRUEBAS DE ANÁLISIS SENSORIAL DEL JUGO TROPICAL A BASE DE NONI.....	46
2.6.1 Evaluación sensorial.....	49
2.6.2 Tipos de análisis:.....	51
2.6.3 Pruebas de degustación.....	52
2.7 MODELOS REOLÓGICOS PARA ALIMENTOS FLUIDOS.....	55
2.7.1 Esfuerzo cortante, σ (Nm ⁻²).	56
2.7.2 Velocidad de corte, γ (t ⁻¹).	57
2.7.3 Viscosidad aparente, η (kg m ⁻¹ s ⁻¹).	57
2.8 PROPIEDADES FÍSICAS Y BIOQUÍMICAS.....	57
2.8.1 Textura.....	57
2.8.2 Brix, pH y Acidez:	58
2.8.2.1 Brix	58
2.8.2.2 pH	59
2.8.2.3 Acidez.....	59
2.8.3 Densidad.....	60
2.8.4 Color.....	61
2.8.5 Turbiedad	61
3. DISEÑO METODOLÓGICO	62
3.1 MATERIALES Y EQUIPOS	62
3.1.1 Material experimental.....	62
3.1.2 Maquinaria y equipo.....	62
3.2 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTO	67
3.2.1 Recepción de materia prima	67
3.2.2 Selección y clasificación.....	68
3.2.3 Lavado y desinfección.....	68
3.2.4 Pelado.....	69
3.2.5 Elaboración de jugo tropical de Noni.....	69
3.2.6 Reformulación de jugo de Noni.....	71
3.2.7 Descripción del proceso reformulando los contenidos de pulpas	72
3.2.8 Proceso de pasteurización	73

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	75
4.1 PRUEBAS DE DEGUSTACIÓN.....	75
4.2 DISEÑO EXPERIMENTAL DEL GRADO DE COLOR DEL JUGO DE NONI.	77
4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL DEL GRADO DE PALATABILIDAD DEL JUGO DE NONI	80
4.4 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA NUEVOS TRATAMIENTOS	84
4.4.1 Descripción del diseño experimental del análisis sensorial en cuanto al sabor.	85
4.4.2 Descripción del diseño experimental del análisis sensorial en cuanto al olor:.....	88
4.5 PERFIL SENSORIAL POR APROXIMACIÓN MULTIDIMENSIONAL PARA JUGO DE NONI (<i>Morinda citrifolia</i>) CON MEZCLA DE FRUTAS.....	90
4.5.1 Apariencia	92
4.5.2 Olor.	93
4.5.3 Sabor.	95
4.5.4 Textura.....	98
4.5.5 Evaluación sensorial de producto final (Jugo tropical de Noni) aplicando un panel de degustación.....	101
4.6 EVALUACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL JUGO	103
4.7 ANÁLISIS DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN	106
4.8 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y BIOQUÍMICAS DEL PRODUCTO	111
4.8.1 Textura	111
4.8.2 Resultados Brix, pH y Acidez	111
4.8.3 Propiedades reológicas	112
4.8.3.1 Densidad.....	113
4.8.3.2 Viscosidad.....	113
4.8.3.3 Color	115
4.8.3.4 Turbidez	123
4.9 EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL JUGO DE NONI A NIVEL DE LABORATORIO	124
4.9.1 Causas de deterioro en la calidad del jugo de Noni	126
4.9.1.1 Factores Inherentes al Producto. Calidad de la materia prima.	126

4.9.1.2 Factores Ambientales	126
5. CONCLUSIONES	127
6. RECOMENDACIONES	128
BIBLIOGRAFÍA	129
NETGRAFÍA	131
ANEXOS	132

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Análisis Bromatológico del Noni.....	34
Cuadro 2. Composición de Vitaminas en frutas.....	39
Cuadro 3. Características microbiológicas de los jugos pasteurizados.	43
Cuadro 4. Características físico-químicas de los jugos y pulpas de frutas	44
Cuadro 5. Atributos de textura de los alimentos	58
Cuadro 6. Porcentajes de peso de pulpas uva Isabela (<i>Vitis labrusca</i>), mora de castilla (<i>Rubus glaucus</i>) y piña (<i>Ananas comosus L.</i>) para la elaboración del jugo de Noni.....	70
Cuadro 7. Resultados de pH y °Bx de los diferentes tratamientos.....	70
Cuadro 8. Reformulación de tratamientos	72
Cuadro 9. Codificación de tratamientos empleada en encuestas.	75
Cuadro 10. Cuadro ANOVA para el color (Análisis de varianza)	77
Cuadro 11. Pruebas de Múltiple Rangos para el color.....	78
Cuadro 12. Cuadro ANOVA para el sabor (Análisis de varianza).....	81
Cuadro 13. Pruebas de Múltiple Rangos para el sabor.	81
Cuadro 14. Codificación de tratamientos empleada en encuestas.	84
Cuadro 15. Cuadro ANOVA para sabor. (Segundo análisis)	86
Cuadro 16. Pruebas de Múltiple Rangos. (Segundo análisis).....	87
Cuadro 17. Cuadro ANOVA de olor. (Segundo análisis)	88
Cuadro 18. Pruebas de Múltiple Rangos de olor. (Segundo análisis).....	89
Cuadro 19. Resultados obtenidos en cuanto Apariencia	92
Cuadro 20. Resultados obtenidos en cuanto a Olor	94

Cuadro 21. Resultados obtenidos en cuanto a Sabor.....	97
Cuadro 22. Resultados obtenidos en cuanto a Textura.	99
Cuadro 23. Ficha microbiológica del jugo de Noni no pasteurizado vs. Admisible para jugo de tomate según Resol. N°15790/84	104
Cuadro 24. Ficha microbiológica del jugo de Noni pasteurizado vs. Admisible para jugo de tomate según Resol. N°15790/84	105
Cuadro 25. Ficha Microbiológica de jugo de Noni pasteurizado vs. Admisible para jugo de tomate según Resol. N°15790/84	108
Cuadro 26. Cuadro de factores y variables.....	109
Cuadro 27. Cuadro de lectura de parámetros físicos.....	111
Cuadro 28. Cuadro de lectura de parámetros de acidez.	112
Cuadro 29. Cuadro de lectura de parámetros reológicos	113
Cuadro 30. Cuadro de lectura de determinación de color en espectrofotómetro .	118
Cuadro 31. Cuadro de obtención de las unidades platino cobalto del jugo	118
Cuadro 32. Cuadro de lectura de grado de turbidez	123
Cuadro 33. Cuadro de Ensayo de vida en anaquel a 4°C.	125
Cuadro 34. Cuadro de Ensayo de vida a temperatura ambiente.	126

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Planta de Noni	32
Figura 2. Pulpa de Noni	42
Figura 3. Caracterización Del Comportamiento De Diversos Fluidos Independientes Del Tiempo	55
Figura 4. Frutos de Noni	62
Figura 5. Instrumentos de adecuación de materia prima	63
Figura 6. Balanza analítica	63
Figura 7. pHmetro y refractómetro	64
Figura 8. Despulpadora	64
Figura 9. Licuadora industrial.....	65
Figura 10. Pasteurizador experimental	65
Figura 11. Envases ámbar	66
Figura 12. Turbidímetro y Espectrofotómetro.....	66
Figura 13. Probeta, termómetro digital, cronometro y balines	67
Figura 14. Sistema de prueba de acidez para jugo de Noni	67
Figura 15. Frutos de Noni (<i>Morinda citrifolia</i>) en proceso de maduración.....	68
Figura 16. Proceso de lavado y desinfección	69
Figura 17. Diagrama de proceso de elaboración del Jugo tropical de Noni con mezcla de frutas.....	71
Figura 18. Sistema de enfriamiento de pasteurizador.....	74
Figura 19. Sistema de bombeo del pasteurizador experimental	110
Figura 20. Dispositivo para medir la velocidad de caída de la esfera en el jugo..	114

Figura 21. Proceso de medida de viscosidad.	114
Figura 22. Proceso de filtrado de muestras.	117
Figura 23. Proceso de dilución de muestras.	117
Figura 24. Circulo cromático	120
Figura 25. Espectro visible.....	120
Figura 26. Matices de los colores complementarios	121
Figura 27. Comparación color según vista frontal.....	122
Figura 28. Comparación color según vista superior.....	122

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Gráfico de medias con respecto al color.	79
Gráfico 2. Gráfico de medias con respecto al sabor	82
Gráfico 3. Comparación respuesta 4 y 5 del ANEXO A.	83
Gráfico 4. Gráfico de medias de sabor para los nuevos tratamientos.....	88
Gráfico 5. Gráfico de medias de olor para los nuevos tratamientos.....	90
Gráfico 6. Apariencia	93
Gráfico 7. Olor.....	95
Gráfico 8. Sabor.....	97
Gráfico 9. Textura	99
Gráfico 10. Perfil sensorial por aproximación multidimensional para jugo de Noni y mezcla de frutas	100
Gráfico 11. Características sensoriales vs ponderación.	101
Gráfico 12. Grado de aceptabilidad de color.....	102
Gráfico 13. Grado de aceptabilidad de sabor	102
Gráfico 14. Grado de aceptabilidad de olor	103
Gráfico 15. Grado de aceptabilidad de textura.....	103

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Encuesta No. 1	133
Anexo B. Encuesta No. 2.....	134
Anexo C. Encuesta No. 3.....	135
Anexo D. Calculo de la velocidad de caída de la esfera en el fluido viscosidad y fuerzas.....	136
Anexo E. Prueba (vit. C) No.1 realizada con jugo de Noni no Pasteurizado.....	137
Anexo F. Prueba (vit. C) No. 1 realizada con jugo de Noni Pasteurizado.....	138
Anexo G. Prueba (vit. C) No.2 realizada con jugo de Noni no Pasteurizado	139
Anexo H. Prueba (vit. C) No. 2 realizada con jugo de Noni Pasteurizado	140
Anexo I. Ficha microbiológica para el jugo de Noni no pasteurizado.....	141
Anexo J. Ficha microbiológica para el jugo de Noni pasteurizado (60°C/30min)	142
Anexo K. Ficha microbiológica para el jugo de Noni pasteurizado (65°C/45min)	143
Anexo L. Ficha microbiológica para el jugo de Noni pasteurizado (70°C/30seg.).....	144
Anexo M. Ficha microbiológica para el jugo de Noni pasteurizado (80°C/15seg.).....	145
Anexo N. Ficha microbiológica (SENA) para el jugo de Noni pasteurizado (70°C/30seg.).....	146
Anexo O. Ficha microbiológica (SENA) para el jugo de Noni pasteurizado (80°C/15seg.).....	147
Anexo P. Ficha microbiológica (SENA) para el jugo de Noni pasteurizado (65°C/45min.).....	148
Anexo Q. Noni Pulpa, fabricado por la CI Borojo de Colombia.....	149
Anexo R. Resultados Perfil Sensorial Multidimensional Para Jugo De Noni (<i>Morinda Citrifolia</i>) Con Mezcla De Frutas	150

GLOSARIO

ACEPTABILIDAD: estado de un producto recibido favorable por un individuo o población determinada, en función de sus propiedades organolépticas.

ACEPTACION: acto que consiste, para un individuo o población dada, en estimar si un producto responde satisfactoriamente a sus expectativas.

ACIDO: describe el sabor o flavor básico producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de sustancias ácidas. (Ejemplo: ácido cítrico)

AMARGO: describe el sabor o flavor básico producido por soluciones acuosas diluidas de varias sustancias, tales como quinina y cafeína.

ANÁLISIS: Distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principales elementos. También se define como un examen detallado de cualquier cosa compleja, con el fin de entender su naturaleza o determinar sus caracteres esenciales.

ANALISIS SENSORIAL: El análisis sensorial o evaluación sensorial es una disciplina científica que permite definir, medir, analizar e interpretar las características de un producto, utilizando para este propósito los órganos de los sentidos bajo la consideración de que no existe ningún instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO: Es aquel grupo de 'probadores' en el que se realiza de forma discriminada una descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa). Se entrena a los evaluadores durante seis a ocho sesiones en el que se intenta elaborar un conjunto de diez a quince adjetivos y nombres con los que se denominan a las sensaciones. Se suelen emplear unas diez personas por evaluación.

ANÁLISIS DISCRIMINATIVO: Se emplea en la industria alimentaría para saber si hay diferencias entre dos productos, el entrenamiento de los evaluadores es más rápido que en el análisis descriptivo. Se emplean cerca de 30 personas. En algunos casos se llega a consultar a diferentes grupos étnicos: asiáticos, africanos, europeos, americanos, etc.

ANÁLISIS DEL CONSUMIDOR: Se suele denominar también prueba hedónica y se trata de evaluar si el producto agrada o no, en este caso trata de evaluadores no entrenados, las pruebas deben ser lo más espontáneas posibles. Para obtener una respuesta estadística aceptable se hace una consulta entre medio centenar, pudiendo llegar a la centena.

AROMA: Consiste en la percepción de las sustancias olorosas y aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, llegando a través del eustaquio a los centros sensores del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos, es por eso que cuando tenemos gripe o resfriado el aroma no es detectado y algunos alimentos sabrán a lo mismo. El uso y abuso del tabaco, drogas o alimentos picantes y muy condimentados, insensibilizan la boca y por ende la detección de aromas y sabores.

ASTRINGENTE: describe la sensación compleja de la contracción de la superficie de las mucosas de la boca, producida por sustancias tales como los taninos del caqui y de la endrina.

BROMATOLOGIA: La bromatología es una disciplina científica que estudia de íntegramente los alimentos, con esta se pretende hacer el análisis químico, físico, higiénico (microorganismos y toxinas), hacer el cálculo de las dietas en las diferentes especies y ayudar a la conservación y el tratamiento de los alimentos.

BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM): Son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.

CALIDAD: Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

COLOR: sensación inducida por la estimulación de la retina por los rayos luminosos de diferentes longitudes de onda.

DAMNACANTHAL: Sustancia natural potente para combatir el cáncer, el damacanthal es el más poderoso. Se ha descubierto que juega un papel importante en la inhibición de algunas células cancerígenas. (Chan-Blanca, et. Al. 2006)

DEGUSTACIÓN: Es analizar con los sentidos las características organolépticas de un producto comestible. Todos los sentidos deben estar en alerta. En la degustación de vinos hay una cronología que se deben cumplir a la hora de hacer una buena degustación.

DEGUSTADOR: Es la persona, la cual es entrenada y seleccionada para evaluar las características organolépticas de un alimento según los modelos preestablecidos.

Los degustadores expresan su forma (numérica) en función de un patrón ideal o escalado, por medio de preguntas. La compilación de los datos obtenidos de su análisis para valorar la certeza en la evaluación de los productos comparados.

DEGUSTACIÓN ANALÍTICA: Esta tiene por objetivo separar, ordenar y finalmente dentro de lo posible identificar las impresiones dominantes. Es la interpretación de un conjunto de sensaciones que se perciben simultánea o sucesivamente.

DEGUSTACIÓN TÉCNICA: Pretende juzgar las cualidades comerciales del producto, siendo exclusiva y eliminatoria, ya que debe evaluar si tiene o no el nivel de cualidad que se pretende y debe permitir apreciar los defectos conociendo su causa. Tiende a la objetividad, y el catador debe llenar un cuestionario punto por punto. El placer o satisfacción no tiene lugar en ella.

DEGUSTACIÓN HEDÓNICO: Tiene como objeto el placer de comer o beber, desea extraer la quintaesencia del producto. Se trata de comer o beber de forma inteligente que sea aprovechado todo lo que el producto ofrece al catador
Instrumentos del análisis sensorial

DISCRIMINACIÓN: acto de diferenciación cuantitativa entre dos o mas estímulos.

DISEÑO EXPERIMENTAL: metodología que utiliza principios estadísticos para diseñar pruebas o ensayos que generen la mayor cantidad de información sobre el sistema bajo estudio con la mayor confiabilidad en el menor tiempo posible y al menor costo.

DULCE: describe el sabor o flavor básico producido por soluciones acuosas De varias sustancias tales como la sacarosa.

ENMASCARAMIENTO: reducción en la intensidad o cambio en la calidad de la percepción de un estímulo por la acción simultanea de otro.

EQUIPO: Es el conjunto de maquinaria, utensilios, recipientes, tuberías, vajillas y demás accesorios que se empleen en la fabricación, procesamiento, preparación, envase, fraccionamiento, almacenamiento, distribución, transporte y expendio de alimentos y sus materias primas.

ESFUERZO CORTANTE: Es la fuerza por unidad de área aplicada paralelamente al desplazamiento (cortante). Tiene unidades de fuerza dividido por superficie, en el SI se mide en $N\ m^{-2}$. Es homogéneo con la unidad de presión, Pa, aunque hay que recordar que a diferencia de ésta, el esfuerzo cortante es una magnitud vectorial. El esfuerzo cortante es una magnitud microscópica ya que cambia en cada punto del perfil de velocidades.

ESTIMULO: energía física, química o eléctrica que produce una actividad en las vías sensoriales e incita a los receptores. Aquello que puede excitar a un receptor.

EXPERTO: es un sentido general, una persona que, por sus conocimientos o experiencia, posee competencia para dar una opinión en los campos sobre los cuales se le consulta.

EVALUACIÓN SENSORIAL: La evaluación sensorial es el análisis de alimentos y otros materiales por medio de los sentidos. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos.

FACTORES: variables que influyen y se controlan sobre una unidad experimental. Son las variables experimentales que inciden sobre la variable respuesta.

FLAVOR: combinación compleja de sensaciones olfativas, gustativas y trigeminales percibidas durante la degustación. El flavor puede estar influenciado por efectos táctiles, térmicos, dolorosos y/o cenestésicos.

FLAVONOIDES: El Noni tiene 10 Flavonoides diferentes. Son sustancias de pigmentación de las frutas y los vegetales. Ayudan en la reparación de los capilares, son anti-inflamatorios y antivirales. (Chan-Blanco, et. Al. 2006)

FECHA DE DURACION MÍNIMA: “Consumir preferentemente antes de”, es la fecha fijada por el fabricante, mediante la cual bajo determinadas condiciones de almacenamiento, expira el período durante el cual el producto es totalmente comercializable y mantiene las cualidades específicas atribuidas tácita o explícitamente, no obstante, después de esta fecha, el alimento puede ser todavía satisfactorio, pero no se considerará comercializable.

FECHA DE ENVASADO: La fecha en que se coloca el alimento en el envase, en el cual se iniciara con la evaluación del producto.

FECHA DE FABRICACIÓN: La fecha en que el alimento se transforma en el producto descrito.

GUSTO: El gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido, dulce, salado, amargo, o bien puede haber una combinación de dos o más de estos. Esta propiedad es detectada por la lengua.

HEDONICA: relativo al gusto o disgusto.

HIGIENE DE LOS ALIMENTOS: Son el conjunto de medidas preventivas necesarias para garantizar la seguridad, limpieza y calidad de los alimentos en cualquier etapa de su manejo.

INSTRUCCIONES DE TRABAJO: Describen las operaciones que hay que realizar en cada proceso o en cada puesto de trabajo. Es un conjunto muy amplio de documentos que debe ser revisado cada vez que se modifica un proceso o un método de trabajo.

INGREDIENTE: Sustancia (s) que se emplean en la fabricación o preparación de un alimento presente en el producto final, aunque posiblemente en forma modificada, incluidos los aditivos alimentarios.

INGREDIENTES PRIMARIOS: Son elementos constituyentes de un alimento o materia prima para alimentos, que una vez sustituido uno de los cuales, el producto deja de ser tal para convertirse en otro.

INGREDIENTES SEGUNDARIOS: Son elementos constituyentes de un alimento o materia prima para alimentos, que, de ser sustituidos, pueden determinar el cambio de las características del producto, aunque este continúe siendo el mismo.

JUGO: El jugo o de frutas, es el líquido obtenido al exprimir algunas clases de frutas frescas, maduras y limpias, sin diluir, concentrar o fermentar. También se considera Jugos los productos obtenidos a partir de Jugos concentrados, clarificados, congelados o deshidratados a los cuales se les ha agregado solamente agua, en cantidad tal que restituya la eliminada en su proceso.

NUTRACÉUTICO: suplemento dietético que proporciona una forma concentrada de un agente presumiblemente bioactivo de un alimento, presentado en una matriz no alimenticia y utilizado para incrementar la salud en dosis que exceden aquellas que pudieran ser obtenidas del alimento normal.

MANIPULADOR DE ALIMENTOS: Es toda persona que interviene directamente y, aunque sea en forma ocasional, en actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte y expendio de alimentos.

MATERIA PRIMA: Son las sustancias naturales o artificiales, elaboradas o no, empleadas por la industria de alimentos para su utilización directa, fraccionamiento o conversión en alimentos para consumo humano.

OLOR: atributo organoléptico perceptible por el órgano olfativo al olfatear algunas sustancias volátiles. Es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los alimentos; dicha propiedad en la mayoría de las sustancias olorosas es diferente para cada una. En la evaluación de olor es muy importante

que no haya contaminación de un olor con otro, por tanto los alimentos que van a ser evaluados deberán mantenerse en recipientes herméticamente cerrados.

OLFATO: Este es el sentido más complejo a los efectos de un estudio, para la degustación. Para producir olores, las sustancias volátiles deben ser solubles en la mucosa del bulbo olfativo. La nariz es sólo un conducto, no es el órgano olfativo. Hay percepción de olores por vía nasal directa y vía nasal indirecta.

OLIGOSACÁRIDOS: Es un tipo de azúcar que estimula la producción de Serotonina, antidepresivo, analgésico, somnífero, combate la migraña.

OÍDO: En donde se puede detectar el descorche de la botella, que puede ser por presión, en el caso de los espumantes y por depresión en el caso de los vinos tranquilos, y aquellos que no tienen el suficiente gas.

ORGANOLÉPTICO: relativo a un atributo de un producto, perceptible por los órganos de los sentidos.

PALATABILIDAD: combinación de propiedades de un producto que lo hacen placentero al consumidor.

PANEL: grupo de evaluadores escogidos para participar en un ensayo sensorial.

PERSISTENCIA: sensación olfativa y/o gustativa semejante a la que se percibe mientras el producto estuvo en la boca, y que continúa durante un periodo de tiempo medible.

PICANTE: describe un producto que una sensación de irritación de las mucosas bucales y nasales, como el vinagre.

PREFERENCIA: expresión del estado o reacción emocional de un emocional de un evaluador, que lo conduce a encontrar un producto mejor que otros.

PROCESO: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

PROCEDIMIENTO: Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

PRODUCTO: Es el resultado del conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

RECEPTOR: parte específica de un órgano de los sentidos, que responde a un estímulo particular.

REFRACTOMETRÍA: técnica analítica que consiste en la medida del índice de refracción de un líquido con objeto de investigar su composición si se trata de una disolución o de su pureza si es un compuesto único.

REGISTROS DE CALIDAD: Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas. Además, constituyen la principal fuente de información y evidencia a cerca de la conformidad del producto.

REQUISITO: Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

SABOR: Esta propiedad de los alimentos es muy compleja, ya que combina tres propiedades: olor, aroma, y gusto; por lo tanto su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado. El sabor es lo que diferencia un alimento de otro, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podrá juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido. En cambio, en cuanto se perciba el olor, se podrá determinar el tipo de alimento. El sabor es una propiedad química, ya que involucra la detección de estímulos disueltos en agua aceite o saliva por las papilas gustativas, localizadas en la superficie de la lengua, así como en la mucosa del paladar y el área de la garganta. Estas papilas se dividen en 4 grupos, cada uno sensible a los cuatro sabores o gustos:

Papilasiformes: Localizadas en la punta de la lengua sensible al sabor dulce.

Fungiformes: Localizada en los laterales inferiores de la lengua, detectan el sabor salado.

CORALIFORMES: Localizadas en los laterales posteriores de la lengua, sensible al sabor ácido.

Caliciformes: Localizadas en la parte posterior de la cavidad bucal detectan sabor amargo.

SALADO: describe el sabor o flavor básico producido por soluciones acuosas de diversas sustancias tales como cloruro de sodio.

SENSORIAL: Pertenece o relativo a las sensaciones, sentidos.

SENSACION: relativo a un atributo de un producto, perceptible por los órganos de los sentidos.

SENSIBILIDAD: capacidad de percibir, identificar y/o diferenciar, cualitativa y/o cuantitativamente, uno o más estímulos, por medio de los órganos de los sentidos.

TACTO: sentido táctil. Reconocimiento de la forma y el estado de las características de un producto por medio del contacto de la piel.

TEXTURA: Es la propiedad de los alimentos apreciada por los sentidos del tacto, la vista y el oído; se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. La textura no puede ser percibida si el alimento no ha sido deformado; es decir, por medio del tacto podemos decir, por ejemplo si el alimento está duro o blando al hacer presión sobre él.

TRATAMIENTO: en un experimento factorial es una combinación de los niveles de los factores.

VARIABLE EXPERIMENTAL: en un diseño experimental es una variable que el experimentador manipula.

VARIABLE RESPUESTA: es una variable que el experimentador mide después de llevar a cabo los tratamientos, para ver como es afectada por la variable experimental.

VISCOSIDAD: atributo mecánico de textura, relacionado con la resistencia al flujo. Corresponde a la fuerza requerida para aspirar un líquido de una cuchara, o para esparcirlo sobre un sustrato.

VISTA: Para detectar la apariencia de vino, la botella, forma, color, transparencia etc.

INTRODUCCIÓN

El Noni (*Morinda citrifolia*) es una planta nativa de las islas de Indonesia y ha sido utilizada por los pobladores de la polinesia desde hace 2000 años, donde se han visto grandes beneficios para la salud humana. En Colombia esta planta crece y se desarrolla de manera silvestre en las zonas costeras del país. Al cultivo de Noni no se le ha dado la importancia que merece ya que la gente no tiene cultura de consumo de este producto, además, la falta de información acerca de esta fruta exótica ha hecho que su consumo sea muy bajo. No obstante, países como Costa Rica están incursionando en la agro industrialización del Noni, que al igual que en Colombia también crece de manera silvestre¹.

En la actualidad existen en el mercado productos comerciales de Noni como jugos y tabletas, los primeros se han explorado en América Central, siendo Panamá un pionero en la fabricación de jugo a base de Pulpa de Noni, el cual está compuesto por un 30% de jugo de Uva con alto contenido de Reverastrol (potente antioxidante de reconocida acción). *“Costa rica también ha incursionado en la investigación de nuevos jugos a base de Noni en los cuales se mezcla el fruto con pulpas de otras frutas como son Piña (Ananas comosus L.), Maracuyá (Pasiflora edulis SIMS) y Naranjilla (Solanum quitoense LAM). También hay en el mercado muchos productos alternos al jugo, tales como las cápsulas de Noni, que por lo general, son elaboradas pulverizando la planta entera de Noni, y luego se inserta el polvo resultante en una cápsula”*².

Noni o *Morinda citrifolia* es una fruta de extraordinarias propiedades curativas que a causa de su mal sabor y mal olor poco se consume. Se ha demostrado que al igual que la sábila (*Aloe vera*), el extracto y el fruto de la planta del Noni son curativos para una gran variedad de afecciones humanas ya que los estudios científicos señalan que el Noni estimula y fortalece el sistema inmunológico, regulando la función celular y fortaleciendo la regeneración de las células dañadas³.

De acuerdo, a lo anterior en esta investigación se planteo la posibilidad de transformar frutos tropicales como el Noni, aprovechando sus propiedades nutritivas, de tal manera que se logre enmascarar sus características sensoriales como el sabor, siendo ésta la principal causa por la cual no se consume, esto conlleva a que todos los beneficios que la fruta puede aportar al organismo humano no sean aprovechados, tal como sucede con la *“Proxeronina presente en el Noni como metabolito secundario, y en el hígado se convierte en Xeronina que*

¹ BARRIETOS, G. El cultivo de noni. Costa Rica: Comunicación personal, 2002. p. 32.

² JIMÉNEZ HIDALGO, Vivian. Elaboración de cuatro productos naturales a partir de Noni (*Morinda citrifolia* L.). Trabajos de grado (Ingeniería Agronómica). Universidad Earth. 2002. p. 12.

³ NEIL, Solomon M.D. El jugo de Noni (*Morinda citrifolia*), Woodland Publishing.

es una sustancia que ayuda a las proteínas del cuerpo a funcionar correctamente"⁴, además, de los aportes de otros micronutrientes y vitaminas que también posee.

Las cualidades especiales del fruto de Noni pueden aprovecharse transformando éste en un producto de mayor valor agregado, con características organolépticas agradables al paladar, para lo cual en esta investigación se probaron diferentes cantidades de pulpas de frutas en mezcla con la pulpa de Noni, tales como: uva Isabelita (*Vitis labrusca*), mora de castilla (*Rubus glaucus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*.), para obtener un jugo de frutas en el cual el contenido de Noni no varíe del 50% a fin de evitar la pérdida de sus propiedades y por lo tanto, solo se realizaron variaciones en el contenido de pulpas de las otras frutas utilizadas, para encontrar la mejor formulación, capaz de mitigar las características propias del fruto Noni, además, se realizó una serie de tratamientos y evaluaciones de tipo sensorial a través de encuestas de tipo hedónico que ayudaron a determinar el mejor sabor del jugo tropical de Noni.

Para determinar si las características propias del Noni fueron enmascaradas se realizó un análisis sensorial especializado en la Universidad de Antioquia denominado Perfil Sensorial por Aproximación Multidimensional para Jugo de Noni (*Morinda citrifolia*) con mezcla de frutas, en este análisis se identificaron y seleccionaron el conjunto de descriptores relevantes que dan la máxima información sobre los atributos sensoriales del jugo de Noni que es el objeto de estudio, con el propósito de establecer un perfil sensorial valorando las intensidades con la ayuda de un panel de catadores entrenados.

La calidad del producto final se evaluó no solo a nivel sensorial, sino también a nivel bromatológico y microbiológico, mediante la realización de análisis de laboratorio, esto permitió determinar si el producto era apto para consumo humano, también se realizaron pruebas físicas y bioquímicas del producto, para constatar sus características y verificar los parámetros del proceso, esto con el fin de evaluar la vida útil del jugo de Noni.

⁴ LÜBECK, W y HADES H. Noni el valioso tesoro de los mares del sur. Madrid, España: EDAF S.A., 2001. p. 173.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Estandarizar un jugo a base de Noni (*Morinda citrifolia*) y frutas tropicales (Maracuyá, uva y mora) para mejorar su palatabilidad, aprovechando su potencial nutricional.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Determinar el nivel de concentración de frutas, que genere un jugo con características sensoriales agradables, mediante pruebas de análisis sensoriales del producto.
- ✓ Evaluar mediante análisis bromatológico y microbiológico la calidad nutricional del jugo.
- ✓ Determinar las propiedades físicas y bioquímicas del producto.
- ✓ Evaluar la vida útil del jugo de Noni a nivel de laboratorio, basado en la operación de pasteurización mediante la evaluación de la calidad del producto.

2. GENERALIDADES

2.1 GENERALIDADES DEL NONI (*Morinda citrifolia*)

Los productos naturales y herbarios han sido utilizados por siglos, a través del mundo, en todas las culturas, desde China hasta los pueblos Precolombinos. El Noni siendo uno de estos productos comenzó a captar el interés de los investigadores y científicos de todo el mundo, y uno por uno, los estudios han revelado las maravillosas cualidades de la fruta Noni, la cual es nativa del sureste de Asia, y se ha utilizado desde hace miles de años por los pobladores antiguos de la polinesia⁵.

El Noni es considerado como una de las plantas con mayor cantidad de propiedades aprovechables por el hombre, sin embargo, muchas de estas han sido poco estudiadas como es el caso de su propiedad insecticida. “Estudios recientes han evaluado la acción toxica del Noni sobre larvas del mosquito *Anopheles albimanus*, el cual constituye el principal vector de la malaria en América Central. Estos estudios arrojaron resultados muy positivos ya que las concentraciones letales fueron de entre 50 a 90% a las 24 horas de haberse expuesto las larvas *An. Albimanu*, por lo tanto se ha comprobado la actividad larvicida que posee el Noni lo cual es clave para el control de este tipo de mosquito en Centroamérica”⁶.

Su clasificación taxonómica se presenta a continuación:

- ✓ Reino: Plantae
- ✓ Filo: Magnoliophyta
- ✓ Clase: Magnoliopsida
- ✓ Orden: Rubiales
- ✓ Familia: Rubiaceae
- ✓ Género: *Morinda*
- ✓ Especie: *Citrifolia*
- ✓ Nombre científico: *Morinda citrifolia* L.

⁵ LEON, J. y POVEDA, L. Nombres comunes de las plantas en Costa Rica. San José, Costa Rica: Guayacán, 2000. p. 870.

⁶ MORALES SALDAÑA. Evaluación de la Actividad Larvicida del Noni (*Morinda citrifolia* Linnaeus (*Rubiaceae*)) Sobre el Mosquito *Anopheles Albimanus* Widemann (Diptera: Culidae). 2008.

Se conoce comúnmente con los siguientes nombres: Noni, Nono, Fruto de Arbusto Polinesio, Árbol Calmante, Lada, Mengkudo, Náu, Gran Morinda, Fruta Quesera, Bumbo⁷.

2.1.1 Descripción de la planta. El Noni, según Germosén, “es un arbusto de hoja perenne, el cual puede medir de 3 a 6 m de altura. Posee grandes hojas aovadas o elípticas, de 10 a 30 cm. de color verde oscuro, y con nervios muy conspicuos, de corto pecíolo. Además, este arbusto posee la característica de producir frutos durante todo el año y en una misma planta se encuentra frutos inmaduros, semi maduros, maduros e incluso flores”⁸. Si la planta se encuentra en un lugar expuesto a rayos solares y no se encuentra en presencia de vientos fríos, es casi imposible que pueda ser afectada por plagas o enfermedades, por ello se puede afirmar que es un árbol de larga vida.

Las hojas suelen estar partidas, excepto en los lugares que se desarrollan los frutos. En el Noni primero aparecen los frutos y a continuación las flores blancas, en cabezuelas globosas u ovals, de 1.5 cm. de grueso; con un tubo de la corola de unos 6 mm., que brotan de 5 o 6 hojas. Si el fruto se desarrolla al sol, puede llegar a pesar 800 g. y alcanzar el tamaño de un balón de fútbol. Los frutos que maduran a la sombra son significativamente menores y pueden llegar a alcanzar el tamaño de una pelota de tenis⁹.

El árbol de Noni se adapta mejor en regiones costeras desde el nivel del mar hasta los 400 m. Durante todo el año produce flores blancas con forma de trompeta. En los márgenes de las flores se localizan otras pequeñas que son las que dan lugar a los frutos múltiples, sincárpicos, compactos, jugosos, elípticos, blandos y pueden llegar a medir de 4 a 15 cm. de diámetro.¹⁰

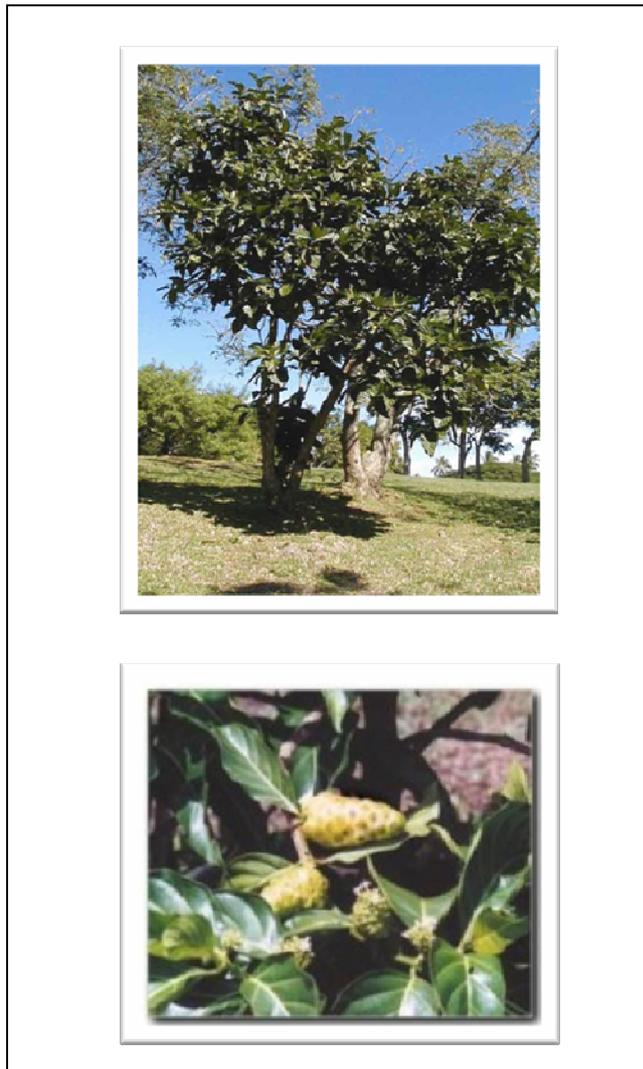
⁷ ZEVEN, A. y ZHUKOUSKY, P. Dictionary of cultivated plants and their centres of diversity. Krips Repro. Wageningen Holland: , Economic Botany, 53 (1): 51 -68. 1975. p. 219.

⁸ GEMOSÉN ROBINEAU, L. Una farmacopea caribeña. Santo Domingo: Edición Gamil, 1995. p. 696.

⁹ SANCHEZ, P. Flórua del parque nacional cahuita. 2da ed. San José, Costa Rica: UNED, 2001. p. 346.

¹⁰ LÜBECK y HADES. Op. cit.

Figura 1. Planta de Noni



Fuente: www.zumo-noni.es/propiedades-del-noni.html

Los frutos son oblongos y presentan cicatrices circulares, son de color verde cuando están inmaduros y amarillento - blancos cuando están completamente maduros, son de tamaño aproximado al de una papa, su apariencia es grumosa con cáscara cerosa y translúcida. *“Los frutos tienen una carne suave, acuosa y un aroma caseoso que llega cada vez más pronunciado y acre durante el proceso de maduración, su olor fuerte y rancio, parecido al del queso rancio, debido a que posee más de 160 componentes fitoquímicas y los mayores micro nutrientes son compuestos fenolicos, ácidos orgánicos y alcaloides”*¹¹. Además, *“el Noni contiene*

¹¹ ELKINS, R. m.h. NONI (Morinda citrifolia) La hierba preciada del pacífico del sur. Woodland Publishing: Health Series, 1997. p. 31.

*un amplia gama de terpenos, que han sido identificados por sus derivados actilo, el contenido de alcaloides del fruto son los responsables de las características terapéuticas, entre ellos están: ácido caproico y caprílico, aceites esenciales, B-D glucopiranosos pentaacetato, glucosa, ácido ascórbico (Vit. C), proxeronina, damnacantal, entre otros”*¹²

Las semillas del Noni se dispersan fácilmente con el aire durante largos recorridos. Además pueden permanecer flotando mucho tiempo en el agua.¹³

2.1.2 Análisis químico del fruto de Noni y sus propiedades nutracéuticas. En análisis bromatológicos del fruto de Noni se ha detectado que es muy nutritivo, pues es rico en sustancias importantes para la alimentación humana. Como se observa en el Cuadro1, es una buena fuente de vitamina C, hierro, calcio y zinc. Además, *“el fruto contiene 90% de agua, sólidos solubles, fibra dietaria y proteínas. Contiene 8.4% en base seca de minerales entre los que se encuentran el potasio, azufre, calcio, fósforo y trazas de selenio”*¹⁴.

*“Las vitaminas que han sido encontradas en la fruta son: ácido ascórbico (24-158mg/100g jugo)”*¹⁵ y *“provitamina A”*¹⁶.

¹² WANG M. y SU, C., Cancer preventive effect of Morinda citrifolia (Noni). New York: Academy of Sciences, 2001. p. 952.

¹³ AIONA, I. Aplicaciones Hawaianas Tradicionales de las Plantas. Honolulu: Obispo Museum Press, 1992.

¹⁴ CHUNHIENG, M.T., Developpement de nouveaux aliments santé tropicale: application a la noix de Brésil Bertholetia excelsa et au fruit de Cambodge Morinda Cirtifolia. Ph.D.Thesis. France: INPL, 2003.

¹⁵ MORTON J. The Ocean Going Noni or Indian Mulberry; Morinda citrifolia Rubiaceae and Some of its colorful Relatives Econ.Bot. s.n, 1992 46(3) pp. 241-256

¹⁶ SHOVIE, A.C. y WHISTLER, W.A., Food sources of provitamina A and Vitamin C in the American Pacific. Tropical Science 2001. p. 41.

Cuadro 1. Análisis Bromatológico del Noni.

Vitamina C	<35%
Vitamina E	< 1%
Niacina	< 1%
Ácido fólico	>38%
Calcio	2%
Hierro	5%
Magnesio	< 1%
Zinc	4%
Sodio	< 1%
Potasio	6%

Fuente: Elkins, 1997

La mayor cantidad de compuestos con efecto terapéutico se encuentra en el fruto destacándose: “ácido caproico y caprilico, aceites esenciales, β - σ -glucopiranososa 2-pentaacetato, glucosa; L-asperulosida, aucubina, ácido ascórbico (Vit. C), proxeronina, damnacantal, entre otros. Además el contenido de alcaloides y otros micronutrientes hace pensar que son en parte los responsables de sus acciones terapéuticas”¹⁷.

El fruto posee un alto contenido de alcaloides según Heinicke citado por Elkins (1997), el cual se llama “proxeronina, que se sospecha es el precursor de la xeronina y que contiene un componente llamado damnacanthal que parece inhibir algunos virus y mutaciones celulares que involucran el cáncer”¹⁸.

Entre las bondades terapéuticas que ofrece el Noni están:

*Reduce la hipertensión arterial.

*Interactúa con la melatonina y la serotonina para regular el sueño, la temperatura y los estados de ánimo.

* Aumenta la energía del organismo.

* Actúa como agente antiinflamatorio y antihistamínico. (Ayuda a aminorar los efectos de la artritis)

* Alivia el dolor.

¹⁷ ELKINS, R; m.h. NONI (Morinda citrifolia) La hierba preciada del pacífico del sur. Op. cit., p 31.

¹⁸ *Ibid.*, p. 31.

* Posee propiedades antibacterianas que pueden proteger contra trastornos digestivos y lesiones cardíacas. “*Inhibe la función precancerosa y el crecimiento de tumores cancerosos*”¹⁹.

* La sustancia más prometedora que se ha encontrado en el jugo de Noni es la “*Proxeronina, que es convertida por el organismo en Xeronina, compuesto químico fundamental que interviene en una amplia variedad de reacciones bioquímicas normales del cuerpo humano*”²⁰.

Por otra parte se realizaron estudios para demostrar los beneficios anticancerígenos del Noni, lo cual fue realizado por un equipo de investigadores de la Universidad de Hawái, liderado por Annie Hirazumi. El estudio hecho por la Sra. Hirazumi y sus colegas fue llevado a cabo en ratones de laboratorio (específicamente ratones C57BL6), identificados como bien receptivos a las células inyectadas del carcinoma Lewis Lung. Los ratones fueron inyectados con las células activas del carcinoma Lewis Lung (CLL). Sin tratamiento, los ratones murieron entre 9 y 12 días después de la inyección para el crecimiento del tumor. Una porción de los ratones inyectados fueron tratados con el jugo de Noni en 5 tratamientos diarios separados. El jugo de Noni demostró un aumento significativo en la duración de vida de los ratones en el experimento (de 105%-123%), con un total de 9 de los 22 ratones sobreviviendo por más de 50 días. El experimento se repitió en un lote de diferente de ratones, obteniendo resultados similares. El equipo de investigación concluyó que el jugo de Noni: “*parece actuar indirectamente al potenciar el sistema inmune involucrando macrófagos y/o linfocitos*”²¹.

Un equipo de japoneses estudió los efectos de más de 500 extractos de plantas tropicales en la célula K-RAS-NR (un precursor de ciertas clases de cáncer). “El compuesto damnacantal, encontrado en *Morinda citrifolia* (Noni) resultó ser un inhibidor de la función RAS. En el estudio, las células RAS fueron incubadas en condiciones específicas. Se les agregó el extracto de la planta Noni y se examinó la morfología de la célula cada día por 5 días. La función RAS fue inhibida por el extracto de la planta inyectado. Se ha encontrado que este mismo compuesto ha inhibido la activación del temprano-antígeno del virus de Epstein-Barr. El extracto de la *Morinda citrifolia* resultó ser el más efectivo inhibidor de la función RAS entre los 500 extractos probados”²². “*Se han estudiado cerca de 160 componentes*

¹⁹ DIXON, A.R.; MCMILLEN, H. y ETKIN, N.L. Ferment this: the transformation of Noni, a traditional Polynesian medicine (*Morinda citrifolia*, Rubiacac). Ecological Botany 1999. pp 53, 51-68.

²⁰ NEIL, Solomon M.D. El jugo de Noni (*Morinda citrifolia*), Woodland Publishing. Op. cit.

²¹ HIRAZUMI, A. y FURUSAWA E. Chou S.C. & Hokama Y., Proc. West. Pharmacol. Actividad anticancerígeno del Noni (*Morinda citrifolia*) en el carcinoma intraperitoneal Lewis Lung implantado en ratones singénicos. Soc.. 1994. p. 37.

²² *Ibid.*

*fitoquímicos con algún tipo de actividad biológica, que ya han sido identificados en la planta de Noni, siendo los componentes fenólicos, ácidos orgánicos y alcaloides los que están en mayor proporción*²³.

De los “componentes fenólicos, los más importantes reportados son las antraquinonas, tales como el damnacantal y la escopoletina”²⁴. “Los principales ácidos orgánicos son de tipo caprónico y caprílico”²⁵ mientras que el principal alcaloide es la proxeronina²⁶.

“Los componentes fenólicos que están en mayor grado en forma de micronutrientes son: damnacantal, escopoletina, morindona, alizarina, aucubina, nordamnacantal, rubiadina, rubiadin-1-metil éter”²⁷. De los cuales el “damnacantal es el componente que ha sido caracterizado por sus importantes propiedades funcionales al ser anticancerígeno”²⁸. Además, diferentes estudios (Heinicke, 1985, Solomón, 1999) reportan la presencia de un nuevo componente en el fruto de Noni, la “proxeronina, la cual podría ser el precursor de la xeronina. El Noni posee 51 componentes volátiles que están identificados en la fruta”²⁹, incluyendo “ácidos orgánicos, alcoholes y éteres”³⁰. En diferentes estudios se ha demostrado que Noni tiene un impacto más significativo que otros 500 compuestos de plantas medicinales en la detención del crecimiento de las células RAS cancerosas implantadas en animales de laboratorio. También se ha notado que tiene un “efecto analgésico notable, es eficaz contra 7 clases diferentes de bacterias perjudiciales y es eficaz contra los hongos y los parásitos”³¹.

²³ WANG M.Y., SU, C., Cancer preventive effect of Morinda citrifolia (Noni). Op. cit., pp. 952, 161-168.

²⁴ *Ibid*, pp. 952, 161-168.

²⁵ DITTMAR. A. Morinda citrifolia L. Use in Indigenous Samoan Medicine, journal of Herbs and Medicinal Plants. 1993. Op cit p 1, 77-92. Disponible en: <http://rsscomp.freeyellow.com/morindacitrifoliastory.htm>

²⁶ HEINICKE, R. M. The pharmacologically active ingredient of Noni. Bulletin of the National Tropical Botanical Garden 1985. pp. 15, 10-14.

²⁷ MORTON J. Op. cit. pp. 241-256

²⁸ NEIL, Solomón. The Noni Phenomenon. Op cit., p. 28.

²⁹ SANG, S. et al. Chemical components in Noni fruits and Leaves (Morinda citrifolia L.). in: Ho, C.T., Zheng Q.Y., (Eds), Quality Management of Nutraceuticals. ASC Symposium Series 803, American Chemistry Society, Washington, DC, 2002. pp. 134-150.

³⁰ FARINE J.P., et al., Volatile components of ripe fruits of Morinda citrifolia and their effects on Drosophila. Phytochemistry. 1996. pp 41, 433-438.

³¹ LAWSON, J. NONI: El Jugo de la Vida. España: Vita, 2001.

El Noni posee efectos antibacteriales, lo que se ha evidenciado cuando la fruta no fermenta al encontrarse en un lugar cerrado a temperatura ambiente, por lo cual esta propiedad ha sido aprovechada para su transporte. Se ha reportado, además, que el “*Noni inhibe el crecimiento de ciertas bacterias, tales como Estafilococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Proteus morgaii, Bacillus subtilis, E. Coli., Salmonella y Shigella*”³².

2.2 ALGUNAS PROPIEDADES NUTRICIONALES DE MARACUYÁ, UVA Y MORA

Las frutas que se utilizaron para la elaboración del jugo de Noni también poseen propiedades nutraceuticas, que pueden potencializar el producto final.

La Maracuyá, también llamada fruta de la pasión o parchita, nombre que recibe el fruto comestible de una planta trepadora denominada pasionaria, perteneciente al género *Passiflora* cuya especie es *Passiflora edulis*, perteneciente a la familia Pasifloráceas (*Passifloraceae*).

El agua es su principal componente, además, contiene una alta cantidad de hidratos de carbono por lo que su valor calórico es muy elevado. Cabe destacar su contenido de provitamina A, vitamina C y respecto a los minerales, su aporte de potasio, fósforo y magnesio. La variedad amarilla que para esta investigación se utilizó, es más rica en minerales y en provitamina A que la morada.

Además, contiene una cantidad elevada de fibra, que mejora el tránsito intestinal y reduce el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades. La provitamina A o beta caroteno se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita. Dicha vitamina es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. La vitamina C interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. Ambas vitaminas cumplen además una función antioxidante. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. “*El fósforo interviene en la formación de huesos y dientes y participa en el metabolismo energético. El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, también forma*

³² ATKINSON, N., Antibacterial substances from flowering plants. 3. Antibacterial activiti of dried Australian plants by rapid direc plate test. Australian Journal of Experimental Biology. 1956. pp. 34, 17-26.

*parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante*³³.

La Maracuyá contiene varios alcaloides, entre ellos el *harmano* y el *harmol*, en dosis normales, una o dos tazas de infusión al día, *ayudan* a conciliar el sueño y puede tener además efectos antiespasmódicos.

La maracuyá es recomendada también en caso de espasmos bronquiales o intestinales de origen nervioso, así como para los dolores menstruales. Posee también un ligero efecto vasodilatador, reduciendo la tensión arterial, lo cual aligera el trabajo al corazón. Aunque no se recomienda su utilización regular a fin de evitar efectos tóxicos.

La maracuyá contiene polifenoles como el vino tinto, estos tienen propiedades antioxidantes y anti inflamatorias. *“También es un efectivo energizante, por esta razón aumenta el metabolismo para la eliminación de las grasas depositadas en los tejidos, motivo por el cual es utilizado como un práctico alimento para adelgazar”*³⁴.

La composición de la uva (*Vitis labrusca*), varía según se trate de uvas blancas o negras. En ambas destacan dos tipos de nutrientes: los azúcares, principalmente glucosa y fructosa, más abundantes en las uvas blancas y las vitaminas (ácido fólico y vitamina B6), ésta última en una cantidad que solo se ve superada por las frutas desecadas y las frutas tropicales como el aguacate, el plátano, la chirimoya, la guayaba y el mango. Dada su abundancia en azúcares, es una de las frutas más calórica. Entre los minerales, el potasio es el más abundante y se encuentra en mayor cantidad en la uva negra, mientras que el magnesio y el calcio están en cantidades moderadas y son más abundantes en la uva blanca. El aprovechamiento en el organismo de éste último mineral no es tanto como el que procede de los lácteos u otros alimentos que son buena fuente de dicho mineral.

La cantidad de ácido fólico y de potasio es ligeramente superior en la uva negra que en el resto de variedades. La composición nutritiva de las uvas moradas varía ligeramente respecto a las variedades blancas. Las primeras son menos dulces, algo que se explica por la menor cantidad de azúcares (glucosa y fructosa). Contienen, por tanto, menos calorías, aunque la variación no es sustancial. Respecto a vitaminas y minerales, apenas hay variaciones con el resto de variedades salvo en el ácido fólico y el potasio. La cantidad de los mismos resulta

³³ MERCK KGaA. 64271 Darmstadt, Germany. Disponible en Internet: environmental.analysis@merck.de

³⁴ SUQUILANDA, M. Plantas medicinales y Hierbas aromáticas: manual para la producción orgánica. Quito, Ecuador: FUNDAGO, 1995. p. 41.

ligeramente superior en la uva negra. Sin embargo, la uva negra tiene menor contenido en magnesio, mineral destacable en estas frutas.

La piel y las semillas de la uva negra concentran las sustancias antioxidantes (taninos y polifenoles). Ésta es precisamente la particularidad nutritiva que les da el valor nutricional añadido respecto a las variedades blancas. También en la piel se concentra la fibra que le confiere propiedades laxantes.

La mora (*Rubus glaucus*) por su parte también posee una composición bromatológica interesante, pues muchos estudios científicos demuestran que contiene “carbohidratos 15 g, fibra 0,87 g, vitamina A 160 UI, tiamina 0,09 mg, riboflavina 0,10 mg, niacina 0,06 mg, vitamina C (Á. Ascórbico) 35 mg, proteínas 1.3 g, calcio 50 mg, fósforo 10 mg, hierro 0,70 mg, sodio 1 mg, potasio 114 mg. Ha sido muy utilizada para fines farmacológicos como laxante, y en tratamientos médicos para la jaqueca, diarrea, disentería, parásitos y tensión baja. Estas frutas son de bajo valor calórico por su escaso aporte de hidratos de carbono. Son especialmente ricas en vitamina C las grosellas negras y las rojas, que tienen cantidades mayores que algunos cítricos. En general, las bayas silvestres son buena fuente de fibra; que mejora el tránsito intestinal, y de potasio, hierro y calcio³⁵.

Por otra parte las frutas utilizadas en la investigación presentan índices vitamínicos que ayudan a enriquecer el jugo de Noni, que se indican a continuación:

Cuadro 2. Composición de Vitaminas en frutas.

Fruta	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Vitamina C
Maracuyá	0.01mg.	0.17mg.	0.8mg.	20mg.
Uva Isabela	0.03mg.	0.01mg.	0.1mg.	8mg.
Mora	0.02mg.	0.05mg.	0.3mg.	8mg.

Fuente: Cuadro de composición de alimentos Colombianos, 2005.³⁶

2.3 JUGOS DE FRUTAS

El jugo de frutas, es el líquido obtenido al exprimir algunas clases de frutas frescas, maduras y limpias, sin diluir, concentrar o fermentar. También se

³⁵ JIMÉNEZ HIDALGO Vivian. Elaboración de cuatro productos naturales a partir de Noni (*Morinda citrifolia L.*). Op. cit. pp. 9-12.

³⁶ TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS COLOMBIANOS. Bogotá, Colombia: 2005. Disponible en: www.icbf.gov.co.

considera Jugos los productos obtenidos a partir de Jugos concentrados, clarificados, congelados o deshidratados a los cuales se les ha agregado solamente agua, en cantidad tal que restituya la eliminada en su proceso³⁷.

2.4 LÍNEA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE JUGOS

2.4.1 Recepción. Se debe realizar un muestreo aleatorio, a fin de determinar pruebas de acuerdo a las especificaciones de madurez, tamaño, color u otro factor de calidad. Las pruebas de calidad se basaron en el índice de acidez y °Brix.

2.4.2 Selección. En esta etapa se separa la materia prima en varios grupos de calidad de acuerdo al peso, tamaño y forma. Este factor es importante en la hora del proceso ya que también se tuvo en cuenta, estado de madurez y las alteraciones puesto que si se utilizan frutos dañados repercute de manera directa en el producto final. La selección por madurez determina el grado de desarrollo biológico del producto, la determinación de la madurez se verifica determinando la facilidad de desprendimiento de la fruta y por presión de los dedos sobre la superficie de la fruta.

2.4.3 Lavado y desinfección. Inicialmente se realiza una limpieza para eliminación los materiales extraños, como ramas, tierra, insectos y otros elementos, que pueden proceder del sistema de recolección y transporte. Para el caso de los frutos de Noni, uva Isabela, mora de castilla y piña, siendo la piña utilizada en las primeras pruebas, posteriormente esta fruta fue cambiada por el maracuyá debido a los resultados arrojados por la encuesta aplicada en esta investigación (Anexo A), para el Noni y los frutos utilizados en la investigación se realiza un lavado por flotación, el cual es un método basado en la diferencia de densidades entre la suciedad del producto, los pedúnculos, producto roto y sano.

Las sustancias desinfectantes que se utiliza es el *“hipoclorito de sodio a partir de una solución al 13% por ser el desinfectante más empleado por su efectividad y bajo costo, usando una proporción de cloración de hasta 200ppm. Para prevenir la contaminación microbiana en el lavado se debe tener en cuenta tres parámetros”*³⁸.

- Cantidad de agua utilizada: 5-10 Kg de producto.
- Temperatura del agua: 4°C para enfriar el producto.

³⁷ MINISTERIO DE SALUD RESOLUCION NUMERO 7992. Santafé de Bogotá: 1991. p. 2.

³⁸ LARRAÑAG, Ildfonso J. Control e higiene de los alimentos. México: Ed. Diana, 1990. p. 266.

- Concentración de cloro activo: 100 mg/l.

2.4.4 Clasificación. Se realiza esta etapa con el fin de obtener materias primas de calidad y con estándares de calidad para el proceso. Dentro de las características para clasificación se tiene en cuenta:

- Color, aroma y sabor.
- Ausencia de contaminantes.
- Carencia de imperfecciones.
- Madurez óptima para el procesamiento.
- Tamaño y forma.

2.4.5 Pelado. Consiste en la eliminación de la capa externa de las frutas, este proceso se realiza de manera manual para el caso la piña y las uvas, este método manual es costoso y el porcentaje de pérdidas es elevado entre un 20 a 30%.

2.4.6 Extracción o despulpado. Esta operación permite extraer el jugo contenido en las vacuolas y pared celular por el rompimiento de la estructura celular. Esta separación se obtuvo por la acción conjunta de dos elementos:

- Rompimiento mecánico de la pared celular.
- Permeabilización y plasmólisis de la membrana celular.

La separación de la fase líquida (jugo) de la sólida del material celulósico (pulpa) se realiza por procesos mecánicos. Para este proceso se utiliza una despulpadora horizontal que consta de un eje horizontal en el cual se fijan unas paletas de acero inoxidable, la regulación de las distancias está ligada a la clase de fruta que se pretende despulpar³⁹.

En el proceso de despulpado se presentan pérdidas de producto, ya que parte de la pulpa se queda adherida a la máquina despulpadora y otra se queda en las semillas. A continuación se muestra la pulpa de Noni.

³⁹ GUZMAN, Rosa. Tecnología de frutas y hortalizas. Bogotá: Unad, 2006. p. 108.

Figura 2. Pulpa de Noni



Fuente: Esta investigación.

2.4.7 Tratamiento de conservación. El envasado en caliente consiste en pasteurizar el jugo a una temperatura entre los 90 y 95°C por un tiempo de 60 seg., luego se pasa a llenado y cerrado. Este proceso se realiza a jugos con un pH inferior a 4.5, si poseen valores mayores se debe ajustar empleando ácido cítrico, luego se procede a enfriar por agitación hasta alcanzar la temperatura de 37°C. *“La pasteurización es un tratamiento suave cuyo principal propósito es destruir patógenos, reducir los recuentos bacterianos, inactivar enzimas y prolongar la vida útil”⁴⁰.*

2.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS, FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS JUGOS

La investigación se rigió según la Resolución Numero 7992 de 1991, *“la cual ha establecido las condiciones físicas, químicas, bromatológicas y organolépticas que deben tener los jugos”⁴¹.*

Los Jugos y pulpas de frutas deben presentar las siguientes características:

2.5.1 Análisis bromatológicos. La bromatología es una disciplina científica que estudia íntegramente los alimentos, con esta se pretende hacer el análisis químico, físico, higiénico (microorganismos y toxinas), hacer el cálculo de las dietas en las diferentes especies y ayudar a la conservación y el tratamiento de los alimentos.

⁴⁰ TARRAGONA VILAS, José María, Manual de Plantas de Pasteurización. Zaragoza, España: Ed. Acribia, 1971. p. 20.

⁴¹ MINISTERIO DE SALUD RESOLUCION NUMERO 7992 DE 1991. Op. cit., p 2.

Los propósitos del análisis bromatológico son:

- Conocer la composición cualitativa y cuantitativa tanto del alimento como de las materias primas.
- Ver su estado higiénico y toxicológico (bromatología sanitaria)
- Analizar si el alimento o materias primas cumplen con lo establecido por el productor, además de ver si tiene alteraciones o contaminantes.
- Sirve para legislar y fiscalizar los alimentos.

2.5.2 Análisis microbiológicos. Las características microbiológicas de los Jugos de frutas pasteurizadas son las siguientes:

Cuadro 3. Características microbiológicas de los jugos pasteurizados.

	N	M	M	C
Recuento microorganismos mesófilos/g.	3	20.000	3.000	1
NMP - Coliformes Totales/g.	3	9	-	0
NMP - Coliformes Fecales/g	3	<3	-	0
RTO - Esporas Clostridium Sulfito reductor/g.	3	<10	-	0
Recuento Hongos y levaduras/g.	3	1.000	200	1

Fuente: Ministerio de Salud. Resolución Numero 7992 de 1991.

2.5.3 Análisis organolépticos. Los jugos y pulpas de frutas deben estar libres de materias extrañas, admitiéndose una separación en fases y la presencia mínima de trozos, partículas oscuras propias de la fruta utilizada.

- Libre de sabores extraños.
- Color y olor semejante al de la fruta de la cual se ha extraído. El producto puede presentar un ligero cambio de color, pero no un color extraño debido a la alteración o elaboración defectuosa.

2.5.4 Análisis físico-químicos. Los sólidos solubles o °Brix , medidos mediante lectura refractométrica a 20°C en porcentaje m/m no debe ser inferior a 10%; su pH leído también a 20°C no debe ser inferior a 2.5 y la acidez titulable expresada como ácido cítrico anhidro en porcentaje no debe ser inferior a 0.2. A continuación se indican algunas características físico-químicas de los jugos y pulpas de frutas:

Cuadro 4. Características físico-químicas de los jugos y pulpas de frutas

FRUTAS	ACIDEZ TITULABLE EXPRESADA COMO ÁCIDO CÍTRICO ANHÍDRO % m/m MÍNIMO	PORCENTAJE MÍNIMO DE SÓLIDOS DISUELTOS POR LECTURA REFRACTOMÉTRICA A 20°C (Brix)	% H ₂ O	VALOR DE pH
Maracuyá	1.8	12	85	2
Uva	1.0	12.0	83.4	3.1 a 3.6
Mora	0.8	6.5	92.5	3.0 a 3.1

Fuente: Resolución numero 7992 de 1991 y Tecnología de Frutas y hortalizas. (UNAD).

Debido a que el jugo de Noni no es tan comercial, la información acerca de un producto derivado de este fruto es difícil de encontrar, por esta situación se realizó la investigación tomando como base las características físico - químicas que se han realizado al Noni como fruto y se encontró que *“es una fruta ácida (pH = 4.0 ± 0.1), con una humedad de 91.8 ± 0.4 g/100 g, sólidos solubles de 7.3 ± 0.3 g/100 g y lípidos de 0.016 ± 0.005 g/100g. El contenido de etanol (2663 ± 310 mg/L) y ácido láctico (658 ± 57 mg/L) sugiere que durante la maduración se presenta una fermentación. El contenido de metanol determinado (445 ± 66 mg/L), confirma que esta fruta es rica en pectina (>1%) con un alto grado de esterificación (57%). El análisis de antioxidantes muestra que el Noni es una fruta rica en vitamina C (316 ± 64 mg/100 g) y en polifenoles (51.1 ± 1.8 mg EAG/100 g). Se identificaron dos compuestos fenólicos, la rutina (6.06 ± 0.41 µg/g) y la escopoletina (27.9 ± 1.7 µg/g). Un valor de 8.0 ± 0.4 µmol Trolox/g muestra que el Noni tiene un importante poder antioxidante. El análisis de aromas muestra que los ácidos orgánicos, especialmente el ácido hexanoico y octanoico que constituyen el 70% de todos los compuestos volátiles identificados, son los responsables del aroma característico del Noni. En conclusión, el Noni es una fruta con una serie de características físico-químicas que la convierten en un alimento con propiedades funcionales importantes. Se deberán desarrollar alternativas de procesamiento para eliminar o*

*reducir el contenido de los ácidos hexanoico y octanoico con el fin de mejorar sus características sensoriales*⁴².

2.5.5 Vida útil de jugos. Los jugos de frutas sometidos a tratamiento físico, envasados en frío o en caliente, *en envases no herméticos, que requieran o no refrigeración para su conservación, se podrán almacenar por un periodo de 90 días expresados en mes y año*⁴³.

2.5.6 Pasteurización de jugos. El proceso de pasteurización recibe su nombre de Louis Pasteur, un químico - microbiólogo Francés, que descubrió que los organismos que causan la descomposición pueden ser desactivados aplicando calor a temperaturas por debajo de su punto de ebullición. El proceso se aplicó inicialmente en la leche y posteriormente la industria alimentaria en general aceptó esta técnica en la elaboración de los más diversos alimentos, tales como zumos y jugos de frutas, yogur, nata, vinos, diversas bebidas, entre otros, por las innegables ventajas de higiene para el consumo humano que reportó. La industria del mundo entero, sea a un nivel artesanal o industrial, aplica esta técnica, ya que los alimentos líquidos son un excelente caldo de cultivo para todo tipo de microorganismos.

La pasteurización es un tratamiento térmico relativamente suave (temperaturas generalmente inferior a 100°C), que se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos durante varios días (por ejemplo; la leche) o varios meses (por ejemplo; la fruta embotellada). Este método, que conserva los alimentos por inactivación de sus enzimas y destrucción de los microorganismos relativamente termosensibles (por ejemplo: bacterias no esporuladas levaduras y mohos), provoca cambios mínimos en el valor nutritivo y las características organolépticas del alimento en cuestión. *La intensidad del tratamiento térmico y el grado de prolongación de su vida útil se hallan determinados principalmente por el pH del alimento. El objetivo principal en los alimentos de baja acidez (pH>4,5) consiste en la destrucción de las bacterias patógenas, mientras que en los alimentos de pH inferior a 4,5 suele ser más importante la destrucción de los microorganismos causantes de su alteración y la inactivación de sus enzimas*⁴⁴.

⁴² YANINE, Chan-Blanca, et al. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. *Journal of Food Composition and Analysis* 19 (2006) 645–654.

⁴³ MINISTERIO DE SALUD RESOLUCION NUMERO 7992 DE 1991. Op. cit., p 2.

⁴⁴ CEBALLOS, Ramon Eduardo. y VELÁSQUEZ MURILLO, Luís, Comparación de la temperatura-tiempo de Retención de pasteurización y su efecto en La concentración de vitamina "c" en el Zumo de naranja. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí <ESPAM> 2007. p. 3.

Hacia fines de siglo XIX, los alemanes trasladaron éste procedimiento a la leche cruda y comprobaron que resultaba eficaz para la destrucción de las bacterias presentes en ella. De este modo, dieron origen no sólo a un importante método de conservación, sino también a una medida higiénica fundamental para cuidar la salud de los consumidores y conservar la calidad de los alimentos.

Otros objetivos de la pasteurización son:

- ❖ Destrucción de cierto tipo de microorganismos que pueden producir olores o sabores desagradables.
- ❖ Conseguir una completa disolución de los ingredientes de la mezcla en el caso de esta investigación las pulpas de frutas empleadas.

El efecto destructor de gérmenes patógenos es la combinación de temperatura y tiempo de mantenimiento de dicha temperatura. Tres son las combinaciones más utilizadas a nivel industrial⁴⁵.

- ❖ Pasterización baja, que fue la aplicada por Pasteur (60 – 70°C mantenidos durante treinta minutos).
- ❖ Pasterización intermedia, a una temperatura de 70-72°C durante quince a treinta segundos.
- ❖ Pasterización alta, a una temperatura de 83-85°C durante quince-veinte segundos.

2.6 PRUEBAS DE ANÁLISIS SENSORIAL DEL JUGO TROPICAL A BASE DE NONI

El análisis sensorial o evaluación sensorial es una disciplina científica que permite definir, medir, analizar e interpretar las características de un producto, utilizando para este propósito los órganos de los sentidos bajo la consideración de que no existe ningún instrumento que pueda reproducir o remplazar la respuesta humana.⁴⁶

Cuando se hace referencia a la calidad desde el punto de vista del consumidor, su medida se hace menos tangible y cuantificable. El análisis sensorial se transforma, en este caso, en una herramienta de suma utilidad, dado que permite encontrar los atributos de valor importantes para los consumidores, que sería muy

⁴⁵ *Ibíd.*, p 3.

⁴⁶ ANZALDÚA MORALES, A. Evaluación Sensorial de los Alimentos: en la Teoría y en la Práctica., Zaragoza, España: Acribia, 1994

difícil de medir de otra manera. El análisis sensorial existió desde los comienzos de la humanidad, considerando que el hombre eligió sus alimentos, buscando una alimentación estable y agradable⁴⁷.

En el presente trabajo se verificó que el análisis sensorial es un método de utilidad para mediciones organolépticas en el jugo de Noni, evaluando la misma desde el punto de vista del producto y del consumidor. Para ayudar al análisis de estas variables se sometió la muestra de jugo seleccionado a pruebas organolépticas denominadas "*Perfil sensorial por aproximación multidimensional*", las cuales se realizaron en los laboratorios de la Universidad de Antioquia, con el fin de que estas pruebas indiquen si el producto final posee o no características que le gusten al consumidor.

La calidad del jugo tropical de Noni no solo abarca atributos sensoriales, los cuales pueden ser percibidos por los sentidos humanos sino también atributos ocultos como los relativos a la nutrición y seguridad, esto por tratarse de un producto que fue a base de frutas. "*La importancia relativa de los diferentes atributos de la calidad puede ir cambiando a medida que el producto va pasando por distintos estadios desde la cosecha hasta el consumidor*"⁴⁸.

El jugo tropical a base de Noni por estar compuesto por frutas como uva Isabella (*Vitis labrusca*), mora de castilla (*Rubus glaucus*) y maracuyá (*Passiflora edullis*) y en un mayor porcentaje Noni (*Morinda citrifolia*), fue medida su calidad a través de los *aspectos sensoriales*; es decir aquellos que pueden percibir los sentidos así como los gustatorios, los cuales son percibidos por el sentido del gusto, de tal manera que se logre determinar la dulzura, amargura, acidez y salinidad. Normalmente, el consumidor tiene gustos muy definidos y asocia determinados caracteres a la calidad o satisfacción que produce un alimento, por lo que espera encontrarlos cuando lo adquiere y consume. La dificultad radica en que los gustos acostumbran ser muy personales, aunque los factores culturales pueden marcar tendencias. En el jugo también se busca identificar aspectos nutricionales a través de análisis bromatológicos, pero teniendo en cuenta únicamente aquellos nutrientes en los que el Noni tiene mayor contenido.

Esta investigación abarcó las valoraciones físico - químicas y bioquímicas, indicadoras de la composición cualitativa del jugo, esto a fin de poder determinar sus vitaminas. Aspecto íntimamente ligado a las propiedades sensoriales y al margen de aceptabilidad del alimento. Pero en última instancia son las personas o grupo objetivo las que deben valorar la calidad del producto, expresar la compleja apreciación sensorial y valorar su grado de satisfacción al ser degustado, aunque

⁴⁷ PICALLO, A. El análisis sensorial como herramienta de calidad carne y productos cárnicos de cerdo. Jornadas Regionales de Actualización en el Sector Lácteo y Porcino. Tandil, Argentina: 2002.

⁴⁸ SHEWFELT, R. L. What is quality? Postharvest Biology and Technology. 1999. p. 15.

en la actualidad, aún, no exista ninguna técnica capaz de simular las sensaciones que un catador experimenta, por lo que es necesaria una degustación del jugo por un panel de 10 personas. Los métodos utilizados para evaluar la palatabilidad son:

- ✓ Escalas objetivas basadas en instrumentos de medición.
- ✓ Métodos subjetivos basados en el juicio humano (análisis sensorial).

La calidad como aceptabilidad por parte del consumidor de un determinado producto está integrada por distintos aspectos recogidos por los “*sentidos: vista (color y defectos), olfato (aroma y sabor), tacto (manual y bucal) y gusto (sabor)*”⁴⁹.

La degustación se transforma en el análisis sensorial que para este caso, es una herramienta de suma utilidad, dado que permite encontrar los atributos de valor importantes para los consumidores, que sería muy difícil de medir de otra manera.

Las pruebas sensoriales son básicas en la investigación, debido a las características del producto que se planea elaborar, así como su disponibilidad en el mercado, de lo cual no se tiene mucha referencia debido a que el fruto de Noni es muy poco conocido, pero en cuanto a su utilidad, es un fruto que resulta importante en la dieta humana por el aporte de vitaminas, nutrientes esenciales, proteínas, y componentes que ejercen un efecto benéfico para la salud. También, mediante los análisis sensoriales y bromatológicos se logró establecer si es o no conveniente su producción a nivel industrial, referenciado básicamente de la utilidad porque se introducen factores económicos.

En la apreciación de un producto, los sentidos tienen una importancia distinta a la que reciben en otros aspectos de la vida. *“Así, los llamados sentidos “químicos” como el olfato y el gusto suelen ser determinantes en una valoración subjetiva del alimento, mientras que los “físicos”, vista, oído y tacto, más importantes en la vida rutinaria, juegan un papel secundario. A posteriori, aroma y sabor definirán la elección futura del consumidor. La aceptación intrínseca de un producto es la consecuencia de la reacción del consumidor ante las propiedades físicas, químicas y texturales del mismo. De hecho, una de las múltiples definiciones de análisis sensorial obedece al examen de las propiedades organolépticas de un producto por los órganos de los sentidos, es decir, el conjunto de técnicas que permiten percibir, identificar y apreciar un cierto número de propiedades características de los alimentos”*⁵⁰.

⁴⁹ KADER, A.A. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California: 1992. p 296.

⁵⁰ LAS PRUEBAS HEDÓNICAS. Disponible en: <<http://pci204.cindoc.csic.es/cdta/especiales/consumidores/1.htm>>

2.6.1 Evaluación sensorial. El análisis sensorial es considerado en la actualidad como una disciplina científica, porque se realiza a partir de un método científico, ya que arroja datos reproducibles y cuantificables; además, es una herramienta de apoyo para las áreas de mercadeo, control de calidad y de desarrollo de nuevos productos. Instrumento para determinar las pautas organolépticas de los productos con el fin de mantener las normas comerciales y la aceptación por parte del consumidor. La evaluación sensorial se puede dar a lo largo de todo el proceso de elaboración de un determinado producto.

Para realizar la evaluación sensorial se debe tener muy en claro la diferencia que existe entre el aspecto sensorial de un producto y el organoléptico, este último por ejemplo, se refiere a los atributos que posee un producto determinados por los órganos de los sentidos como el color, la apariencia, el olor, el sabor, entre otros, y el aspecto sensorial hace referencia en la manera como se va a medir, cuantificar y cualificar las características organolépticas.

Este tipo de análisis utiliza como instrumento los sentidos de panelistas entrenados. *“En todos los mecanismos sensoriales intervienen procesos químicos, pero se reserva la denominación de sentidos químicos para el olfato, gusto y sentido químico común. Estos tres canales de recepción intervienen en forma simultánea en la producción del sabor. Este es un complejo grupo de sensaciones que comprometen el olfato, gusto y otras sensaciones químicas tales como picazón, burbujeo y calor. Gustar, oler y percibir mediante el sistema trigeminal (sensaciones de irritación o pungencia) son, asimismo, eventos activos en la toma de decisión para ingerir un alimento”⁵¹.*

El sentido del gusto permite caracterizar la cualidad y la intensidad gustativa del mismo modo que la información visual o auditiva. Sin embargo, conforme se realiza la degustación, el juicio gustativo se modifica de inmediato según la condición interna del organismo. Claves físicas y psíquicas tales como hambre, saciedad, estrés, cambios de humor y otros activan el procesamiento hedónico apropiado para la aceptación o el rechazo de lo que se ingiere. Cuando la estimulación gustativa se prolonga en el tiempo aparece el fenómeno de adaptación. Por este motivo, para paladear la cualidad del estímulo, es necesario superar la concentración de la solución adaptante. *“Cuando se realiza la evaluación simultánea de dos o más estímulos se descubre que el gusto es un sentido analítico que permite identificar en mayor o menor medida los componentes en la mezcla”⁵².*

⁵¹ LAWLESS y HEYMANN, Sabor: complejo grupo de sensaciones que comprometen el olfato, gusto y otras sensaciones químicas tales como irritación o calor. 1998.

⁵² CALVIÑO, A.M. Sentidos químicos: gusto, olfato y trigémino. En: Enciclopedia iberoamericana de psiquiatría. Vol II^o Ed. Buenos Aires: 1995. pp. 1083-1093.

Aunque generalmente se habla del gusto de alimentos y bebidas, actualmente se sabe que en gran parte la percepción del sabor se debe a la contribución del olfato. También se ha demostrado que hay dos rutas por las cuales los odorantes pueden alcanzar los receptores olfatorios. *“La vía convencional, ortonasal, es la que atraviesa un odorante cuando se olfatea a través de las narinas. Las sensaciones táctiles producidas por el olfateo localizan las sensaciones olfatorias en la nariz. La otra vía, retronasal, es realizada por los vapores del odorante al ser bombeado desde la boca hacia la cavidad nasal por los movimientos de la lengua, la mandíbula y la garganta como resultado de la masticación y la deglución”*⁵³.

Es muy amplio el número de sensaciones olorosas que se pueden percibir, por eso no es posible describir el mundo oloroso en términos de componentes primarios, a diferencia de lo que ocurre con la experiencia gustativa. Discriminar olores significa distinguir un olor de otros e identificar olores significa asociar un olor con un nombre. *“Como resultado de la estimulación continua del olfato se produce el fenómeno de adaptación: luego de la exposición a un olor, su intensidad disminuye y alcanza un estado estacionario estable”*⁵⁴.

Finalmente, en oposición al gusto, que es un sentido analítico, cuando se mezclan distintos odorivectores el olfato se comporta como sentido sintético: genera una nueva cualidad en la mezcla, que difiere de las cualidades de los componentes.

Otro sentido químico menos estudiado es *“el sentido químico común (sqc). Este sentido canaliza toda la información somato sensorial de la cara (sensibilidad trigeminal) y da origen a sensaciones de irritación y pungencia. A diferencia de las neuronas olfatorias que reciben la información olorosa y de los botones gustativos en las papilas gustativas, los receptores del sqc están constituidos por terminaciones nerviosas libres”*⁵⁵.

Por otra parte las sensaciones pungentes son más resistentes a la adaptación. Cuando se prolonga la exposición a un estímulo irritante, en lugar de aparecer una adaptación real aparece un fenómeno de sensibilización, se debe a que la irritación, mediada por este sistema, constituye uno de los mecanismos de alarma del organismo. Este sistema canaliza toda la información que da origen a sensaciones de irritación y pungencia de esencias y especias. *“Por otra parte los gustos ácidos o amargos pueden presentar atributos pungentes (picante, astringencia)”*⁵⁶.

⁵³ LAWLESS y HEYMANN. Op. cit.

⁵⁴ GUIRAO, M. Los sistemas sensoriales. Métodos psicofísicos. En: Los sentidos, bases de la percepción. Madrid, España: Athambra, 1980. p . 40.

⁵⁵ CALVIÑO. Op. cit., pp. 1083-1093.

⁵⁶ *Ibid.*

En definitiva, el olfato es un sentido de distancia, está encargado de informar al organismo de los cambios que ocurren en el medio aéreo. El gusto es un sentido de contacto, los estímulos deben disolverse en el medio acuoso de la saliva. El sentido químico común actúa tanto a distancia como por contacto con las membranas orofaríngeas y nasales.

2.6.2 Tipos de análisis:

- ANÁLISIS DESCRIPTIVO. Es el análisis más completo, el cual necesita de entre 8 a 10 expertos en evaluación sensorial, estas personas son minuciosamente entrenadas para que sean capaces de obtener niveles de diferenciación muy pequeños, son llamados los cromatógrafos humanos que cualifican en escalas cuantitativas.

Las instalaciones que se utilizan para este tipo de análisis se denominan *sala de evaluación*, donde cada experto se ubica en un cubículo separado, el cual posee características físicas adecuadas como el nivel de iluminación, el color, etc. Los expertos son separados a fin de reducir al máximo el grado de error.

- ANÁLISIS DISCRIMINATIVO. Para realizar este tipo de análisis se necesita entre 20 a 25 personas llamadas panel de expertos o catadores, se enfocan en comparar las muestras, para esto existen las siguientes:

- ✓ *Pares*: pueden ser de 2 tipos, la simple o direccionado, la primera es cuando se entrega dos muestras y el panel debe afirmar cual es la diferencia. El direccionado consiste en entregar muestras y pedir al panel determinar la diferencia entre, el sabor, olor, color, o cualquier característica sensorial.
- ✓ *Duo – trio*: consiste en tomar tres muestras y determinar cuáles poseen características similares.
- ✓ *Triangular*: se toman dos muestras diferentes y una muestra patrón, la prueba va a consistir cual de las dos muestras posee características similares a la muestra patrón.
- ✓ *Ordenamiento*: a un determinado número de muestras ordenar de menor a mayor o viceversa, en cuando a una característica sensorial en particular.

Las instalaciones que se utilizan para este tipo de prueba no son tan estrictas como las que se emplean para los análisis descriptivos, pues los análisis discriminativo generalmente se realizan en mesa redonda.

- ANÁLISIS DE CONSUMIDOR. Es de tipo hedónico, en donde solo se evalúa la aceptación por parte del consumidor, las personas que participan en este tipo de prueba no necesitan ser entrenados y se requiere entre 70 a 80 degustadores

Las instalaciones para este tipo de pruebas se ubican generalmente en puntos de venta, determinado un Foccus Group.

El análisis sensorial es una herramienta fundamental dentro de la evaluación de calidad de los materiales en cualquier etapa de producción (materia prima, producto en proceso, producto terminado y postproducción).

Por otra parte se constituye en un instrumento de apoyo para la validación de productos en Investigación y Desarrollo.

Para una empresa productiva el laboratorio de análisis sensorial reviste tanta importancia como uno de fisicoquímica, bromatología o microbiología puesto que sus datos reproducen la aceptación o rechazo de un producto por parte del consumidor final.

Teniendo la certeza de la seguridad del producto, la evaluación sensorial es sin duda la prueba más apropiada para evaluar los cambios durante las pruebas de almacenamiento. Para garantizar que los datos obtenidos son correctos, precisos y fiables, hay que cumplir una serie de requisitos que se citan a continuación:

- a. Deben definirse claramente los objetivos de la evaluación sensorial.
- b. Debe estar disponible un lugar adecuado para realizar las pruebas sensoriales.
- c. Deben utilizarse técnicas adecuadas:
 - ✓ Pruebas analíticas (orientadas al producto): pruebas diferenciales (discriminativas) y pruebas cuantitativas como el análisis descriptivo cuantitativo (quantitative descriptive análisis QDA).
 - ✓ Pruebas hedonísticas (orientadas al consumidor): pruebas de preferencia y aceptabilidad.
- d. Se deben seleccionar y formar asesores adecuados (panelistas).
- e. La obtención y análisis de los datos debe ser correcta y los datos presentados eficazmente⁵⁷.

2.6.3 Pruebas de degustación. Las pruebas de degustación tienen en cuenta factores que inciden en la toma de decisión por parte de los consumidores a la hora de determinar si ellos aceptan y compran el producto, por ello para realizar estas pruebas se debe tener en cuenta:

⁵⁷ MAHECHA LATORRE, Gabriela. Evaluación sensorial en el control de calidad de alimentos procesados. Bogotá, Colombia: 1985. p .11.

- Cómo hacer las encuestas y las entrevistas a los consumidores para determinar qué compran, dónde y cuándo.
- Diseño de los cuestionarios para las encuestas a los consumidores.
- Organización de las pruebas de degustación respecto a preferencias en relación con el sabor, aroma, textura, entre otros.
- *”Examen de la reacción de los consumidores respecto al tamaño de envase y al etiquetado”⁵⁸.*

- CUÁNDO HACER PRUEBAS DE LOS PRODUCTOS. Es buena idea hacer encuestas a consumidores antes de organizar la degustación. La encuesta puede decir mucho acerca de lo que la gente espera de un producto y puede permitir cambiar la fórmula del producto para satisfacer las preferencias del consumidor.

La necesidad de hacer pruebas de degustación dependerá de la clase de productos que se planea producir. Los productos que tienen más o menos el mismo sabor en todas partes requieren pocas o ninguna prueba de degustación previa, pero los alimentos que dependen de la fórmula y de diferentes ingredientes sí las requieren. “Algunos aspectos que es necesario considerar para aquellos productos que requieren abundante procesamiento pueden variar notoriamente de un productor a otro. Para jugos, mermeladas, salsas, pasa bocas, salchichas, cerveza, etc., es indudable que se necesitará probar los productos antes de incurrir en inversiones cuantiosas”⁵⁹.

- ORGANIZACIÓN DE LAS PRUEBAS DE DEGUSTACIÓN. A menos que ya se disponga de una planta de procesamiento y sólo se planea agregar otro producto a la gama de los ya ofrecidos, los productos que se preparen para propósitos de degustación tendrán que ser elaborados, a nivel industrial, para lograr una estandarización. Por ejemplo, si se cree que la fruta que se va a usar va a tomar dos días para llegar desde los productores hasta la planta, no se debe usar fruta recientemente cosechada para hacer los ensayos. Si eventualmente la planta va a usar sacos grandes de azúcar suministrados por el proveedor, es necesario tener seguridad de que este azúcar es de la misma calidad del que se utilizó en los productos experimentales. Hay muchos factores que pueden afectar el sabor de los alimentos procesados.

Las pruebas de degustación que se organicen dependerán de los productos que se proyecta producir. Por ejemplo, si se va a producir mermelada, producto con el cual la mayor parte de la gente ya está familiarizada, puede pedirse a la gente que lo comparen con otras mermeladas que también ya hayan comprado. Por otra parte, si se piensa producir un producto que es desconocido en la zona, se

⁵⁸ *Ibíd.*

⁵⁹ *Ibíd.*

necesitará determinar no solamente si a la gente le gusta sino también si estaría dispuesta a comprarlo.

Hay varios aspectos importantes que se deben tener en cuenta cuando se organiza una degustación, es posible que la gente entre la cual se hace la degustación no sea totalmente veraz cuando se le solicitan comentarios sobre los productos sometidos a prueba. Por ejemplo, es probable que si ellos son amigos de los fabricantes no quieran herir sus sentimientos diciendo que los productos tienen un sabor horrible. Aún siendo totalmente extraños, pueden querer ser complacientes y decir que los productos tienen un sabor agradable. Entre las maneras de superar estas dificultades pueden mencionarse:

- a. Hacer que la gente compare el producto con otro que ya se encuentre en el mercado. Si se está preparando una degustación de un jugo, por ejemplo, se puede comparar las diferentes formulaciones y buscar que los examinadores la comparen con la muestra problema. Deben ponerse en vasos similares y numerarlos 1 y 2 o A y B, de suerte que solamente se sepa cuál jugo es cuál. Conviene, si es factible, organizar más de una sesión de degustación pues ello permitirá tener la oportunidad de cambiar los números para reducir así el peligro de sesgos en los conceptos.
- b. Pedir a la gente que llene un cuestionario con sus comentarios sobre el producto. Tales cuestionarios pueden dar a los probadores la oportunidad no sólo de decir si les gusta el producto o no, sino también de hacer comentarios. De esta forma, una pregunta puede ser, simplemente, «¿qué tanto le gusta este producto?» Si los degustadores están tratando de complacer pueden responder, «mucho». Pero, puede suceder que las respuestas a las preguntas posteriores indiquen que a ellos realmente no les gusta tanto. Se puede preguntar «¿cómo mejoraría usted este producto?» Esto puede conducir a que la gente que dijo que le gustaba el producto dé también sugerencias para mejorarlo. Adicionalmente, sería posible identificar características específicas del producto y obtener opiniones de los probadores sobre ellas, por ejemplo, «¿es muy dulce este producto, normal, o no es lo suficientemente dulce?» Esta clase de preguntas pueden usarse para nuevos productos que la gente no consume actualmente. No es sólo el sabor lo que determina si a la gente le gusta el producto. En el caso de los jugos, por ejemplo, el color y el olor si son relevantes para el producto es recomendable preguntar sobre estas características.
- c. Las muestras deben ser lo más frescas posible. No deben prepararse con mucha anticipación.
- d. Cuando se organicen pruebas de degustación deben hacerse las cosas tan simples y prácticas como sea posible. Si mucha gente prueba los productos en forma simultánea puede haber confusión y ello puede conducir a que los

cuestionarios sean llenados incorrectamente. Las personas que han terminado la prueba deben mantenerse aparte de aquellas que están esperando turno para degustar, pues de otra forma ellas pueden influenciar sus opiniones. A los degustadores se les debe indicar que no hagan comentarios mientras están degustando y que solamente expresen sus opiniones cuando llenen el cuestionario o cuando sean entrevistados por el entrevistador.

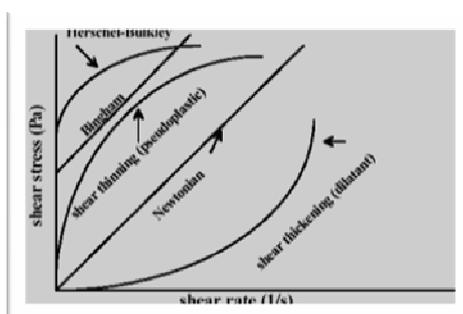
- e. La higiene merece importante consideración y, dependiendo del producto, debe haber especial cuidado en suministrar suficiente cantidad de utensilios como sea necesario, de forma tal que cada persona pueda usar utensilios limpios. Cuando se hagan pruebas comparativas de dos o más productos, cada persona necesitará tantos vasos, platos cucharas o tenedores como productos vaya a degustar, sea por razones de higiene como para prevenir la contaminación del sabor de un producto con el de otro. Para pruebas comparativas se debe proporcionar agua en vasos desechables de forma tal que la gente pueda enjuagar su boca entre una degustación y otra.⁶⁰

2.7 MODELOS REOLÓGICOS PARA ALIMENTOS FLUIDOS

La descripción precisa del flujo, necesaria para el diseño de sistemas de bombeo y tuberías requiere una ecuación que exprese la relación entre σ y $\dot{\gamma}$ en cualquier punto.

Observando el comportamiento de diversos fluidos (independientes del tiempo) mostrados en la siguiente figura, se ha caracterizado el comportamiento proponiendo diversas ecuaciones que los reproducen:

Figura 3. Caracterización Del Comportamiento De Diversos Fluidos Independientes Del Tiempo



Fuente: <http://www.eg.msu.edu/>

⁶⁰ *Ibid.*

Según la literatura a los jugos elaborados a base de frutas se miden sus propiedades reológicas teniendo en cuenta que son un tipo de fluidos Newtonianos, son llamados así después de que Isaac Newton describiera el flujo viscoso. El fluido newtoniano no posee propiedades elásticas, es incompresible, isotrópico y carente de estructura y, como el sólido de Hooke, no existe en la realidad. Sin embargo, muchos líquidos reales muestran un comportamiento newtoniano en un amplio rango de esfuerzos cortantes. Estos líquidos son a los que los reólogos se refieren como "líquidos newtonianos".

Así, el comportamiento reológico de los fluidos ideales o newtonianos puede describirse mediante la ley de Newton de la viscosidad, que viene expresada por la ecuación:

$$\sigma = \mu \gamma, \text{ donde } \mu \text{ es la "viscosidad verdadera"}$$

Indica que cuando un fluido es sometido a un esfuerzo cortante, σ , existe una proporcionalidad directa entre la velocidad de deformación o gradiente de velocidad, γ , que sufre el fluido y dicho esfuerzo cortante. Esta constante de proporcionalidad, μ , es el llamado coeficiente de viscosidad, viscosidad dinámica o simplemente viscosidad.

En este tipo de fluidos la viscosidad sólo depende de la temperatura y composición, siendo independiente del tiempo, de la velocidad de deformación y de la historia previa del fluido.

Un número limitado de alimentos muestran características de flujo ideal, entre los que se encuentran algunos tan importantes fisiológicamente como el agua, nutritivamente como la leche y económicamente como las bebidas refrescantes. Son muchos los autores que, como resultado de sus investigaciones, "atribuyen un comportamiento casi newtoniano a gran número de alimentos fluidos. Como ejemplo de los más nombrados se pueden citar el agua y las disoluciones diluidas de azúcares"⁶¹.

Donde:

2.7.1 Esfuerzo cortante, σ (Nm⁻²). Es la fuerza por unidad de área aplicada paralelamente al desplazamiento (cortante). Tiene unidades de fuerza dividido por superficie, en el SI se mide en **Nm⁻²**. Es homogéneo con la unidad de presión, Pa, aunque hay que recordar que a diferencia de ésta, el esfuerzo cortante es una magnitud vectorial. El esfuerzo cortante es una magnitud microscópica ya que cambia en cada punto del perfil de velocidades.

⁶¹ PERRY, R.H.; GREEN, D.W. y MALONEY, J.O. "Manual del ingeniero químico", 6ª ed. (3ª en español). México: Mc-Graw-Hill, 1997. Tomo 4 y 5.

2.7.2 Velocidad de corte, γ (t^{-1}). El esfuerzo cortante provoca el desplazamiento ordenado de los elementos del fluido, que alcanzan unas velocidades relativas estacionarias que denotaremos $V(x)$. La velocidad de corte se define como el gradiente (velocidad espacial de cambio) del perfil de velocidades:

$$\gamma = dX/dV \quad (1)$$

La velocidad de corte se mide en tiempo⁻¹. Aunque a menudo sólo se representa una componente, γ es una magnitud vectorial.

2.7.3 Viscosidad aparente, η ($kg\ m^{-1}\ s^{-1}$). Mide la facilidad que tiene una determinada sustancia para fluir ante la aplicación de un esfuerzo cortante en unas determinadas condiciones. Se define como la relación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de corte:

$$\eta = \sigma / \gamma \quad (2)$$

Se mide en $kg\ m^{-1}\ s^{-1}$. “La unidad clásica es el Poise y la más comúnmente usada es el centipoise cP. Los fluidos Newtonianos son los de comportamiento más sencillo al presentar una viscosidad aparente constante (a $T=cte$) e independiente del esfuerzo de corte y de la velocidad de corte”⁶².

2.8 PROPIEDADES FÍSICAS Y BIOQUÍMICAS

2.8.1 Textura. Es una sensación subjetiva provocada por el comportamiento mecánico y reológico del alimento durante la masticación y la deglución.

En la siguiente Cuadro se resumen los atributos de textura de los alimentos.

⁶² REOLOGÍA EN ALIMENTOS. 2007. Disponible en: http://www.eg.msu.edu/~steffe/free_book/STEFFE.pdf

Cuadro 5. Atributos de textura de los alimentos

<i>Característica primaria</i>	<i>Característica secundaria</i>	Calificativos normales empleados
<i>Características mecánicas.</i>		
<i>Dureza.</i> <i>Cohesividad.</i>	Quebradizo.	Blando – firme- duro. Desmenuzable, crujiente, quebradizo
	Madurabilidad.	Blando, masticable, correoso.
	Gomoso.	Corto, harinoso, pastoso, gomoso
Viscosidad		Fluido, viscoso.
Elasticidad		Plástico, elástico.
Adhesividad		Pegajoso, pegadizo.
<i>Características geométricas</i>		
Tamaño y forma de partícula		Harinoso, granujiento.
Tamaño y orientación de partículas		Fibroso, celular, cristalino
<i>Otras Características</i>		
Contenido en agua		Seco, húmedo, mojado, acuoso.
Contenido graso	Aceitosidad. Grasosidad.	Aceitoso. Grasiento.

Fuente:<http://www.eg.msu.edu/>

2.8.2 Brix, pH y Acidez:

2.8.2.1 Brix. La escala Brix es un refinamiento de las Cuadros de la escala Balling, desarrollada por el químico alemán Karl Balling. La escala Brix se utiliza, sobre todo, en la fabricación del zumo y del vino de fruta y del azúcar a base de caña.

Para los zumos de fruta, un grado Brix indica cerca de 1-2 % de azúcar por peso. Ya que los grados Brix se relacionan con la concentración de los sólidos disueltos (sobre todo sacarosa) en un líquido, tienen que ver con la gravedad específica del líquido. La gravedad específica de las soluciones de la sacarosa también pueden medirse con un refractómetro. Por su facilidad de empleo, los refractómetros se prefieren sobre los aerómetros marcados para la escala de Brix. *“Los refractómetros de temperatura compensada evitan la dependencia de la temperatura de las medidas de la gravedad específica y requieren solamente una gota o dos de la muestra para tomar una lectura”*⁶³.

2.8.2.2 pH. El pH se define como la concentración de iones hidronio [H_3O^+] presentes en determinadas sustancias. La sigla significa "potencial de hidrógeno" Este término fue acuñado por el químico danés Sorensen, quien lo definió como el logaritmo negativo de base 10 de la actividad de los iones hidrógeno. Esto es: $-\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ ó $-\log 1/[\text{H}_3\text{O}^+]$. Su determinación y control es de gran importancia en las industrias de alimentos: en la utilización y control de microorganismos y enzimas; en la clarificación y estabilización de jugos de frutas y vegetales y de productos fermentados de frutas y cereales; en la producción de mermeladas y jaleas; en el color y retención del “flavor” de productos de frutas; en la coloración de frutas con colorantes artificiales como eritrosina, etc. Resulta particularmente importante en lo que se refiere a rigurosidad del tratamiento térmico (tiempo y temperatura de procesamiento) en general, la velocidad de destrucción térmica de las bacterias, particularmente las anaerobias formadoras de esporas, se incrementa marcadamente cuando aumenta la concentración de iones hidronio (el efecto no es tan pronunciado en el caso de hongos y levaduras).

Productos con valores de pH menores de 4,5 son considerados “ácidos” y con valores mayores, alimentos “no ácidos”. Para estos últimos la rigurosidad del procesamiento térmico deberá ser mayor.

El pH presente en el alimento será el resultado de los sistemas amortiguadores naturales que predominen en el mismo. “Los sistemas amortiguadores (o “buffers”) son mezclas de ácidos (o bases) débiles y sus sales. La “capacidad buffer” se ha definido como la resistencia al cambio de pH que muestra una solución cuando se le somete a ganancia o pérdida de ácido o álcali”⁶⁴.

2.8.2.3 Acidez. En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material. Ej: En

⁶³ PERRY. Op.cit., Tomo 4 y 5.

⁶⁴ Ibid.

aceites es el % en ácido oléico, en zumo de frutas es el % en ácido cítrico, en leche es el % en ácido láctico.

Los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor, olor y la estabilidad de los mismos. Los valores de acidez pueden ser muy variables, por ejemplo, en el caso de las frutas, varían desde 0,2 a 0,3 %, en manzanas de poca acidez hasta de 6 % en el limón (al ácido cítrico puede constituir hasta 60 % de los sólidos solubles totales de la porción comestible). Los ácidos predominantes en frutas son: el cítrico (en la mayoría de las frutas tropicales), el málico (Ej. manzana), el tartárico (Ej. uvas y tamarindo). Los productos pesqueros, aves y productos cárnicos son de acidez muy baja y el ácido predominante es el láctico. Esta determinación puede ser también importante en grasas y aceites, jugos de frutas y vegetales, entre otros.

El contenido de ácidos volátiles es de importancia en productos fermentados de frutas y cereales. En vinos constituye un buen índice de calidad; aunque las levaduras forman algo de ácido acético durante la fermentación alcohólica, particularmente en las etapas iniciales lo utilizan parcialmente: la presencia de 0,1% o más de ácido acético es una buena indicación de descomposición. La determinación de acidez volátil (cantidad y tipo) es también útil.

En el procedimiento usual para determinar la concentración total de ácidos, *“una alícuota de la solución que contiene el ácido se titula con una solución estándar de álcali hasta el punto en el cual una cantidad equivalente de la base ha sido añadida. Este punto final puede detectarse mediante indicadores (cambio de color), electrométricamente (pHmetro)”*⁶⁵.

2.8.3 Densidad. En física, la densidad de una sustancia, simbolizada habitualmente por la letra griega ρ , es una magnitud referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen.

Así, como en el S.I. la masa se mide en kilogramos (kg) y el volumen en metros cúbicos (m^3) la densidad se medirá en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3). Esta *unidad de medida*, sin embargo, es muy poco usada, ya que es demasiado pequeña. Para el *agua*, por ejemplo, como un kilogramo ocupa un volumen de un litro, es decir, de $0,001 m^3$, la densidad de la mayoría de las *sustancias* tienen densidades similares a las del *agua* por lo que, de usar esta unidad, se estarían usando siempre números muy grandes.

La densidad o *densidad absoluta* es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el

⁶⁵ *Ibíd.*

kilogramo por metro cúbico (kg/m^3), aunque frecuente se expresa en g/cm^3 . La densidad es una magnitud intensiva.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

Donde ρ es la densidad, m es la masa y V es el volumen del cuerpo.

2.8.4 Color. Muchos de los pigmentos naturales de los alimentos se destruyen durante el tratamiento térmico, por transformaciones químicas que tienen lugar como consecuencia de cambios en el pH, o por oxidaciones durante el almacenamiento. Como consecuencia de ello, el alimento elaborado pierde su color característico y por tanto, parte de su valor. Los pigmentos sintéticos son más estables, por lo que a menudo se agregan al alimento antes de la elaboración. El color es el atributo percibido inicialmente por el consumidor y por tanto fundamental en la elección, por lo que su preservación es objeto de mucho cuidado para que el alimento tenga el color que el consumidor espera, que no es siempre el natural. Por ejemplo, algunas mermeladas como la de fresa o ciruela adquieren un color pardo durante el tratamiento térmico, que ha de ser modificado por diversas formas. Otro ejemplo es la “mioglobina de la carne, que expuesta al oxígeno adquiere el característico color rojo, mientras que en atmósferas pobres en oxígeno se vuelve parda, dando un aspecto mucho menos atractivo”⁶⁶.

2.8.5 Turbiedad. La turbidez es la expresión de la propiedad óptica de la muestra que causa que los rayos de luz sean dispersados y absorbidos en lugar de ser transmitidos en línea recta a través de la muestra. En los alimentos la turbiedad se origina por la presencia de partículas en suspensión o coloidales. Los consumidores tienden a rechazar un jugo turbio, es por ello que las industrias optan por la filtración a fin de que el líquido sea lo más claro posible.

El turbidímetro de Hellige, que es el utilizado en este método es del tipo nefelométrico, se basa en el efecto de Tyndall. Se compara un rayo de luz que se hace pasar hacia arriba por la muestra, con la luz dispersada hacia arriba por las partículas suspendidas de la solución turbia, la cual es iluminada lateralmente a 90° .⁶⁷

⁶⁶ DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ EN AGUA. Standard methods for the examination of water and waste water publicado por la APHA. Método 2130 A-B/1995.

⁶⁷ISO/DIS 11037. Análisis sensorial. Directrices generales y método de ensayo para la evaluación del color en alimentos. 2003.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

Con el fin de analizar el proceso de obtención de jugo a partir de Noni (*Morinda citrifolia*), se estudiaron las etapas requeridas para la elaboración de jugos. Mediante la metodología de superficie de respuesta y análisis completamente al azar (DCA), se determinaron los parámetros óptimos de tiempo, temperatura para el proceso de pasteurización y relación Noni-Frutas (Uva isabela, mora de castilla y maracuyá) materias primas para el proceso de obtención del jugo tropical a base de Noni. Por su parte la pasteurización se efectuó bajo las indicaciones dadas por diferentes autores, además para este proceso se realizó una serie de experimentaciones a fin de determinar cuál es el proceso más adecuado para evitar la degradación de vitaminas y nutrientes propios del fruto de Noni. Por otra parte los jugos obtenidos fueron caracterizados a través de diferentes pruebas físicas y organolépticas a fin de lograr definir las concentraciones adecuadas para enmascarar características de olor y sabor propias del Noni.

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

3.1.1 Material experimental. Los frutos de Noni fueron adquiridos en la zona costera del departamento de Nariño, en el municipio de Tumaco. Cabe mencionar que si bien la investigación contempla el aprovechamiento del Noni en el municipio de Tumaco (Nariño), la presencia de esta planta en la zona se da de forma silvestre por lo que su volumen de producción es muy bajo, razón por la cual fue necesario adquirir el fruto de otra zona de Nariño denominada El Remolino, corregimiento ubicado al norte del departamento.

Figura 4. Frutos de Noni



Fuente: Esta investigación.

3.1.2 Maquinaria y equipo. Para la adecuación de la materia prima se utilizó una balanza marca NAGENA ref. AV IVS/3-3, cuchillos, escurridores plásticos, pipetas y agua potable.

Figura 5. Instrumentos de adecuación de materia prima



Fuente: Esta investigación

Para determinar el peso de aditivos utilizados para la conservación y control de pH del jugo a base de Noni se utilizó una balanza analítica marca ADVENTURER OHAUS ref. AR3130.

Figura 6. Balanza analítica



Fuente: Esta investigación

Con el fin de efectuar un control adecuado de pH se utilizó un pHmetro Marca Metrohm 744 y para los registros de datos refractométricos de las formulaciones obtenidas, se hizo uso de un refractómetro Atago (Hand refractometer).

Figura 7. pHmetro y refractómetro



Fuente: Esta investigación

Para la elaboración de jugo de Noni se utilizó la máquina despulpadora de la planta piloto de la Universidad de Nariño.

Figura 8. Despulpadora



Fuente: Esta investigación

Una vez realizado el proceso de desulpado se procedió al uso de la licuadora industrial con el fin de homogenizar la mezcla.

Figura 9. Licuadora industrial



Fuente: Esta investigación

Después del proceso de licuado se procedió a pasteurizar, para lo cual se empleó las pasteurizaciones lenta y rápida, para el primer proceso se utilizó un proceso tradicional que consiste en la aplicación constante de una determinada cantidad de calor durante cierto lapso de tiempo para posteriormente generar un choque térmico con un baño de agua fría, este proceso se realizó en marmita. Para el caso de la pasteurización rápida se empleó un prototipo de pasteurizador desarrollado a manera de laboratorio, este equipo consta de 5 serpentines por donde fluye el jugo y una cubeta que contiene agua caliente a temperatura de pasteurización, consta de un chiller el cual se encarga de enfriar el jugo, a continuación se muestra el pasteurizador experimental:

Figura 10. Pasteurizador experimental



Fuente: Esta investigación

Para el almacenamiento de las muestras obtenidas tras los diferentes experimentos se hace uso de frascos en vidrio ámbar con capacidad de 1000 ml,

pues se ha comprobado en pruebas de laboratorio que hay muchos componentes del Noni que son fotodegradables. *“Esto quiere decir que la luz, ya sea solar o artificial, le resta efectividad a ciertos componentes del jugo de Noni. Debido a que el conjunto de los componentes del Noni son los que brindan beneficios a la salud, es importante conservarlos”*⁶⁸.

Figura 11. Envases ámbar



Fuente: Esta investigación

Para identificar de manera cualitativa el color del producto se utilizó el espectrofotómetro de laboratorios especializados marca UV-VIS pharo 300 (spectroquant pharo 300 (MERCK)) y para identificar la turbiedad del jugo se empleó un turbidímetro marca ovbeco-Hellige (Digital direct – Reading turbimeter).

Figura 12. Turbidímetro y Espectrofotómetro



Fuente: Esta investigación

⁶⁸ SANCHÉZ, Helen M. y GULARTE. Roberto. Situación Actual del Cultivo de Noni (Morinda citrifolia) en Costa Rica y Elaboración de un Producto Utilizando el Follaje. Costa Rica : s.n, 2002. p. 87.

Para realizar la toma de medida de algunas de la viscosidad del jugo se empleo una probeta de 1000ml, balines con un peso de 0.12919 g. y un diámetro de 3.15mm, un cronometro, un densímetro y un termómetro digital.

Figura 13. Probeta, termómetro digital, cronometro y balines



Fuente: Esta investigación.

Para determinar la acidez del jugo de Noni se utilizo Hidróxido de sodio a 0.0196 N, fenolftaleina, y recipientes de vidrio erlenmeyer.

Figura 14. Sistema de prueba de acidez para jugo de Noni



Fuente: Esta investigación.

3.2 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTO

El procedimiento efectuado para la adecuación del material experimental y desarrollo de las pruebas experimentales es el siguiente:

3.2.1 Recepción de materia prima. En la etapa de recepción, la materia prima se recibió en empaques plásticos de polietileno con peso aproximado de 12 kg. Los frutos de Noni provenientes del Municipio de Tumaco – Nariño y El Remolino.

3.2.2 Selección y clasificación. Como principal criterio de selección de la materia prima se consideró su integridad física, frutos con magulladuras, grietas y zonas con un alto grado de inmadurez, fueron descartadas por su deterioro y susceptibilidad e influencia en el producto final.

Se efectuó una clasificación según grado de madurez, teniendo en cuenta únicamente aquellas partes del fruto que mostraban un correcto estado de madurez, dicho estado se dedujo de acuerdo a las indicaciones que se han encontrado en la literatura, tales como: “el color del fruto de Noni debe ser amarillo pálido y de consistencia blanda similar a la gelatina, con un aroma y sabor a queso rancio”⁶⁹, si el aroma es demasiado fuerte es un claro indicativo de que el fruto está sobre maduro, además se torna café oscuro lo cual puede afectar no solo la coloración final del jugo sino también la composición de nutrientes, a continuación se indica en la figura este fenómeno:

Figura 15. Frutos de Noni (*Morinda citrifolia*) en proceso de maduración.



Fuente: Esta investigación.

3.2.3 Lavado y desinfección. El lavado se hizo con abundante agua, después de este proceso, los frutos de Noni se sumergieron durante cinco minutos en una solución desinfectante de hipoclorito de sodio con concentración de 200 ppm (BPM para frutas y hortalizas) con el objetivo de disminuir la carga microbiana que permanece adherida a la superficie de las mismas.

⁶⁹ ELKINS. Op. cit., p. 31.

Figura 16. Proceso de lavado y desinfección



Fuente: Esta investigación.

3.2.4 Pelado. El pelado de los frutos básicamente consistió en retirar aquellos segmentos de coloración verde que poseían, debido a que estos se encontraban en un alto grado de inmadurez, con éste método se obtuvo una pérdida de alrededor del 35% del peso inicial de los frutos. Luego se sometieron al proceso de rebanado a fin de facilitar el proceso de extracción en la despulpadora.

Debido a que el objetivo general de esta investigación era determinar la concentración de Noni vs. Concentración de frutas (mora de castilla, uva Isabela y maracuyá), se utilizó para la elaboración del jugo, pulpas comerciales a fin de minimizar tiempo y espacio requerido para la elaboración de las pulpas, es necesario mencionar que las primeras experimentaciones se realizaron con frutas naturales con el fin de determinar cuáles frutas favorecían mas el sabor y el aroma del producto final.

Cabe anotar la utilización de las pulpas de la piña en los primeros experimentos, hasta que las pruebas de degustación arrojaron resultados que conllevaron a la búsqueda de otras frutas a fin de eliminar el aroma característico del Noni, entre esas experimentaciones fue muy conveniente cambiar la piña por el maracuyá. Para obtener la pulpa de piña, se inicio con el proceso de pelado y troceado para facilitar el proceso de licuado, para el caso de la uva fue necesario sustraer las semillas y la cáscara, mientras que en el caso de las moras se hizo necesario remover por completo el pedúnculo, para posteriormente proceder de manera directa a su licuado.

3.2.5 Elaboración de jugo tropical de Noni. Para determinar los porcentajes en peso de cada fruta se realizaron ensayos de mezclas con 60% pulpa de Noni y 40 % mezcla de pulpas de las otras frutas, el porcentaje de estas frutas se varió como se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Porcentajes de peso de pulpas uva Isabela (*Vitis labrusca*), mora de castilla (*Rubus glaucus*) y piña (*Ananas comosus L.*) para la elaboración del jugo de Noni.

Noni	Uva Isabela	Mora de Castilla	Piña	Tratamiento
60%	20%	10%	10%	T1
	10%	20%	10%	T2
	10%	10%	20%	T3
	15%	15%	10%	T4
	10%	15%	15%	T5
	15%	10%	15%	T6

Fuente: Esta investigación.

Por otra parte se trabajó con una base de cálculo de 500 g. Contenidos entre Noni, uva Isabela, mora de castilla y piña, Una vez obtenidos las pulpas de Noni, mora, piña y uva se procedió al mezclado, Para llevar a cabo este proceso se utilizó una balanza analítica y con ayuda de una licuadora se licuaron y se filtraron a fin de homogenizar el jugo resultante. Se añadió agua como disolvente, no se adicionó azúcar como edulcorante, debido a que estas muestras se sometieron a proceso de degustación, a fin de evitar que los panelistas encuestados desvíen su atención en los aspectos físicos a evaluar (color y sabor).

Una vez obtenidas las mezclas de jugos según la formulación planteada en el Cuadro 1 se realizaron las pruebas de pH y °Bx, estas pruebas consistieron en tomar muestras de cada jugo y con la ayuda del pH-metro y el refractómetro se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación:

Cuadro 7. Resultados de pH y °Bx de los diferentes tratamientos.

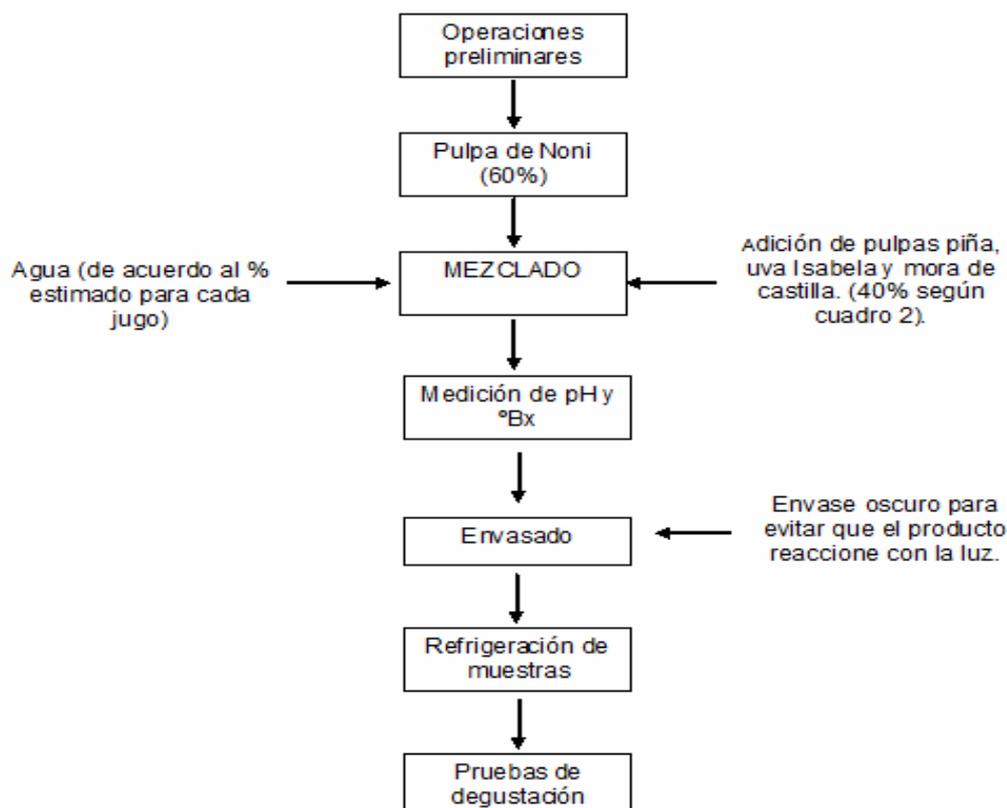
TRATAMIENTO	pH	°Bx
T1	3.89	4
T2	3.67	4
T3	3.93	4
T4	3.93	3
T5	3.95	4
T6	3.94	3

Fuente: Esta investigación.

En esta etapa del proceso no fue necesario adicionar ningún tipo de conservante y regulador de pH, debido a que las pruebas de degustación se realizaron el mismo

día de la elaboración de jugo de Noni. A continuación se muestra el diagrama de flujo que se siguió:

Figura 17. Diagrama de proceso de elaboración del Jugo tropical de Noni con mezcla de frutas.



Fuente: Esta investigación.

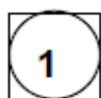
3.2.6 Reformulación de jugo de Noni. Gracias a la encuesta realizada (ANEXO A), se logró determinar cuáles de las formulaciones de jugo de Noni tuvieron mayor preferencia por parte de los encuestados, en aspectos físicos de color y sabor, las seleccionadas fueron sometidas a nuevas experimentaciones empleando el mismo procedimiento pero con otras frutas, tales como: mango, maracuyá, tomate de árbol y banano, se realizó experimentaciones en donde se sustituyó la piña con las frutas anteriormente mencionadas, estos tratamientos también fueron sometidos a pruebas de degustación (ANEXO B). A continuación se indica las formulaciones estudiadas:

Cuadro 8. Reformulación de tratamientos

Tratamiento	Noni	Uva Isabela	Mora de castilla	Piña	Maracuyá
T1	50%	15%	15%	10%	10%
T2	50%	10%	15%	15%	10%
T3	50%	15%	15%	0%	20%
T4	50%	10%	15%	0%	25%

Fuente: Esta investigación.

3.2.7 Descripción del proceso reformulando los contenidos de pulpas:



RECEPCIÓN Y CLASIFICACIÓN. Se receiptó la materia prima y se seleccionó la fruta de acuerdo a su estado de madurez teniendo en cuenta aquellas que están en estado de descomposición o que pueda afectar al producto final.



A LIMPIEZA



LIMPIEZA. Que consistió en lavar la fruta para eliminar impurezas como tierra, y cualquier materia extraña presente en la misma.



A DESPULPADO A PELADO



DESPULPADO Y PELADO: el Noni ya lavado, despulpo y las uvas y maracuyá se pelo para facilitar la obtención de la pulpa.



A MEZCLA



MEZCLADO: proceso que consiste en adicionar y mezclar las pulpas de maracuyá, uva Isabela y mora de castilla en un porcentaje del 50%. (Según Cuadro 7).



A FILTRADO



FILTRADO. El jugo se filtró para eliminar los sólidos en suspensión que den mal aspecto. En esta parte del proceso se realizó el control de pH, acidez, Brix, para controlar la calidad del producto y corregirlos si es necesario. En este momento se extrajo una muestra en la cual se realizaron los análisis de ácido ascórbico y conteo total de bacterias en unidades formadoras de colonia (UFC) y número de levaduras iniciales del jugo de Noni.



A CALENTAMIENTO

5

CALENTAMIENTO. En esta parte se procedió a calentar el zumo hasta 60 °C antes de que sea envasado logrando con esto que la penetración del calor en el zumo envasado, una vez que se encuentre en la pasteurización sea lo más rápido posible.

6

A PASTEURIZADO

6

PASTEURIZADO. el jugo se mantuvo a temperaturas y tiempos que se establecieron en el numeral 4.7 para la investigación.

7

A ENFRIAMIENTO

7

ENFRIAMIENTO. Realizado el proceso de pasterización, el producto se enfrió.

8

A ENVASADO

8

ENVASADO. Inmediatamente adicionado los ingredientes se procedió a un batido vigoroso (si ha sido necesario para regular la relación sólidos solubles y acidez titulable), permitiendo que los mismos se encuentren de manera uniforme formando parte del producto final.

1

ALMACENAMIENTO. una vez que embasado el jugo de Noni con mezcla de otras frutas se procedió a almacenar las muestras obtenidas para probar la estabilidad del producto.

3.2.8 Proceso de pasteurización. Se aplicó al jugo de Noni pasteurizaciones de tipo rápido y lento, esta última consistió en calentar el jugo de 60°C a 70°C durante un lapso de tiempo de 45 minutos, en la marmita, el momento crítico del proceso fue la fase de descenso que es cuando las bacterias pueden volver a multiplicarse, esto sucede entre los 45°C y 15°C; razón por la cual la pasteurización en esta etapa debe ser rápida, esto se logra gracias a la circulación de agua fría a través de la camisa de la marmita y el movimiento del agitador.

Se empleó la marmita por ser uno de los equipos más comúnmente utilizados y de fácil operación en el proceso de pasteurización, inicialmente fue necesario realizar la purga al equipo; es decir, desalojar los condensados residuales que contenga la marmita, ya que estos pueden afectar el proceso y ocasionar daños al equipo.

Constantemente se midió la temperatura al jugo contenido en la marmita durante un corto lapso de tiempo, repitiendo este procedimiento hasta alcanzar la temperatura deseada de pasteurización (60°C a 70°C durante 45 minutos).

El principio fundamental de la pasteurización es el choque térmico, el cual consiste en elevar el jugo de Noni a altas temperaturas y posteriormente reducirla en el menor tiempo posible (hasta llegar a una temperatura de 10°C), de tal manera que se garantice la higienización del producto. Es importante destacar que la temperatura máxima de enfriamiento alcanzada durante el proceso fue la temperatura ambiente del agua que oscila entre 18 – 20°C.

Por otra parte se realizaron experimentaciones de pasteurización rápida en un prototipo de pasteurizador, el cual posee una bomba que se encarga de hacer fluir el jugo por el sistema de serpentines, tanto para el proceso de calentamiento como de enfriamiento, cabe mencionar que se cuenta con dos tiempos de retención de 15 y 30 seg. El jugo en su etapa inicial es recirculado debido a la potencia de la bomba empleada, una vez entra el producto en el primer serpentín inicia el proceso de calentamiento, el cual se genera gracias al calentamiento del agua que se logra por la resistencia ubicada en la cubeta, posteriormente con la ayuda del chiller y de serpentines se realizó el proceso de enfriamiento del jugo, que ha salido de los serpentines ubicados en el interior de la cubeta de agua caliente. A continuación se muestra el sistema de enfriamiento:

Figura 18. Sistema de enfriamiento de pasteurizador



Fuente: Esta investigación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRUEBAS DE DEGUSTACIÓN

Se realizó una evaluación sensorial de tipo hedónico a través de la aplicación de una encuesta correspondiente a pruebas hedónicas presentadas en el ANEXO A. que es un test de respuesta objetiva que permite realizar una evaluación comparativa de las muestras en estudio, se presentaron dos variables sensoriales a evaluar: sabor, color. En esta primera experimentación no se tuvo en cuenta el aroma, puesto que el objetivo primordial de la aplicación de la encuesta era lograr determinar cual era el sabor y color más agradable, de acuerdo a este parámetro se trabajaron las demás características sensoriales como el olor y el color.

La degustación se realizó con el fin de seleccionar la mejor formulación, según la información del *Cuadro 2* en cuanto a sabor y color.

El sitio donde se efectuó la prueba de degustación fue el auditorio de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño, debido a que cumple con los requisitos de los análisis sensoriales, es un lugar ordenado, con buena iluminación y libre de olores. “Las pruebas por parte de los encuestados se realizaron según las recomendaciones bibliográficas y las sugerencias de la Ingeniera Zully Suárez, por ello se realizó en horas cercanas a las de las comidas, por ejemplo 10 a 11 a.m. y de 3 a 4 p.m.”⁷⁰.

Las muestras elaboradas con diferentes concentraciones de uva Isabela, piña y mora de castilla, fueron rotuladas con números para evitar sesgar las encuestas, se utilizó una codificación al azar, indicada en la siguiente Cuadro:

Cuadro 9. Codificación de tratamientos empleada en encuestas.

TRATAMIENTO	CODIFICACION
T1	580
T2	680
T3	343
T4	512
T5	260
T6	465

Fuente: Esta investigación.

Para determinar el color, la prueba sensorial se realizó en vasos de plástico transparentes y en un lugar con buena iluminación para que los encuestados

⁷⁰ MAHECHA LATORRE. Op. cit. p. 11.

logren determinar que muestra posee el color más agradable, en cuanto al olor no se tuvo en cuenta en este análisis sensorial debido a que se enfatizó en seleccionar aquella muestra mas palatable y de mejor coloración. Por otra parte, para determinar el sabor más agradable se utilizó agua y galletas de soda a fin de eliminar las trazas entre muestra y muestra que puedan quedar en cada degustación.

El color, como es obvio está asociado a sustancias en suspensión, siendo la característica que más se vio afectada, porque dependió de las concentraciones de las frutas con las cuales se preparó el jugo de Noni, además el degustador tuvo que decir que aspecto es más uniforme u homogéneo y describir las características macro que pueden ser reconocidas a simple vista, este proceso de selección por parte de las personas encuestadas consistió en comparar la coloración de la muestra testigo (TD); es decir con la muestra realizada únicamente con el jugo de Noni.

El análisis organoléptico de las muestras por parte de los degustadores estará influenciado por la subjetividad de quien lo realiza y en este sentido, las diferentes apreciaciones sobre la misma muestra varió ampliamente de un degustador a otro, los autores de este proyecto fueron los encargados de realizar el análisis subjetivo de los resultados arrojados por los degustadores.

En resumen a la muestra seleccionada por parte de las personas encuestadas, se sometió a diversas pruebas a fin de determinar los aspectos nutricionales, las características físico-químicas, dicha muestra fue también analizada en el laboratorio de análisis sensorial de la Universidad de Antioquia, para obtener resultados específicos de catación por parte de los profesionales en esta materia, en cuanto al sabor y olor.

Una vez obtenidas las diferentes muestras de jugo tropical de Noni estimando los porcentajes en peso que se indican en la Cuadro 6, estas muestras se sometieron a pruebas de degustación con el fin de determinar la proporción más agradable al consumidor, por lo que la encuesta se realizó con personas dentro del campus universitario, primero se inicio con una corta introducción informando la manera más adecuada para realizar la encuesta, a fin de que los encuestados lograrán determinar si fue posible o no enmascarar el sabor característico del fruto y seleccionen el tratamiento con el color más agradable, para tal análisis se utilizó la encuesta ANEXO A del presente informe, además se utilizo el programa estadístico STATGRAPHICS CENTURION XV, a fin de comparar los resultados de la encuesta.

Para la elaboración del jugo de Noni se tuvieron en cuenta las características sensoriales que las frutas utilizadas generaban en el jugo. “Debido a que se tiene un solo factor que es constante (60% pulpa de Noni), se decidió hacer un diseño

de experimentos completamente al azar”,⁷¹ a fin de lograr comparar los tratamientos y determinar cuál de ellos es el mejor, tal y como se indica en la Cuadro 8.

Al correr el experimento se obtuvo las siguientes respuestas:

Las hipótesis que en la investigación se probaron son:

Ho: Las medias de los niveles son iguales $580=680=343=512=260=465$

H1: Algunas medias son diferentes

Teniendo claras las hipótesis y habiendo corrido el experimento, se procede a realizar los cálculos matemáticos que permitan llegar al estadístico de prueba F_0 para tomar una decisión, en cuanto a que tratamiento de jugo es el mejor.

4.2 DISEÑO EXPERIMENTAL DEL GRADO DE COLOR DEL JUGO DE NONI.

La Cuadro ANOVA es la salida básica de un análisis de varianza: a través de los datos se puede saber si realmente existe una relación de dependencia entre las variables objeto de estudio o no, se podrá saber si los distintos niveles de la variables cualitativa o factor (variación en cantidad de pulpas frutas) determinan el valor de la variable color. En la Cuadro No. 10 se observan las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

Cuadro 10. Cuadro ANOVA para el color (Análisis de varianza)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	8,7	5	1,74	14,91	0,0000
Intra grupos	2,8	24	0,116667		
Total (Corr.)	11,5	29			

Fuente: Esta investigación.

Al analizar la Cuadro ANOVA (Cuadro 10) se descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 14,9143, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos.

El valor que sirve de referencia a la hora de aceptar o rechazar la hipótesis nula es el nivel de significancia. Si el nivel de significancia es mayor que 0,05, se acepta la

⁷¹ GUITIERREZ PULIDO, Humberto y DE LA VARA SALAZAR, Román. Análisis y diseño de experimentos. México: Mc-Gaw Hill Interamericana, 2004. p. 80.

hipótesis nula de independencia entre las variables (no existen efectos diferenciales entre los tratamientos). Si el nivel de significancia es menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir, se concluye que existe una relación de dependencia entre las variables, y en este caso se puede afirmar que los distintos niveles del factor sí influyen sobre los valores de la variable cuantitativa. En este caso, puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 variables con un nivel del 95,0% de confianza, por lo tanto se rechaza la H_0 mediante este análisis y se puede concluir que las variaciones en pulpas de frutas afectan el producto final.

Estos efectos se ven con más claridad en Pruebas de Múltiples Rangos.

Cuadro 11. Pruebas de Múltiple Rangos para el color

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T6	5	1,0	X
T3	5	1,0	X
T1	5	1,0	X
T5	5	1,8	X
T4	5	1,8	X
T2	5	2,4	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2	*	-1,4	0,445854
T1 - T3		0,0	0,445854
T1 - T4	*	-0,8	0,445854
T1 - T5	*	-0,8	0,445854
T1 - T6		0,0	0,445854
T2 - T3	*	1,4	0,445854
T2 - T4	*	0,6	0,445854
T2 - T5	*	0,6	0,445854
T2 - T6	*	1,4	0,445854
T3 - T4	*	-0,8	0,445854
T3 - T5	*	-0,8	0,445854
T3 - T6		0,0	0,445854
T4 - T5		0,0	0,445854
T4 - T6	*	0,8	0,445854
T5 - T6	*	0,8	0,445854

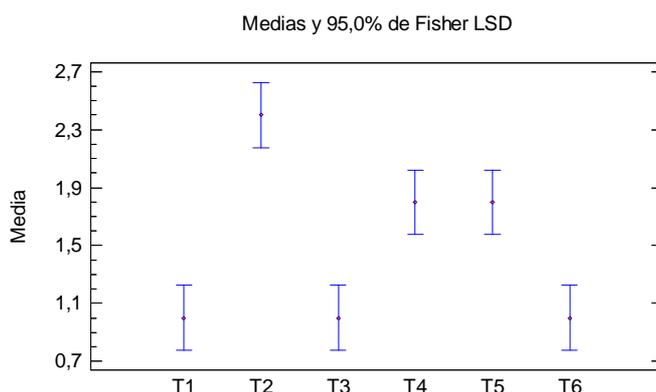
Fuente: Esta investigación.

* indica una diferencia significativa

La Cuadro No. 11 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 11 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la Cuadro 10, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

A continuación se presenta el diagrama de LSD de Fisher (Figura 19) en el que se muestra claramente la diferencia significativa.

Gráfico 1. Gráfico de medias con respecto al color.



Fuente: Esta investigación.

Debido a que se rechazó H_0 mediante ANOVA, y se concluye que no hay igualdad entre las medias poblacionales de los tratamientos, pero no se tiene información específica sobre cuáles tratamientos son diferentes entre sí, el Gráfico de medias (Figura 19) permite hacer una comparación visual más estadística de las medias de los tratamientos. Así se puede ver que el método LSD detecta las diferencias $T1 \neq T2$, $T1 \neq T4$, $T1 \neq T5$; $T2 \neq T3$, $T2 \neq T4$, $T2 \neq T5$, $T2 \neq T6$, $T3 \neq T4$, $T3 \neq T5$, $T4 \neq T6$, $T5 \neq T6$. Entre los tratamientos que muestran poca diferencia significativa: es decir, aquellos que son parecidos en cuanto a la percepción de color son: $T1 = T3$, $T1 = T6$, $T3 = T6$, $T4 = T5$.

La conclusión práctica del experimento es que el mejor tratamiento en cuanto a su característica sensorial de color es T2, además los tratamientos T4 y T5 muestran características similares y poseen una diferencia significativa al compararlos con los demás tratamientos. Por lo tanto se concluye que los tratamientos T2, T4 y T5, deben ser sometidos a nuevos análisis para determinar el mejor en cuanto a color.

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL DEL GRADO DE PALATABILIDAD DEL JUGO DE NONI

En esta investigación se enfrentó el problema de determinar si dos o más grupos son iguales. Para este caso determinar si diversas formulaciones en cuanto al contenido de pulpa de frutas producen sabores iguales o diferentes, por ello se decidieron utilizar un diseño completamente al azar a fin de lograr comparar los tratamientos y determinar la diferencia entre ellos.

Dado que a través del Análisis de la Varianza se persigue saber si los distintos niveles de un factor influye en los valores de una variable continua, en este caso si se quiere saber el mejor grado de palatabilidad del jugo de Noni con mezcla de otras frutas y para que efectivamente sí haya diferencias en los valores de la variable continúa según el nivel del factor, se tiene que dar simultáneamente que el comportamiento de la variable continúa sea lo más distinto posible para los distintos niveles del factor, y a su vez, que dentro de cada grupo (determinado por los niveles del factor) los valores sean lo más homogéneos posibles.

En otras palabras, se tiene que dar que la variación intra grupos sea mínima, y que la variación entre-grupos sea máxima. Por tanto el análisis de la varianza se va a basar no sólo en la descomposición de la variación total, sino además en la comparación de la variación entre grupos y la variación intra grupos, teniendo en cuenta sus correspondientes grados de libertad.

Así, la hipótesis nula a contrastar a través del Análisis de la Varianza puede ser establecida como igualdad de efectos:

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_g = 0$$

Siendo la hipótesis alternativa (H1) que alguno de los efectos diferenciales sea distinto de cero.

Cuadro 12. Cuadro ANOVA para el sabor (Análisis de varianza)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	8,16667	5	1,63333	7,54	0,0002
Intra grupos	5,2	24	0,216667		
Total (Corr.)	13,3667	29			

Fuente: Esta investigación.

La Cuadro No. 12 descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro de grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 7,53846, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

Cuadro 13. Pruebas de Múltiple Rangos para el sabor.

Método: 95,0 porcentaje LSD

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	5	3,6	X
T2	5	3,6	X
T3	5	4,0	XX
T5	5	4,6	XX
T6	5	4,8	X
T4	5	4,8	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		0,0	0,607597
T1 - T3		-0,4	0,607597
T1 - T4	*	-1,2	0,607597
T1 - T5	*	-1,0	0,607597
T1 - T6	*	-1,2	0,607597
T2 - T3		-0,4	0,607597
T2 - T4	*	-1,2	0,607597
T2 - T5	*	-1,0	0,607597
T2 - T6	*	-1,2	0,607597
T3 - T4	*	-0,8	0,607597
T3 - T5		-0,6	0,607597
T3 - T6	*	-0,8	0,607597
T4 - T5		0,2	0,607597
T4 - T6		0,0	0,607597
T5 - T6		-0,2	0,607597

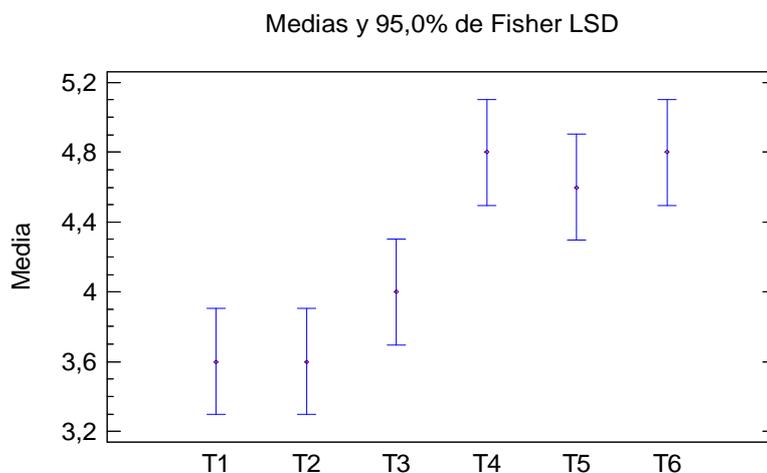
Fuente: Esta investigación.

* indica una diferencia significativa.

La Cuadro No. 13 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 8 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

A continuación se presenta el diagrama de LSD de Fisher (Gráfico 2) en el que se muestra claramente la diferencia significativa.

Gráfico 2. Gráfico de medias con respecto al sabor



Fuente: Esta investigación.

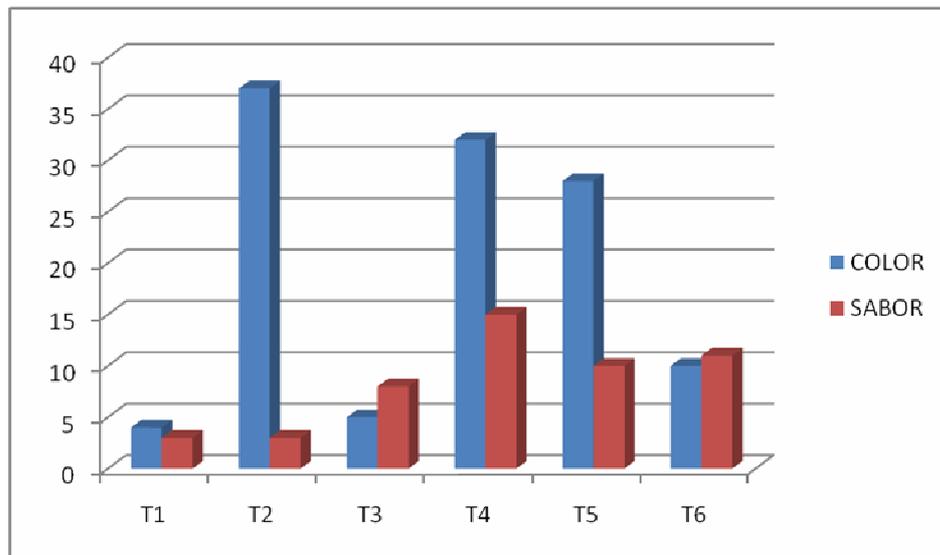
Debido a que se rechazó H_0 mediante ANOVA, y se concluye que no hay igualdad entre las medias poblaciones de los tratamientos, pero no se tiene información específica sobre cuales tratamientos son diferentes entre sí, el Gráfico de medias permite hacer una comparación visual más estadística de las medias de los tratamientos. Así se puede ver que el método LSD y la Cuadro 13 se detecta las diferencias $T1 \neq T4$, $T1 \neq T5$; $T1 \neq T6$; $T2 \neq T4$, $T2 \neq T5$, $T2 \neq T6$, $T3 \neq T4$, $T3 \neq T5$. Entre los

tratamientos que muestran poca diferencia significativa: es decir, aquellos que son parecidos en cuanto a la percepción de sabor son: T1=T2, T1=T3, T2=T3, T3=T5, T4=T5, T4=T6, T5=T6.

Por lo que la conclusión práctica del experimento es que el mejor tratamiento en cuanto a su característica sensorial de sabor es T4 y T6, además el tratamiento T5 muestra características similares a los anteriormente mencionados y poseen una diferencia significativa al compararlos con los demás tratamientos. Por lo tanto se concluye que los tratamientos T4, T6 y T5, deben ser sometidos a nuevos análisis para determinar el mejor en cuanto a sabor.

A continuación se representa gráficamente las respuestas numero 4 (Me gusta) y 5 (Me gusta mucho) de la encuesta ANEXO A del documento.

Gráfico 3. Comparación respuesta 4 y 5 del ANEXO A.



Fuente: Esta investigación.

Como se puede observar en el gráfico No 3, se visualiza que el T2 es el mejor en cuanto al color, siguiendo en orden descendente el T4, y T5, en cuanto al sabor el T4, el tratamiento que posee mejor sabor, siguiendo en su orden el T6 y T5.

Teniendo en cuenta que el principal objetivo del análisis sensorial era el de seleccionar aquellos tratamientos con mayor grado de aceptabilidad en cuanto características físicas como son el color y sabor, se logró determinar mediante la tabulación de las encuestas (ANEXO A) y el análisis estadístico realizado con la ayuda del programa STATGRAPHICS CENTURION XV, que los tratamientos que

obtuvieron mayor aceptación por parte de los encuestados fueron es su respectivo orden, los tratamientos T4 (muestra 512) y T5 (muestra 260), debido a que tanto en coloración como en sabor fueron bien aceptados.

De acuerdo a las recomendaciones generadas por los encuestados, la mayoría apuntaron a que el olor era un distractor a la hora de la degustación ya que como era de esperarse el jugo presentó el aroma característico del fruto de Noni, el cual es desagradable y muy parecido al olor de queso rancio, fue este motivo lo que conllevó a los investigadores a realizar nuevas formulaciones con frutas diferentes a las ya mencionadas (uva Isabela, mora de castilla y piña) y bajar la concentración total de pulpa de Noni en un 10%.

4.4 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA NUEVOS TRATAMIENTOS

Para la siguiente etapa de esta investigación, fue necesario preparar nuevas formulaciones con los tratamientos seleccionados (T4 y T5), además se investigó en propiedades aromáticas de otras frutas que logren enmascarar el aroma característico de Noni se realizaron pruebas con diversas frutas como tomate de árbol, maracuyá y lulo, entre otras, las cuales no se mencionan porque no se obtuvieron los resultados esperados, de esta serie de experimentaciones se lograron mejores resultados con la maracuyá, no solo en cuanto al aroma, debido a sus compuestos fenólicos sino también en cuanto al sabor.⁷²

Paso siguiente en la investigación se realizaron cuatro nuevos tratamientos adicionando maracuyá a las formulaciones seleccionadas y reemplazando la piña por la maracuyá, en este punto se debe resaltar que en la experimentación adelantada determinamos que para obtener mejores resultados en la formulación era necesario trabajar con una fruta con acidez significativa que ayude a enmascarar el sabor y olor de Noni, además que su color pueda aportar a la coloración final del jugo.

Cuadro 14. Codificación de tratamientos empleada en encuestas.

TRATAMIENTO	CODIFICACION
T1	325
T2	620
T3	580
T4	976

Fuente: Esta investigación.

Los nuevos tratamientos fueron sometidos a un proceso de pasteurización con el fin de disminuir la carga microbiana en jugo y alargar su vida útil, asimismo con la

⁷²SUQUILANDA. Op. cit. p. 43.

pasterización se minimizó el aroma característico del jugo y se controló como factor distractor en el momento de las encuestas para determinar más fácilmente la mejor formulación que el equipo encuestado seleccionó.

En el momento de iniciar el proceso de degustación, el producto fue servido a temperatura ambiente y en vasos plásticos transparentes a fin de que el encuestado identifique el color más agradable, cabe mencionar que se realizó la degustación de igual manera que la primera parte de la investigación (Anexo A).

Para esta nueva experimentación se eligieron panelistas cuya evaluación dependa de la objetividad, precisión y reproductividad del juicio. Las personas a encuestar para obtener una evaluación objetiva, fueron en su mayoría personas que hacían parte del sector agroindustrial, para ello se solicitó colaboración de los asociados de la Cooperativa de Ingenieros Agroindustriales (IACOOPT LTDA), y se contó con la colaboración de catadores de café que hacen parte de la fábrica Empresas de Nariño, debido a que a este tipo de personas se les puede hablar con un lenguaje más técnico, de tal manera que se pudo dar una corta capacitación en cuanto a lo referente al análisis sensorial, informándoles qué se busca y para qué se realiza dicho análisis. Una vez obtenidos los resultados de este grupo de encuestados, también se realizaron encuestas a personas del medio externo, quienes arrojaron resultados mucho más hedónicos pero igualmente importantes, a este grupo también se les dio a conocer el fruto y tendrán la misión únicamente de seleccionar qué producto les agrada más en cuanto al sabor.

Mediante el diseño experimental y la encuesta realizada a personas que conocían la terminología de las pruebas sensoriales (ANEXO B), se logró determinar la formulación que mejor enmascara el sabor y el olor característicos del fruto de Noni. En esta ocasión no se tuvo en cuenta el color debido a que las muestras presentaron tonalidades muy parecidas y a que a la mayoría de encuestados les gustó las tonalidades de cada tratamiento.

4.4.1 Descripción del diseño experimental del análisis sensorial en cuanto al sabor. A continuación se describe el análisis resultado de las pruebas de degustación, en cuanto al sabor. Es importante resaltar que todo este proceso de análisis se realizó de manera similar, pero tomando las nuevas condiciones de elaboración del jugo de Noni, teniendo en cuenta un solo factor que es constante, 50% pulpa de Noni, las frutas utilizadas para esta nueva experimentación son uva Isabela, mora de castilla y maracuyá en mezcla con piña y sola

Al correr el experimento se obtuvo las siguientes respuestas:

Las hipótesis que en la investigación se probaron son:

H₀: Las medias de los niveles son iguales 325=620=580=976

H1: Algunas medias son diferentes

Teniendo claras las hipótesis y habiendo corrido el experimento, se procede a realizar los cálculos matemáticos que permitan llegar al estadístico de prueba F_0 para tomar una decisión, en cuanto a que tratamiento de jugo es el mejor.⁷³

Cuadro 15. Cuadro ANOVA para sabor. (Segundo análisis)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	6,95	3	2,31667	18,53	0,0000
Intra grupos	2,0	16	0,125		
Total (Corr.)	8,95	19			

Fuente: Esta investigación.

La Cuadro No. 15 descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 18,5333, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

Dado que a través del Análisis de la Varianza se persigue saber si los distintos niveles de un factor influye en los valores de una variable continua en este caso se quiere saber si el grado de concentración de pulpa de frutas influye en el jugo de Noni final, para que efectivamente sí haya diferencias en los valores de la variable continua según el nivel del factor, se tiene que dar simultáneamente que el comportamiento de la variable continua sea lo más distinto posible para los distintos niveles del factor, y a su vez, que dentro de cada grupo (determinado por los niveles del factor) los valores sean lo más homogéneos posibles. En otras palabras, se tiene que dar que la variación intra-grupos sea mínima, y que la variación entre-grupos sea máxima.

⁷³ GUITIERREZ PULIDO. Op. cit., pp. 70-80.

Cuadro 16. Pruebas de Múltiple Rangos. (Segundo análisis)

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	5	3,4	X
T1	5	3,8	XX
T4	5	4,0	X
T3	5	5,0	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0,4	0,474026
T1 - T3	*	-1,2	0,474026
T1 - T4		-0,2	0,474026
T2 - T3	*	-1,6	0,474026
T2 - T4	*	-0,6	0,474026
T3 - T4	*	1,0	0,474026

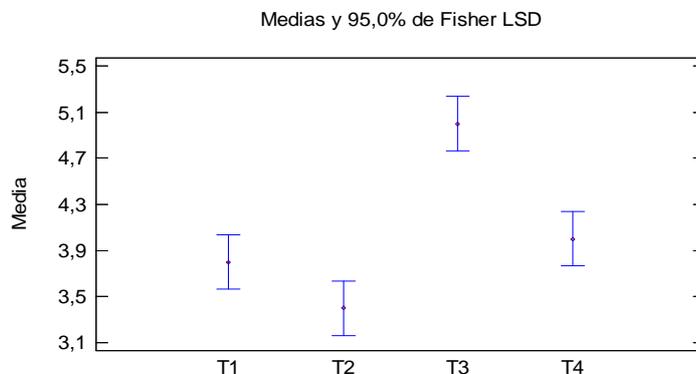
Fuente: Esta investigación.

* indica una diferencia significativa.

La Cuadro No. 16 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 4 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. A continuación se visualiza el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

Gráfico 4. Gráfico de medias de sabor para los nuevos tratamientos.



Fuente: Esta investigación.

Al rechazar H_0 mediante ANOVA, se concluye que no hay igualdad entre las medias poblaciones de los tratamientos, pero no se tiene información específica sobre cuales tratamientos son diferentes entre sí, el Gráfico No 4 de medias permite hacer una comparación visual más estadística de las medias de los tratamientos. Así se puede observar que el método LSD detecta las diferencias $T1 \neq T3$, $T2 \neq T3$, $T2 \neq T4$, $T3 \neq T4$. Entre los tratamientos que muestran poca diferencia significativa: es decir, aquellos que son parecidos en cuanto a la palatabilidad son: $T1 = T2$, $T1 = T4$.

De aquí la conclusión práctica del experimento es que el mejor tratamiento en cuanto a su característica sensorial de sabor es T3, siendo este tratamiento el que se procederá a estandarizar a nivel microbiológico y bromatológico.

4.4.2 Descripción del diseño experimental del análisis sensorial en cuanto al olor:

Cuadro 17. Cuadro ANOVA de olor. (Segundo análisis)

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,55	3	0,85	6,80	0,0036
Intra grupos	2,0	16	0,125		
Total (Corr.)	4,55	19			

Fuente: Esta investigación.

La Cuadro No. 17 descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro de grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 6,8, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

Cuadro 18. Pruebas de Múltiple Rangos de olor. (Segundo análisis)

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	5	4,0	X
T2	5	4,0	X
T3	5	4,6	X
T4	5	4,8	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0,0	0,474026
T1 - T3	*	-0,6	0,474026
T1 - T4	*	-0,8	0,474026
T2 - T3	*	-0,6	0,474026
T2 - T4	*	-0,8	0,474026
T3 - T4		-0,2	0,474026

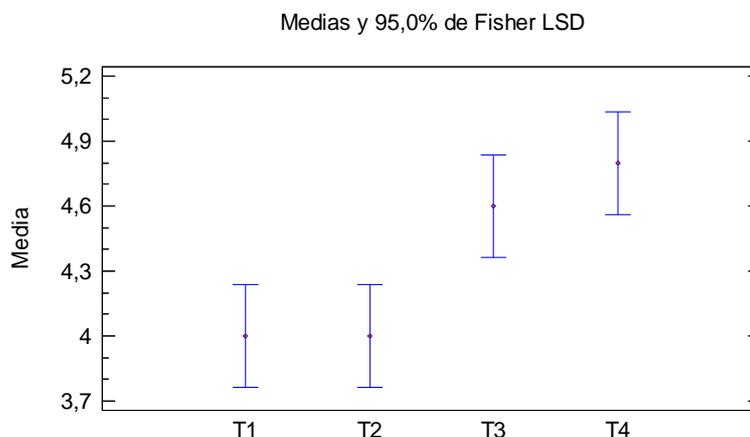
Fuente: Esta investigación.

* indica una diferencia significativa.

La Cuadro No. 18 se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 4 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la Cuadro superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

A continuación se visualiza el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

Gráfico 5. Gráfico de medias de olor para los nuevos tratamientos.



Fuente: Esta investigación.

Al rechazar H_0 mediante ANOVA, se concluye que no hay igualdad entre las medias poblaciones de los tratamientos, pero no se tiene información específica sobre cuales tratamientos son diferentes entre sí, el grafico No. 5 de medias permite hacer una comparación visual más estadística de las medias de los tratamientos. Así se puede observar que el método LSD detecta las diferencias $T1 \neq T3$, $T1 \neq T4$, $T2 \neq T3$, $T2 \neq T4$. Entre los tratamientos que muestran poca diferencia significativa: es decir, aquellos que son parecidos en cuanto a la palatabilidad son: $T1 = T2$, $T3 = T4$.

La conclusión práctica del experimento, es que el mejor tratamiento en cuanto al olor es T4 y T3, pero debido a que T3 obtuvo también muy buenos resultados en cuanto al nivel de palatabilidad, que es el objeto central de esta investigación, es este tratamiento el que se procederá a estandarizar y analizar a nivel microbiológico y bromatológico.

4.5 PERFIL SENSORIAL POR APROXIMACIÓN MULTIDIMENSIONAL PARA JUGO DE NONI (*Morinda citrifolia*) CON MEZCLA DE FRUTAS

De acuerdo a los resultados arrojados por las encuestas y realizado el análisis con la ayuda del programa estadístico STATGRAPHICS CENTURION XV, se determinó que la muestra T3 fue la de mayor grado de aceptabilidad no solo en su característica de palatabilidad cuyo objeto es lo principal, sino además en características como el color y el olor; es por esta razón que se continuó la investigación enfocada sobre T3. Este tratamiento fue sometido a una serie de

análisis de tipo físico, químico y como se planteó, se realizó el análisis sensorial denominado “*Perfil Sensorial por Aproximación Multidimensional para Jugo de Noni (Morinda citrifolia) con mezcla de frutas*”, (ANEXO C), el cual fue llevado a cabo en la Universidad de Antioquia en el Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos, en este análisis se identifican y seleccionan el conjunto de descriptores relevantes que dan la máxima información sobre los atributos sensoriales del jugo de Noni objeto de estudio, con el propósito de establecer un perfil sensorial valorando las intensidades con panel entrenado y valoración en una escala de calificación de 0 a 5.

La función del Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos de la Universidad de Antioquia, está orientada al apoyo en el control de calidad de las características sensoriales: apariencia, color, olor, sabor, textura y calidad general de alimentos y productos alimenticios, este análisis es realizado por un grupo de jueces, entrenados a través de un proceso de formación permanente que tiene como objetivo mantener la agudeza de la sensibilidad de los sensores gustativo, olfativo y táctil de acuerdo a las Normas Técnicas Colombianas para el Análisis Sensorial.

La Universidad de Antioquia cuenta con de instalaciones modernizadas para el control de calidad sensorial de los alimentos de acuerdo a la NTC 3884, también cuenta con sala de catación para entrenamiento de paneles, sala de reuniones y un selecto grupo de jueces entrenados quienes poseen bastante habilidad para la detección de propiedades sensoriales, o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial y que sabe exactamente lo que se desea medir en una prueba. Debido a lo anterior, para la realización de la primera parte del análisis, se tomó como patrón de comparación un producto comercial denominado *Noni Pulpa*, fabricado por la CI BOROJO DE COLOMBIA (ANEXO P); en base a este producto, primero se hace un reconocimiento en olor y sabor de la pulpa de Noni, para memorizar y reconocer los atributos o descriptores más característicos de la pulpa para luego entrar a caracterizar el jugo de Noni. Luego de caracterizar el producto en olor y sabor se hace un consenso con el grupo de jueces entrenados para cuantificar los descriptores (notas más características de todo el producto) en una escala de 0 a 5. Esta escala es de intensidad y va de 0 a 5 donde 0 es ausencia y 5 es muy intenso.

El análisis sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos de las personas hacia ciertas características de un alimento como son su sabor, olor, color y textura, por lo que el resultado de este complejo de sensaciones captadas e interpretadas son usadas para medir la calidad de los alimentos. Dentro de las principales características sensoriales de los alimentos destacan: el olor, que es ocasionado por las sustancias volátiles liberadas del producto, las cuales son captadas por el olfato; el color es uno de los atributos visuales más importantes en los alimentos y es la luz reflejada en la superficie de los mismos, la cual es

reconocida por la vista; la textura que es una de las características primarias que conforman la calidad sensorial, su definición no es sencilla porque es el resultado de la acción de estímulos de distinta naturaleza.

Este tipo de análisis sensorial pone en evidencia la existencia o no de diferencias significativas, desde el punto de vista sensorial, realiza una clasificación, dentro de cada categoría del producto en función de la presencia o ausencia de defectos organolépticos, además, compara estas percepciones de calidad, base de las evaluaciones entre alternativas y del posterior comportamiento de compra, con los niveles reales u objetivos de la calidad del producto, obtenidos a partir de catas analíticas realizadas por expertos, con el fin de constatar la posible existencia de una correlación entre la calidad objetiva y la calidad percibida. Para llevar a cabo el análisis se codificó la muestra para realizar tres repeticiones, los códigos que se manejaron fueron: 926, 323 y 378.

4.5.1 Apariencia. La apariencia representa todos los atributos visibles de un alimento, y constituye un elemento fundamental en la selección del mismo. La primera impresión que se recibe siempre es la visual, que cumple el rol de factor de decisión al momento de la compra. *“De la combinación de las propiedades ópticas, la forma física y el modo de presentación surge la imagen del producto que se quiere describir, con el objeto de asignarle identidad y calidad”⁷⁴.*

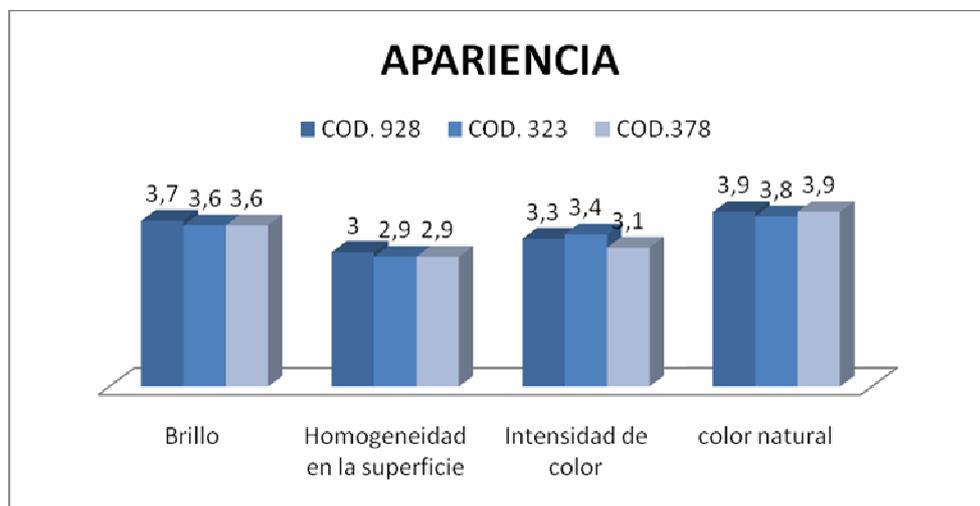
Cuadro 19. Resultados obtenidos en cuanto Apariencia

APARIENCIA			
DESCRIPTORES	CÓDIGO 928	CÓDIGO 323	CÓDIGO 278
Brillo	3.7	3.6	3.6
Homogeneidad en la superficie	3.0	2.9	2.9
Intensidad de color	3.3	3.4	3.1
Color natural	3.9	3.8	3.9

Fuente: Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos. Universidad de Antioquia 2010.

⁷⁴ HUTCHINGS, J.B. The importance of visual appearance of foods to the food processor and the consumer. Journal of Food Quality, 1977. Vol. 1, 267-278.

Gráfico 6. Apariencia



Fuente: Esta investigación.

OBSERVACIONES: La apariencia del producto cumple con características de calidad.

Es muy importante trabajar sobre el descriptor de homogeneidad en la superficie debido a que presenta un promedio inferior a la calificación de 3 (2.93), esto se debe a los sólidos suspendidos de las trazas de frutas, ya que el jugo de Noni se elaboró con frutas naturales.

4.5.2 Olor. El olor es la percepción por medio de la nariz, de sustancias volátiles liberadas por los alimentos, siendo la intensidad o potencia de éste una de sus características. Además la relación entre el olor y el tiempo es muy importante, ya que el olor es una propiedad sensorial que presenta dos atributos contradictorios entre sí, como su persistencia, cuando después de haberse retirado la sustancia olorosa, la persona continúa percibiendo el olor. *“La otra característica, tiene que ver con la mente y es que las personas se acostumbran a los olores después de un cierto tiempo”*⁷⁵.

La percepción del olor de los productos está situada en las fosas nasales. Se emplean varias técnicas para evaluar olores. Además de las técnicas instrumentales que emplean cromatógrafos de gases y detectores de masas, las técnicas manuales implican el conocimiento de cómo los jueces perciben los olores. El gusto es menos dependiente de la intensidad, el olor es función de la interacción con los receptores olfativos y ésta puede variar en intensidad

⁷⁵ LAWLESS y HEYMANN. Op. cit.

(concentración), temperatura (más volátiles) y tiempo de exposición y en algunos casos la presencia de aditivos que aumentan la sensibilidad de los receptores (glutamato, inosinato, guanilato, etc).

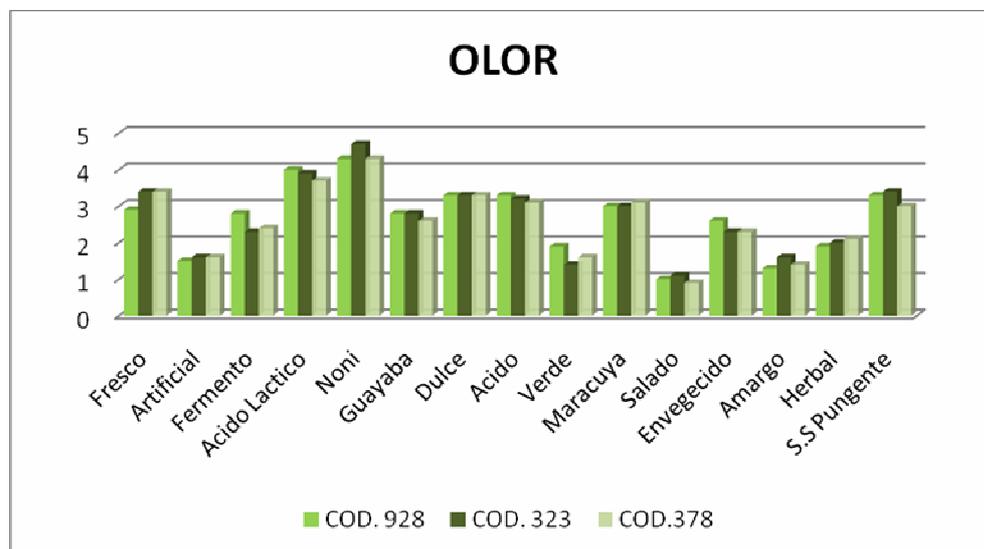
El panelista de un ensayo de determinación de olor, puede provocar el flujo de aire a través de su nariz de forma ascendente o descendente, es decir, no sólo oler aspirando sino también a través de la cavidad bucal se pueden percibir los olores ya sea de volátiles o de micro gotas transportadas hasta los receptores del olfato. Es de señalar que esta forma de oler es muy utilizada por los catadores de vino y bebidas en general.

Cuadro 20. Resultados obtenidos en cuanto a Olor

OLOR			
DESCRIPTORES	CÓDIGO 928	CÓDIGO 323	CÓDIGO 278
Fresco	2.9	3.4	3.4
Artificial	1.5	1.6	1.6
Fermento	2.8	2.3	2.4
Acido láctico	4.0	3.9	3.7
Noni	4.3	4.7	4.3
Guayaba	2.8	2.8	2.6
Dulce	3.3	3.3	3.3
Acido	3.3	3.2	3.1
Verde	1.9	1.4	1.6
Maracuyá	3.0	3.0	3.1
Salado	1.0	1.1	0.9
Envejecido	2.6	2.3	2.3
Amargo	1.3	1.6	1.4
Herbal	1.9	2.0	2.1
S.S. pungente	3.3	3.4	3.0

Fuente: Laboratorio De Análisis Sensorial De Alimentos. Universidad de Antioquia 2010.

Gráfico 7. Olor



Fuente: Esta investigación.

OBSERVACIONES: Como se observa en la figura anterior se encuentran muy marcados los siguientes descriptores de olor: característico a Noni, guayaba, maracuyá, dulce, envejecido y la sensación olfativa pungente.

Para determinar los descriptores que aparecen en la anterior Cuadro en el atributo olor, se preparan patrones de los mismos y luego se hacen diluciones en menor concentración, proporcionando al juez gran variedad de descriptores para memorizar y luego reconocer e identificarlos en el jugo de Noni, de tal manera que se logre seleccionar los descriptores más relevantes, luego se realiza un consenso donde todos los jueces seleccionan descriptores más notables que dan toda la información del producto para posteriormente cuantificarlo.

A pesar de todos los procedimientos realizados para mejorar el olor del jugo de Noni en su estado natural, el análisis sensorial arrojó resultados en donde el olor característico a Noni persiste en mayor medida, así como también el olor a maracuyá, que fue la fruta seleccionada para enmascarar el olor a Noni.

Se nota que el olor pungente posee calificaciones favorables, lo cual es indicativo de que este descriptor es muy penetrante y algunos autores lo describen como el de sensación con dolor.

4.5.3 Sabor. El flavor está directamente relacionado con los sentidos del gusto y el olor y es de gran importancia en la evaluación sensorial de los alimentos. El gusto

se detecta en la cavidad oral, específicamente en la lengua, mientras que el flavor consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto éste en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, y llegan a los centros del olfato a través de las trompas de Eustaquio.⁷⁶

Como se ha indicado anteriormente la percepción del gusto se efectúa en las papilas gustativas situadas en la lengua y en el paladar. Las sustancias no tienen en general un sabor único: lo que se percibe suele ser una sensación compleja originada por uno o más de los gustos básicos: ácido, salado, dulce y amargo.

Los productos que presentan gustos ácidos, salados y dulces permiten en general establecer reglas asociadas a las funciones químicas o a la estructura química del producto. Los gustos salinos provienen en general de sales inorgánicas; los gustos dulces pueden predecirse a partir de la estructura química; los gustos ácidos están definidos por funciones carboxílicas en productos orgánicos y en el gusto característico de los ácidos inorgánicos.

El gusto amargo no obedece a reglas y en general suelen presentarse gustos amargos en estructuras químicas muy dispares. Sin embargo, en aminoácidos y péptidos de bajo peso molecular existen reglas bastante bien documentadas para predecir el gusto.

La selección inicial en base a la precisión sensorial generalmente implica algún tipo de prueba de reconocimiento. Si se trata de reclutar jueces para evaluaciones del sabor, los procedimientos de selección irán encaminados a comprobar en cada candidato, la capacidad de reconocimiento y percepción de los sabores primarios, dulce, salado, ácido y amargo. Para esta selección inicial de los jueces se utilizan las siguientes soluciones:

- Dulce: 16 g/l de sacarosa.
- Salada: 3 g/l de cloruro de sodio
- Ácida: 1 g/l de ácido cítrico
- Amarga: 0.02 g/l de sulfato de quinina (o hidrocloreuro)

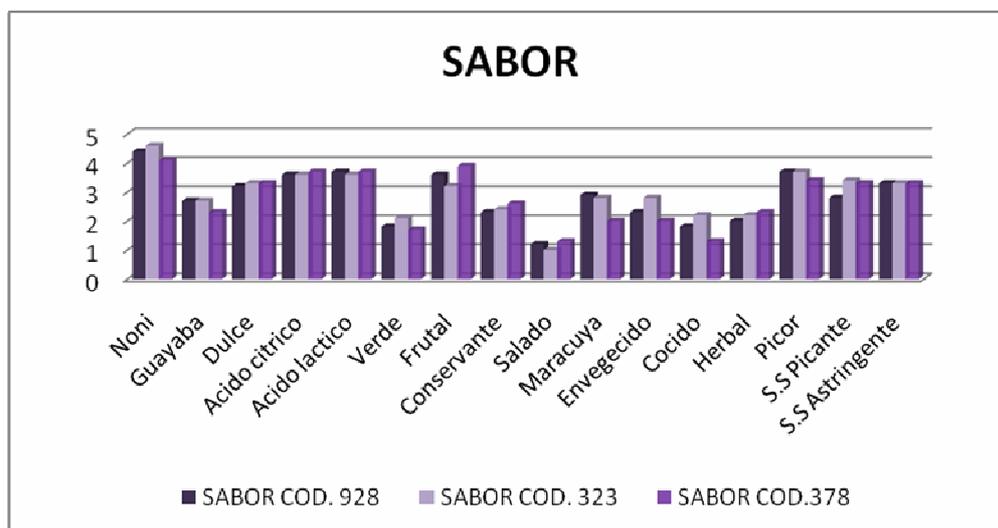
⁷⁶ ANZALDÚA MORALES, A. Evaluación Sensorial de los Alimentos: en la Teoría y en la Práctica. Zaragoza, España: Acribia, 1994.

Cuadro 21. Resultados obtenidos en cuanto a Sabor

SABOR			
DESCRIPTORES	CÓDIGO 928	CÓDIGO 323	CÓDIGO 278
Noni	4.4	4.6	4.1
Guayaba	2.7	2.7	2.3
Dulce	3.2	3.3	3.3
Acido cítrico	3.6	3.6	3.4
Acido láctico	3.7	3.6	3.7
Verde	1.8	2.1	1.7
Frutal	3.6	3.2	3.9
Conservante	2.3	2.4	2.6
Maracuyá	2.9	3.1	2.7
Salado	1.2	1.0	1.3
Fermento	2.0	2.1	2.3
Envejecido	2.3	2.8	2.0
Cocido	1.8	2.2	1.3
Herbal	2.0	2.2	2.3
Picor	3.7	3.7	3.4
S.S. picante	2.8	3.4	3.3

Fuente: Laboratorio De Análisis Sensorial De Alimentos. Universidad de Antioquia 2010.

Gráfico 8. Sabor



Fuente: Esta investigación.

OBSERVACIONES: Se encuentran muy marcados los siguientes descriptores de sabor: característico a Noni, ácido láctico, picor, ácido cítrico, frutal, maracuyá, guayaba, envejecido y conservante, el descriptor amargo aparece como residual y las sensaciones somato sensoriales picante y astringente.

El sabor astringente, se le describe como una sensación seca asociada al sabor percibida, en la cavidad bucal (no en la lengua) que produce un fuerte encogimiento de los tejidos y es de ordinario debida a la asociación de taninos o polifenoles con proteínas o mucopolisacáridos de la saliva para formar precipitados o agregados fuertemente hidrófilos. Es frecuente para muchos individuos confundir o asociar la sensación astringente con el gusto amargo ya que numerosos polifenoles o taninos presentan ambas sensaciones. Algunos ejemplos de astringencia controlada presente en alimentos son el vino tinto y el té., además, es una de las características más predominantes del fruto de Noni, es decir, la astringencia es la sequedad producida en la boca y se cuantifica de acuerdo a la intensidad.

Por otra parte, la sensación característica quemante, cortante, aguijoneante que se conoce colectivamente como picante es difícil de separar de las producidas por los efectos de irritación química general y por los efectos lacrimógenos, que de ordinario se consideran sensaciones independientes del sabor. Este sabor es característico del fruto de Noni, así que este es la principal causa de su presencia en el jugo.

El gusto ácido de los jugos debe a los ácidos orgánicos que se hallan en estado libre parte mayoritaria o como sales. De los nombrados anteriormente, seis son los principales: *“tres provienen de la uva y tienen un gusto ácido puro, ácidos tartárico, málico y cítrico y el ácido cítrico en su mayoría proviene del maracuyá y del Noni”*⁷⁷.

En cuanto al Ácido láctico del Noni es de (658 ± 57 mg/L), siendo éste uno de los ácidos con mayor presencia en el fruto, hecho que se ve reflejado en los resultados de los análisis.

El descriptor a amargo aparece como sabor pero el análisis lo deja como residual por que aparece luego de deglutir el producto, pero al observar el descriptor dulce se encuentra con calificación de 3 que es sabor normal, ya que al adicionar azúcar se incrementa el nivel de dulce y esto enmascara ligeramente este sabor.

4.5.4 Textura. La textura es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído y se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. No puede hablarse de

⁷⁷ PEYNAUD, E. Balance in wine. En: The taste of wine. 2º Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.: 1996. Cap. 9, p 188-209.

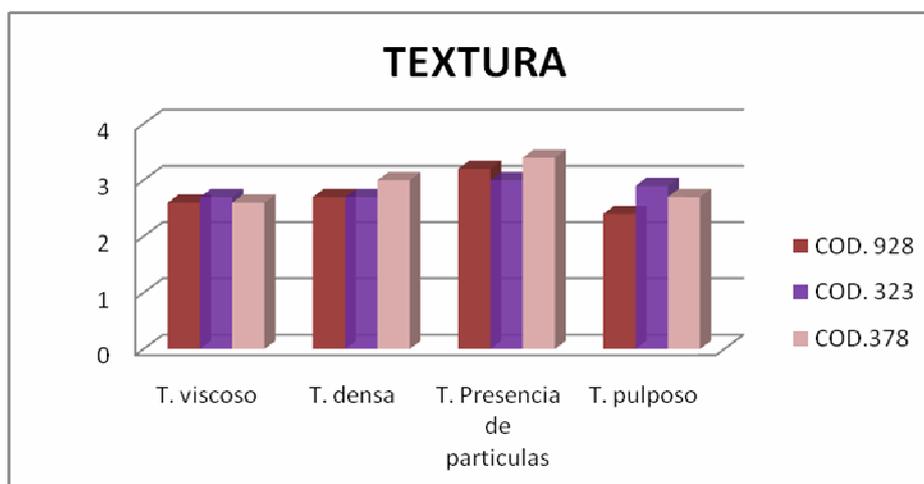
“la textura de un alimento” como una única característica, sino que hay que referirse a los “atributos de textura, o las características o propiedades de la textura. La textura tiene tres tipos de atributos: mecánicos, geométricos y de composición”⁷⁸.

Cuadro 22. Resultados obtenidos en cuanto a Textura.

TEXTURA			
DESCRIPTORES	CÓDIGO 928	CÓDIGO 323	CÓDIGO 278
T. Viscoso	2.6	2.7	2.6
T. Denso	2.7	2.7	3.0
T. Presencia de partículas	3.2	3.0	3.4
T. Pulposo	2.4	2.9	2.7
CALIDAD GENERAL	CÓDIGO 928	CÓDIGO 323	CÓDIGO 278
	2.3	2.2	2.3

Fuente: Laboratorio De Análisis Sensorial De Alimentos. Universidad de Antioquia 2010.

Gráfico 9. Textura

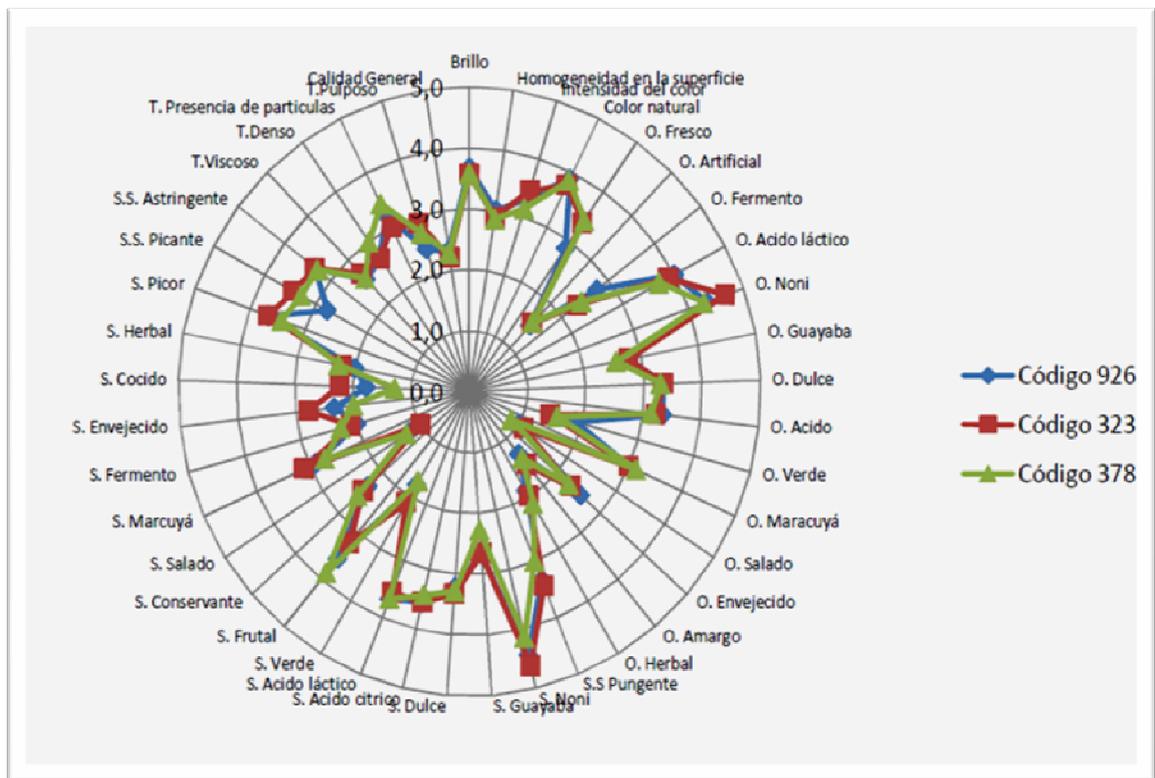


Fuente: Esta investigación.

OBSERVACIONES: La calidad general del producto tiene una calificación de 2.3 clasificándose en una categoría media, debido a que la calidad del producto se califica de 1 a 3 siendo 1 calidad baja, 2 media y 3 alta.

⁷⁸ LARMOND, E. Texture measurement in meat by sensory evaluation. J. Texture Studies. 1976. p 7, 87-93.

Gráfico 10. Perfil sensorial por aproximación multidimensional para jugo de Noni y mezcla de frutas



Fuente: Laboratorio De Análisis Sensorial De Alimentos. Universidad de Antioquia 2010.

El Gráfico No. 10 permite observar el comportamiento de cada uno de los descriptores unos con respecto a otros, por ejemplo las características propias de Noni son más demarcadas, el olor y sabor a Noni están en la calificación más alta de entre 4 a 5 puntos.

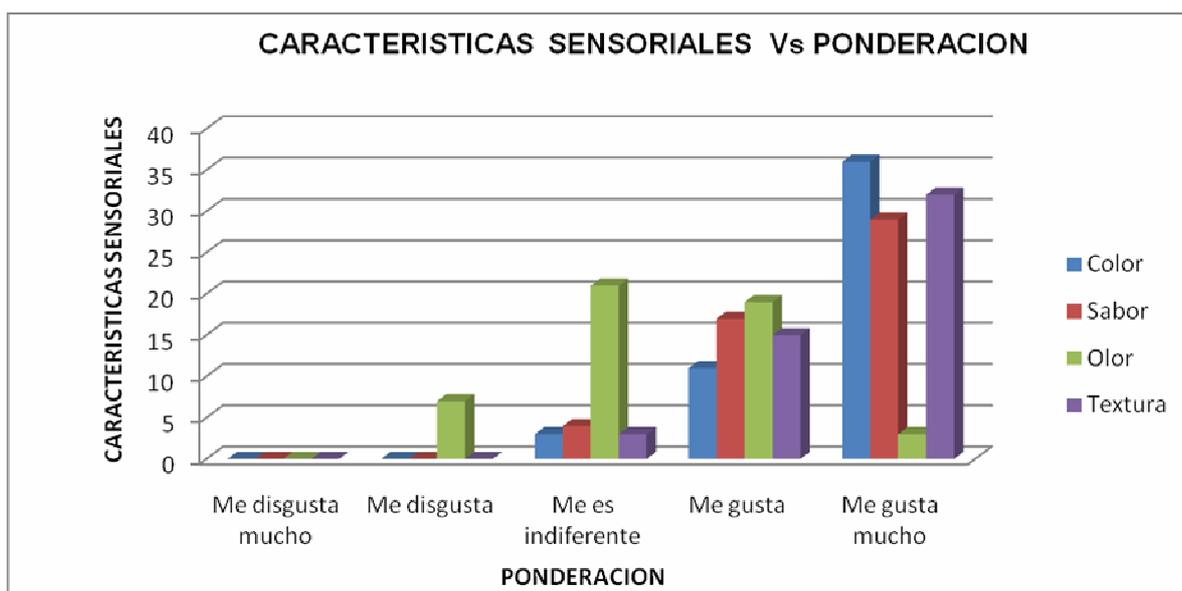
COMENTARIOS DE LOS EVALUADORES

- ✓ Los descriptores de sabor ácido láctico y nota característica a Noni se encuentran muy marcadas y persistentes.
- ✓ Es notable la sensación picante.
- ✓ Sabor residual y persistente a amargo.
- ✓ El Noni tiene descriptores no deseables pero en mezcla con otras frutas se enmascaran aumentando su aceptación.
- ✓ El picor y la sensación picante son intensas.

4.5.5 Evaluación sensorial de producto final (Jugo tropical de Noni) aplicando un panel de degustación. Para determinar el nivel de aceptación de producto final, se realizó un panel de degustación compuesto por 50 panelistas, utilizando la misma muestra sometida al análisis sensorial en la Universidad de Antioquia, para la aplicación de la encuesta (ANEXO C) se tuvo en cuenta un 80% de panelistas, quienes degustaron el producto en sus primeras etapas de desarrollo, para que ellos puedan evaluar los cambios en cuanto a los parámetros organolépticos evaluados (sabor, color, olor y textura).

En el Gráfico No. 11 se indica el grado de aceptabilidad del producto por parte de los encuestados, de tal manera que la propiedad sensorial que más aceptación obtuvo fue el color, en segunda medida fue la textura y el sabor, mientras que el olor fue un parámetro que mejoró en relación a anteriores pruebas, pero no logró enmascarar totalmente el aroma propio del Noni.

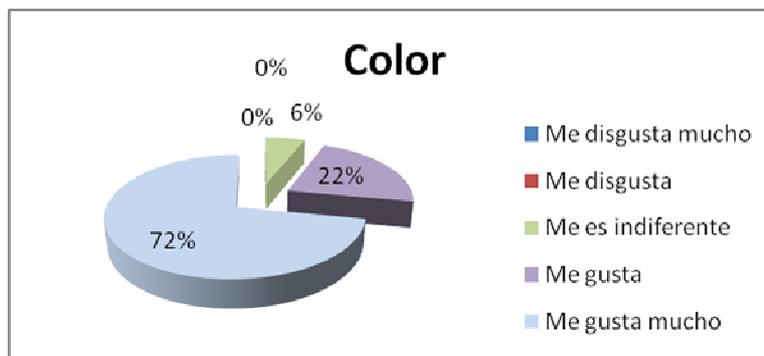
Gráfico 11. Características sensoriales vs ponderación.



Fuente: Esta investigación.

En el gráfico No. 12 se indica el grado de aceptabilidad de color, el 72% de las personas encuestadas le dieron una nota de aceptación de 5, es decir, esta nota es el parámetro que indica “**Me gusta mucho**”, y a un 22% les gusto, es decir, que a un 96% del total de encuestados, el producto final tuvo gran aceptabilidad.

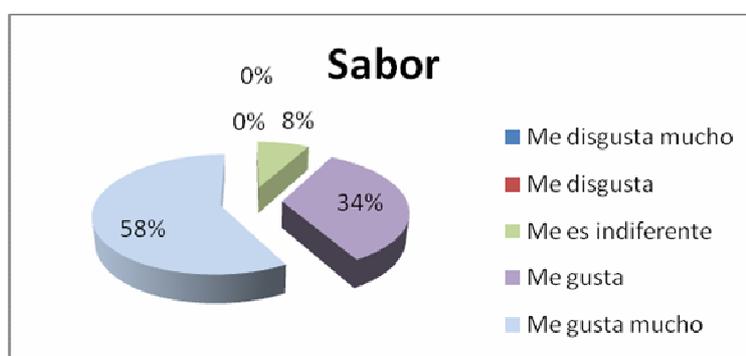
Gráfico 12. Grado de aceptabilidad de color



Fuente: Esta investigación.

En el gráfico No. 13 se indica el grado de aceptabilidad de sabor, el 58% de las personas encuestadas le dieron una nota de aceptación de 5, es decir, esta nota es el parámetro que indica **“Me gusta mucho”**, y un 34% dieron una calificación de 4, es decir, **“Me gusta”**, de lo cual se concluye que el grado de palatabilidad del jugo tropical de Noni fue bien aceptado por parte de las personas que lo degustaron.

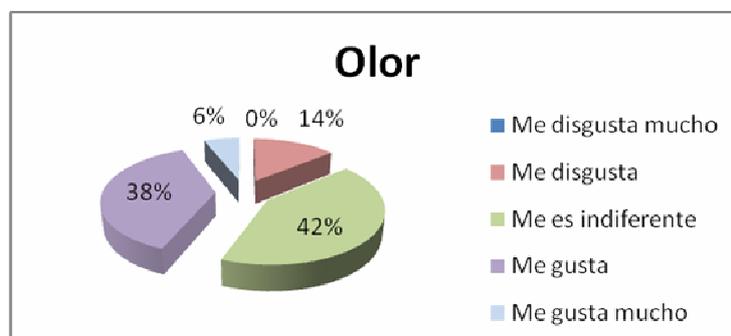
Gráfico 13. Grado de aceptabilidad de sabor



Fuente: Esta investigación.

En el gráfico No. 14 se indica el grado de aceptabilidad en cuanto a olor, este parámetro a diferencia de las características de color y sabor, fue un parámetro distractor, debido a que el fruto de Noni como tal, posee un olor característico parecido al olor de queso rancio, por lo que un 14% de las personas encuestadas dieron una calificación de 2, **“Me disgusta”**, y a un 42% les pareció indiferente, claro teniendo en cuenta que tenían un patrón de comparación anterior, fue una nota muy favorable ya que se logró determinar que el olor del jugo sí había mejorado en gran medida.

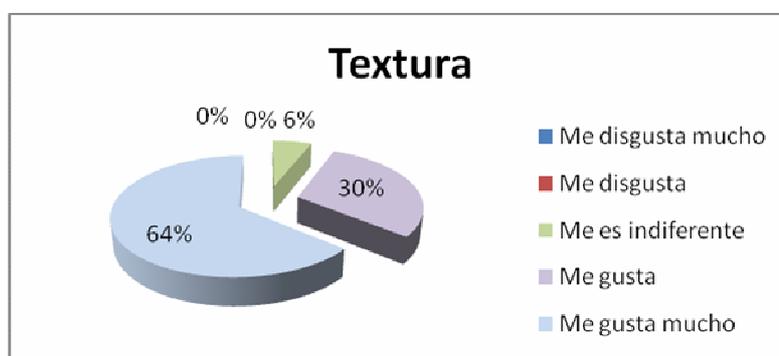
Gráfico 14. Grado de aceptabilidad de olor



Fuente: Esta investigación.

En el gráfico No. 15 se indica el grado de aceptabilidad en cuanto a la textura, el 64% de las personas encuestadas le dieron una calificación de 5, es decir, esta nota es el parámetro que indica “**Me gusta mucho**”, y un 30% dieron una calificación de 4, es decir, “**Me gusta**”, de lo cual se concluye que el parámetro sensorial de textura fue muy bien aceptado por parte de las personas encuestadas.

Gráfico 15. Grado de aceptabilidad de textura



Fuente: Esta investigación.

4.6 EVALUACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL JUGO

Para lograr determinar la calidad nutricional del producto final se realizaron una serie de pruebas de tipo microbiológico como el recuento total de *E coli*, hongos y levaduras, recuento de mesófilos y *Staphylococcus aureus*, esto con el fin de evaluar si la calidad del jugo cumple con los parámetros establecidos por la Resolución número 7992 de 1991 y si el grado de pasteurización que se operó en el jugo fue adecuado, estas pruebas fueron realizadas en los laboratorios

especializados de la Universidad de Nariño y en el Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos del SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje).

Además, por ser el Noni una muy buena fuente de vitaminas se evaluó el contenido de Vitamina C en el producto final, debido a que se pretende hacer lo posible por lograr conservar los contenidos nutricionales del fruto de Noni.

El jugo de Noni sin el proceso de pasteurización fue sometido a una serie de pruebas para analizar su actividad microbiana, en este recuento, los resultados arrojados fueron muy satisfactorios pues cumplen con la normatividad legalmente establecida, lo cual indica que no existió una población de microorganismos lo suficientemente grande como para decir que el producto estaba contaminado o que representan algún tipo de peligro para la salud humana.

Cuadro 23. Ficha microbiológica del jugo de Noni no pasteurizado vs. Admisible para jugo de tomate según Resol. N°15790/84

	Resultado microbiológico	Mínimo	Máximo
Recuento microorganismos mesófilos/g.	2400	100	300
NMP - Coliformes Totales/g.	<3	<3	-
NMP - Coliformes Fecales/G	<3	<3	<3
RTO - Esporas Clostridium Sulfito reductor/g.	<10	<10	-
Recuento Hongos y levaduras/g.	<10	20	50

Fuente: Laboratorio Microbiológico De Alimentos de la Universidad de Nariño.

Por otra parte por tratarse de un jugo natural no es posible que el producto tenga mucha vida útil, debido a que los resultados también arrojaron que su durabilidad se ve afectada de manera directa por el alto grado de acidez y por la gran cantidad de mesófilos, es ésta la causa principal por la cual se realizaron una serie de experimentaciones a nivel de planta piloto para determinar cuál es la pasterización óptima para el jugo. *“Esta información se observa claramente en la Cuadro No. 24.*

Los análisis microbiológicos indican si la elaboración y conservación de los alimentos fue realizada con adecuada calidad, una de las principales causas de disminución de calidad y seguridad biológica de los alimentos es el desarrollo de microorganismos causantes de alteraciones de tipo organoléptico y salubridad⁷⁹.

Cuadro 24. Ficha microbiológica del jugo de Noni pasteurizado vs. Admisible para jugo de tomate según Resol. N°15790/84

	Resultado microbiológico	Mínimo	Máximo
Recuento microorganismos mesófilos/g.	1100	100	300
NMP - Coliformes Totales/g.	<3	<3	-
NMP - Coliformes Fecales/G	<3	<3	<3
RTO - Esporas Clostridium Sulfito reductor/g.	<10	<10	-
Recuento Hongos y levaduras/g.	<10	20	50

Fuente: Laboratorio Microbiológico De Alimentos de la Universidad de Nariño.

Fue necesario y de gran importancia evaluar el jugo para realizar un recuento de hongos y levaduras, debido a que este tipo de microorganismos están ampliamente distribuidos en la naturaleza y se pueden encontrar formando parte de la flora normal de un alimento o como agentes contaminantes en los equipos e instrumentos que son lavados de manera inadecuada. En este caso el recuento de hongos y levaduras fue muy adecuado tanto en el proceso de elaboración como en el de pasteurización, ya que no excede los niveles permitidos en la normatividad colombiana, esto demuestra que las prácticas sanitarias durante la elaboración del Jugo de Noni fueron adecuadas, así como la materia prima utilizada para el proceso.

Por otra parte se realizó una evaluación de microorganismos indicadores de higiene y de contaminación fecal, la cual arrojó resultados adecuados, indicando la presencia de bajos recuentos bacterianos que determinan que el jugo fue procesado en condiciones que aseguraron su calidad microbiológica.

⁷⁹ FRAZIER W. C. Microbiología de los alimentos, España. Ed. Acribia. S.A. 1993. p. 75 – 77.

Los microorganismos del género *Clostridium* definen un amplio número de bacterias esporuladas que pueden encontrarse en todo tipo de alimento. Estos pueden ocasionar intoxicaciones y trastornos intestinales (Bourgeois. C., 1998), de ahí que sea muy importante determinar el recuento de Esporas Clostridium Sulfito reductor, para cuidar la salud del consumidor. En esta investigación se obtuvieron recuentos de *Clostridium* muy adecuados ya que el resultado microbiológico mínimo es a un nivel menor que 10, lo cual es indicativo de que el producto es apto para el consumo.

Los mesófilos son considerados indicadores de vida útil en los alimentos, a pesar del pH ácido encontrado en los jugos, se encontraron recuentos de mesófilos inaceptables, esto se debe al inadecuado proceso de pasteurización, por lo cual se requiere de procesos térmicos más agresivos que sean capaces de reducir los mesófilos, los cuales son bacterias aeróbicas, capaces de crecer entre 15 y 45°C, con un rango óptimo de 35°C, en la industria de alimentos son considerados como el grupo indicador más grande que existe.⁸⁰

Por otra parte, la no presencia de coliformes totales señala que las materias primas y los insumos para la obtención de Jugo de Noni se manipularon bajo condiciones adecuadas de higiene durante y después de su elaboración. Este tipo de microorganismos constituye un grupo bacteriano heterogéneo, en caso contrario de que la carga de este tipo de bacterias sea alta, indica que el jugo estuvo bajo condiciones que lo puede convertir en un peligro para la salud.⁸¹

4.7 ANÁLISIS DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN

Como se mencionó en el numeral 4.5.6, es indispensable y de suma importancia realizar el proceso de pasteurización al jugo de Noni, no solo para controlar el nivel bacteriano propio de las materias primas (frutas), empleadas para su elaboración, sino también para incrementar la vida útil del mismo, las ventajas de este proceso es la seguridad para el consumo humano que reporta. La industria del mundo entero, sea a nivel artesanal o industrial, aplica esta técnica, ya que los alimentos líquidos son un excelente caldo de cultivo para todo tipo de microorganismos.

Se planteó la posibilidad de realizar pasteurización de tipo lento y rápido a fin de lograr determinar cuál es la mejor para el proceso, de tal manera que no altere las propiedades nutritivas del producto y mantenga control sobre los agentes

⁸⁰ *Ibíd.*, p 107.

⁸¹ BORBOLLA M, et al. Contaminación de los alimentos por *Vibrio cholerae*, coliformes fecales, salmonella, hongos, levaduras y *S. aureus* en Tabasco durante 2003, Secretaría de salud del Estado de Tabasco. Villa hermosa, México: 2004. Vol. 10 Numero 1-2, p 221-232.

microbianos que perjudican el producto de manera directa y pueden ocasionar prejuicios en la salud del consumidor.

Se realizaron ensayos de temperaturas y tiempos de pasteurización a fin de lograr determinar cuál es la más adecuada para evitar al máximo la reducción de sus componentes nutricionales, para ello se realizaron pruebas de Vitamina C y cuantificación de mesófilos, a fin de determinar cuál de los métodos es el más adecuado.

Primero se genera una hipótesis de si es factible encontrar una combinación de tiempos y temperaturas de pasteurización que permitan minimizar la cuantificación de mesófilos, se elige este parámetro microbiológico porque es el que más afecta el producto final.

Para llevar a cabo el proceso de pasteurización se tomó un testigo, ya mencionado en el numeral 6.1.6, el cual es un tratamiento térmico a 60°C, durante 30 min. de acuerdo a esto se seleccionó aquel tratamiento en el que se tenga mayor contenido en vitamina C y menor contenido en recuento microbiológico.

Tratamientos:

T1: Tratamiento de pasteurización (60°C/30min)

T2: Tratamiento de pasteurización (65°C/45min)

T3: Tratamiento de pasteurización (75°C/30 seg.)

T4: Tratamiento de pasteurización (80°C/15seg.)

Los tratamientos en estudio están compuestos por: la temperatura en °C y tiempo de pasteurización en min. y la variable de respuesta es el recuento de mesófilos. Estos tratamientos se establecen de los cálculos teóricos aplicando las formulas de optimización de tratamientos térmicos a temperatura constante teniendo como factor de destrucción a los agentes mesófilos. El objetivo principal será destruir la actividad enzimática y gérmenes que afectan al producto (bacterias, mohos y levaduras), las temperaturas utilizadas serán las del rango de pasteurización mayores o iguales a 60°C y menores de 80°C; partiendo del hecho de que los jugos se conservan por procesos físicos y químicos ya que las esporas de las bacterias no se destruyen a menos de 100°C pero no se desarrollan a pH menor 4 y en el zumo el pH es de 3, por esta razón no se consideran temperaturas superiores de 100°C para destruir las esporas teniendo como constante el pH necesariamente regulado, enfocando la investigación en la efectividad del proceso físico o *“tratamiento térmico (pasteurización) y su influencia en la degradación de la vitamina “C”* ⁸².

⁸² YANINE. Op. cit., p 645–654.

Fue necesario cambiar las condiciones de la experimentación, debido a que se evaluó el grado de pasterización de un prototipo de Pasterizador experimental (Figura 10) , es decir, se trabajó según las condiciones que brindaba el prototipo de pasterizador de planta piloto, ya que una de las principales falencias que este poseía, era la bomba la cual no es la más adecuada para el tratamiento térmico de alimentos líquidos, además, la recirculación constante que se presente en el momento de la pasterización es un factor que determina el grado de calidad del producto final.

El proceso de experimentación inicio con los procesos de pasterización lenta, realizada a 60°C/30 min. que es el testigo (T1), como ya se mencionó en el numeral 6.1.6, esta prueba arrojó resultados desfavorables en cuanto al nivel de tratamiento térmico ya que el nivel de microorganismos mesófilos fue muy alto, sobrepasando los niveles permitidos por la normatividad (Resol. N°15790/84), posteriormente se realizo el proceso de pasterización tradicional, es decir, se llevo a cabo el tratamiento térmico a 65°C/45 min. (T2) el cual consiste en la aplicación constante de calor durante cierto lapso de tiempo para posteriormente generar un choque térmico con un baño de agua fría, este proceso se realizo en marmita. A diferencia del tratamiento anteriormente mencionado, los análisis bromatológicos arrojaron que la cuantificación de mesófilos se encuentra bajo parámetros normales; como se muestran a continuación. (ANEXO K):

Cuadro 25. Ficha Microbiológica de jugo de Noni pasterizado vs. Admisible para jugo de tomate según Resol. N°15790/84

	Resultado microbiológico	Mínimo	Máximo
Recuento microorganismos mesófilos/g.	<100	100	300
NMP - Coliformes Totales/g.	<3	<3	-
NMP - Coliformes Fecales/G	<3	<3	<3
RTO - Esporas Clostridium Sulfito reductor/g.	<10	<10	-
Recuento Hongos y levaduras/g.	<10	20	50

Fuente: Laboratorio Microbiológico De Alimentos de la Universidad de Nariño.

Cuadro 26. Cuadro de factores y variables

Tratamiento			Variable dependiente
Temperatura	Tiempo	N	Recuento de mesófilos
60°C a 30 min		1	1100
		2	1100
65°C a 45min		1	<100
		2	<100
75°C a 30 seg		1	<100
		2	<100
80°C a 15seg		1	<100
		2	<100

Fuente: Esta investigación.

Para realizar el análisis sensorial denominado *Perfil Sensorial por Aproximación Multidimensional Para Jugo de Noni y Mezcla de Frutas*, (Universidad de Antioquia), mencionado en el numeral 6.1.5 del presente informe, fue necesario realizar pasteurización lenta (65°C/45 min. (T2)), debido a que se debe cumplir con los siguientes parámetros, para acceder al servicio del laboratorio sensorial de la Universidad de Antioquia:

- Descripción de la Muestra: Empaque bien sellado y rotulado.
- Ficha Técnica Microbiológica.

Por lo anteriormente mencionado se realizó el proceso de pasteurización lenta (65°C a 45 min), para asegurar una buena ficha microbiológica, en esta etapa del proceso no se tuvo en cuenta las pruebas de pasteurización rápida, debido a que el equipo está implementándose aún y se están realizando en las primeras experimentaciones de pasteurización rápida, las cuales son a 75°C/30 seg. y 80°C/15 seg; es decir la muestra enviada a la Universidad de Antioquia fue T2, por razones de seguridad, debido a que a estos parámetros de pasteurización según la literatura el producto adquiere mayor vida útil, además teniendo en cuenta la distancia de Pasto a Medellín no se podía correr riesgos de devolución del producto, por otra parte el prototipo de pasteurizador, es un nuevo equipo que se ha estado implementando y que por lo tanto no da seguridad, no por la pasteurización que en él es posible realizar sino porque posee piezas que si bien mejoran la eficiencia de la pasteurización, desmejoran la calidad del producto en

cuanto a sus características organolépticas, siendo estas el objeto de estudio del análisis sensorial realizado en los laboratorios de la Universidad de Antioquia.

Para llevar a cabo el proceso de pasteurización rápida se empleó un prototipo de pasteurizador desarrollado a manera de laboratorio (Figura 10), este equipo cuenta con un sistema de circulación de agua fría, descrito en el numeral 4.7. Este prototipo experimental posee una bomba que se encarga de hacer fluir el jugo por el sistema de serpentines, pero esta bomba no es la más adecuada para el procesamiento de alimentos, debido a que este dispositivo no cuenta con características sanitarias óptimas para el proceso de bombeo, ya que por su continuado uso desprende óxido, además, el conector que hace posible la recirculación del jugo no está elaborado con propiedades asépticas que minimicen los riesgos de contaminación del producto. A continuación se indica el sistema de bombeo del pasteurizador experimental:

Figura 19. Sistema de bombeo del pasteurizador experimental



Fuente: Esta investigación.

Los resultados obtenidos con la pasteurización rápida, prueba realizada en el prototipo de pasteurizador, fueron en conceptos de calidad microbiológica muy adecuados, ya que el recuento de microorganismos mesófilos/g fue menor a 100, lo cual indica que esta prueba fue negativa para este tipo de microorganismos, y en conclusión es un claro indicio que permite determinar que el tratamiento térmico realizado en el pasteurizador experimental fue muy adecuado.

Por otra parte, aunque el proceso de pasteurización fue adecuado, las características organolépticas del producto cambiaron, el color se tornó más oscuro y la acidez del producto se incrementó, esto se presentó debido a que como se mencionó anteriormente la bomba no es la más adecuada para el proceso de alimentos, además, el óxido que desprende desde su interior fue una de las principales causas de acidificación del producto.

4.8 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y BIOQUÍMICAS DEL PRODUCTO

Posteriormente a la selección de la mejor formulación del jugo de Noni basada en el porcentaje en peso de pulpas de fruta y en los análisis de degustación, se determinaron algunas de las propiedades físicas del producto ya elaborado, tales como:

4.8.1 Textura. La medida de la textura de los alimentos no es una tarea fácil, además, tiene una importancia fundamental en la producción y aceptación del producto por el consumidor. Para el caso de jugo de Noni se tiene un producto líquido por lo cual la textura vendrá definida por la viscosidad. (Ver Ítem 4.8.3.2)

4.8.2 Resultados Brix, pH y Acidez. Los °Bx se tomaron en el momento en que se obtuvo la muestra inicialmente y posterior a su pasteurización. El equipo utilizado fue un potenciómetro calibrado con un buffer de referencia y se realizó a temperatura ambiente (18 a 20°C), mientras que para obtener la medición de los °Bx se utilizó el refractómetro de escala de 0 – 32, en tres muestras. Los datos obtenidos se promediaron, en la Cuadro No. 28 se muestran los pH obtenidos del producto final. Al comparar dichas mediciones con el pH establecido del jugo antes de la pasteurización se puede observar que hubieron cambios significativos al final del proceso, de todas maneras el pH final establecido fue de 3.42 logrando mantener una barrera microbiológica. Los datos obtenidos se presentan a continuación:

Cuadro 27. Cuadro de lectura de parámetros físicos

Muestra	pH	Temperatura	°Bx
Jugo antes de pasteurizar	2.83	20.5 °C	5 °Bx
Jugo después de pasteurizar	3.42	20 °C	10.2 °Bx

Fuente: Esta investigación.

La Cuadro No 28 indica que el producto posee un alto índice de acidez debido a que el pH del jugo es inferior a 5, esto muestra que el jugo posee una acidez fuerte, es por esta causa que se hizo necesario adicionar un regulador de pH, que para este caso fue el bicarbonato de Sodio, debido a que es el regulador más comúnmente utilizado por la industria alimenticia⁸³.

⁸³ CUBERO N.; MONFERRE A. y VILLALTA J., Aditivos alimentarios. Editores Mundi Prensa. Madrid – España: 1997. p. 54.

El pH de las muestras de Jugo de Noni tienen un rango de 2.5 a 3.5, este pH ácido de las frutas utilizadas para la elaboración de jugo, especialmente la Maracuyá y mora poseen un pH menor a 4.5, esto es un factor que inhibe el crecimiento bacteriano, debido a que a pH de 4.5, los hongos y las levaduras crecen más fácilmente, ya que son estos los principales microorganismos causantes de la contaminación en jugos.

La determinación de la acidez se realizó en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, para realizar este procedimiento fue necesario diluir el jugo debido al alto grado de turbiedad que este posee, la dilución fue de 100ml/1ml; es decir, por cada 1ml de jugo se agregó 100ml de agua destilada, una vez realizada esta dilución se adicionaron 5 gotas de fenolftaleína y se sometió ante la presencia de Hidróxido de Sodio 0.196 N.

El método empleado se basó en determinar el volumen de Hidróxido de sodio (NaOH) necesario para neutralizar el ácido contenido en la muestra que se titula, determinando el punto final por medio del cambio de color que se produce por la presencia del indicador ácido-base, que para este caso fue la Fenolftaleína (1%).

Cuadro 28. Cuadro de lectura de parámetros de acidez.

Muestra	ml. NaOH	acidez
Jugo de Noni natural.	1.78	1744.4mg/L
Jugo después de pasteurizar	4.8	4704mg/L

Fuente: Esta investigación.

Para obtener los datos se empleó la siguiente fórmula utilizada por el personal de los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño:

$$\text{Acidez} = [(\text{ml. NaOH} * 0.0196\text{N} * 50.000)/\text{ml muestra}] * \text{Fd}$$

Como se muestra en el Cuadro anterior se puede concluir que la acidez se ve claramente influenciada por la acidez natural de la pulpa de Maracuyá, es por esta causa por la cual se pasa de un jugo natural de solo 1744.4mg/L a 4704mg/L, aunque el Noni también es un producto altamente ácido debido al gran contenido de ácido ascórbico que posee entre sus características nutricionales.

4.8.3 Propiedades reológicas. Los alimentos líquidos, como en este caso el jugo tropical de Noni, presentan propiedades de flujo muy sencillas, la mayor parte de este tipo de productos se transportan por medio de bombas en alguna etapa del proceso industrial, por lo que las características de comportamiento de flujo son importantes, este transporte está directamente relacionado con las propiedades de los líquidos, particularmente, la densidad y la viscosidad.

4.8.3.1 Densidad. Se separaron 2 muestras y se dejaron en reposo a temperatura ambiente (18 - 20°C). Se homogenizó la muestra y se determinó la densidad relativa. Para este proceso se utilizó un densímetro y el método del picnómetro, este último tenía un volumen de 25ml, y se registró el peso del picnómetro, del agua destilada de referencia y de la muestra en una balanza analítica con precisión de 0.01 g. A continuación se muestran los valores de densidad:

Datos generales:

Peso del picnómetro: 20.4 g.
 Volumen del picnómetro: 25 ml.

Cuadro 29. Cuadro de lectura de parámetros reológicos

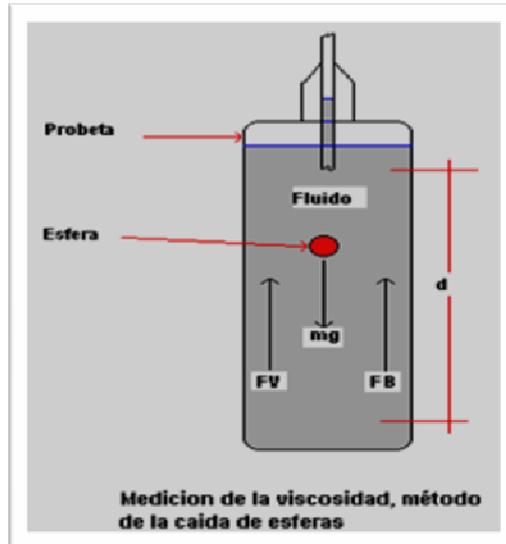
Muestra	Densidad tomada a manera tradicional	Densidad tomada con densímetro
Jugo Noni natural	1.008 g/ml	1.010 g/cm ³
Jugo Noni mezclado con frutas	1.032 g/ml	1.025 g/cm ³

Fuente: Esta investigación.

4.8.3.2 Viscosidad. Es una propiedad de los líquidos que describe la magnitud de la resistencia originada por los fuerzas de corte en el líquido. Esta propiedad se realizó en los laboratorios de fluidos de la Universidad de Nariño, mediante el análisis del movimiento de caída de una esfera (fuerza viscosa) en el seno de un fluido, a una temperatura en particular del jugo.

Para la obtención de medida de este parámetro se utilizó el método de cálculo de la velocidad de caída de la esfera en el fluido. En la siguiente gráfica se muestra el dispositivo empleado:

Figura 20. Dispositivo para medir la velocidad de caída de la esfera en el jugo



Fuente: Laboratorio de Hidráulica de la Universidad de Nariño.

Para realizar este procedimiento se utilizó una probeta de 1000ml, balines con un peso de 0.21919g y con un diámetro de 3.15mm, un cronometro, termómetro y un densímetro, el proceso inicio tomando medidas de tiempo durante el cual el balín tardaba en caer desde la parte superior de la probeta hasta la parte inferior, cabe mencionar que la probeta tenía una longitud de 46 cm y un diámetro de 6.4cm. Se realizaron 40 procedimientos de esta manera, los tiempos obtenidos fueron promediados. Posteriormente se tomó la medida de la temperatura y la densidad, las cuales fueron de 10.6°C y 1.025 g/cm^3 respectivamente. En el ANEXO D se muestra la hoja de cálculo utilizada para obtener la viscosidad del jugo de Noni.

Figura 21. Proceso de medida de viscosidad.



Fuente: Esta investigación.

Como se indica en el ANEXO D la viscosidad dinámica (μ) es de 81.424g/cm*s, mientras que la viscosidad cinemática 79.44 g/cm*s

De esta prueba se obtuvieron la viscosidad tanto dinámica como la cinemática, la primera es una propiedad que tiene el fluido mediante la cual ofrece una resistencia al esfuerzo cortante, esta varía con la temperatura, aumenta con la temperatura en los gases y en los líquidos disminuye, pero en algunos casos es independiente de la presión. Mientras más denso, más viscoso. Mientras que la viscosidad cinemática, es el cociente entre la viscosidad dinámica de un fluido y su densidad. Esta propiedad para los gases varía mucho con la presión y temperatura, mientras que para los líquidos varían sólo con la temperatura. Debido a que la viscosidad disminuye con la temperatura, se empleo la ecuación de Arthenius:

$$\mu = A * e^{B/T}$$

μ : Viscosidad dinámica.

A y B: constantes dependientes del líquido.

T: temperatura absoluta en °C.

Estos cálculos en cuanto a la viscosidad, son importantes para la estandarización del proceso, tanto para la apariencia final del producto, como de los parámetros del proceso (temperatura, tiempo de pasteurización, tipo de filtración etc.). Además para procesos a escala industrial la viscosidad juega un papel importante a la hora de la elección de bombas y demás aspectos que influyan para el transporte de estos tipos de fluidos.

4.8.3.3 Color. Para determinar el grado de coloración en el jugo se utilizó la espectrofotometría que se refiere a la medida de cantidades relativas de luz absorbida por una muestra, en función de la longitud de onda, donde cada componente de la solución tiene su patrón de absorción de luz característico. Comparando la longitud de onda y la intensidad del máximo de absorción de luz de una muestra versus soluciones Standard, es posible determinar la identidad y la concentración de componentes disueltos en la muestra (solución incógnita).

El espectrofotómetro es un equipo que va a ayudar a identificar el color y el matiz para una medida más objetiva del color. Generalmente el colorímetro también es un instrumento que permite la absorbancia de una solución en una específica frecuencia de luz a ser determinada. Para llevar a cabo este procedimiento se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Área de visión. Es la dimensión del área superficial que un aparato para medición del color puede cubrir en una medición.

- Calibración. Para efecto de esta norma se entiende como calibración el procedimiento establecido por el fabricante del instrumento de medición del color para conseguir condiciones aceptables de medición en el equipo. Una adecuada calibración del aparato para medición del color es absolutamente necesaria para alcanzar uniformidad y precisión en los resultados.
- Geometría del colorímetro. Término que describe el ángulo y (o) la forma en la cual un aparato para medición del color ilumina la probeta y recibe la luz reflejada de la muestra.
- Medición del color. Es la representación numérica del color del jugo obtenida a través de un colorímetro. El resultado de una medición puede representar el promedio de múltiples lecturas.
- Muestra. Cantidad especificada de jugo de Noni.
- Muestra estándar. Muestra que se toma como referencia para efectos de comparación, para este caso se tomara como muestra estándar agua y jugo de Noni puro.
- Probeta de ensayo: "*Porción de material tomada de una muestra para efectuar mediciones*"⁸⁴.

Para determinar el color del jugo de Noni se siguió el mismo procedimiento que se sugiere para el agua y para su medición se utiliza la escala de Hazen.

La medición de color se realizó en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, mediante el empleo del equipo denominado espectrofotómetro (UV-VIS pharo 300). El proceso inició teniendo en cuenta que se determinaría el color real debido a que el jugo presenta un alto grado de turbiedad, además, a causa de la turbidez del jugo se hizo necesario filtrar las muestras, las cuales fueron dos, que como se mencionó anteriormente, la muestra hace referencia al jugo a base de Noni mezclado con otras frutas ya pasteurizado, mientras que la muestra estándar, es el jugo de Noni sin ninguna fruta acompañante. A continuación se indica el proceso:

⁸⁴ MERCK KGAA. 64271 Darmstadt, Germany. Disponible en Internet: environmental.analysis@merck.de

Figura 22. Proceso de filtrado de muestras.



Fuente: Esta investigación.

Figura 23. Proceso de dilución de muestras.



Fuente: Esta investigación.

Posteriormente se realizó una dilución, tal como se muestra en la Figura No. 23 (100ml/10ml); es decir, por cada 10 ml de jugo se agregó 90 ml de agua destilada, una vez realizada esta dilución se llevó al espectrofotómetro el cual es calibrado inicialmente con agua destilada para obtener una lectura inicial de absorbancia de una longitud de onda de 382 nm; es decir, el espectrofotómetro lee lo que absorbe una longitud de onda. A continuación se muestran las lecturas obtenidas:

Cuadro 30. Cuadro de lectura de determinación de color en espectrofotómetro

Muestra	Lectura 1	Lectura 2
Jugo natural Noni	0.208 nm	0.205 nm
Jugo Noni mezclado con frutas	0.159 nm	0.161 nm

Fuente: Esta investigación.

La unidad platino cobalto (upc), que es aquella en la cual se mide la coloración se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Y = (0.0019X - 0.0001) * Fd \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

Y: Absorbancia.

Fd: Factor de dilución.

X: upc. (100/10)

Como el valor a conocer es la unidad platino cobalto es necesario despejarla de la ecuación 1:

$$X = \{(Y + 0.0001)/0.0019\} * Fd \quad (\text{Ecuación 2})$$

Cuadro 31. Cuadro de obtención de las unidades platino cobalto del jugo

Muestra	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
Jugo natural Noni	1095.26 upc	1079.47 upc	1087.36 upc
Jugo Noni mezclado con frutas	837.36upc	847.89 upc	842.62 upc

Fuente: Esta investigación.

La causa principal de “interferencias en el color que se presentó en el jugo es la turbiedad, la cual para eliminarla, se recomienda la centrifugación, pues la filtración no se debe usar, ya que puede eliminar algo del color verdadero”⁸⁵, además, ésta produce un color aparente más alto que el color verdadero, otro factor a tener en cuenta es el patrón utilizado ya que fue el mismo que se emplea para muestras de agua; es decir es un patrón de color amarillo, por lo cual esta lectura no es muy acertada si se tienen en cuenta que la coloración del jugo de

⁸⁵ ISO/DIS 11037. Op. cit.

Noni ya pasteurizado y mezclado con uva, mora y Maracuyá genera una tonalidad naranja.

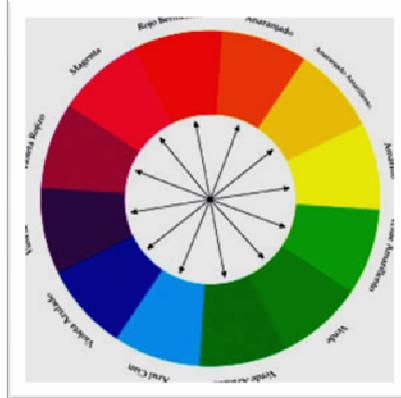
Debido a lo anteriormente mencionado fue necesario determinar el color de manera sensorial, ya que el color de una muestra se puede calcular dando el color promedio encontrado para ella o los nombres de colores correspondientes a toda la gama de juegos de colores obtenidos. El rango de variaciones en los jugos puede ser en el matiz, la claridad o saturación o una combinación de dos o de todos ellos. Las gamas de colores que involucran principalmente variaciones en la claridad y saturación se pueden indicar adecuadamente por el nombre no modificado, como naranja, el cual significa que el color cubierto por la designación incluye naranja claro, naranja brillante, naranja moderado, naranja fuerte, naranja vívido y naranja profundo. La norma ISO/DIS 11037 da directrices generales y describe un método de ensayo para la evaluación sensorial de los colores de productos alimenticios por comparación visual con patrones de color.

Los procedimientos indicados son aplicables a productos alimenticios sólidos, semi-sólidos, en polvo y líquidos, que pueden ser de naturaleza opaca, translúcida, turbios, o transparente y también pueden ser mate o brillantes.

También se da información general sobre las condiciones de observación e iluminación que se deben utilizar en diferentes situaciones en análisis sensorial, como análisis de diferencias, ensayos de perfiles y métodos de clasificación, realizados por paneles de evaluadores seleccionados o individualmente por expertos en situaciones críticas (a veces también en situaciones generales), según el caso. Los investigadores de análisis sensorial, basan su método para la evaluación del color en alimentos, en ordenar el color de varias maneras, ya sea en forma bidimensional o tridimensional, tomando en cuenta las distintas variables. *“Una de las formas de organización en el plano más conocida es la utilización de un círculo llamado círculo cromático”⁸⁶.*

⁸⁶ ALBERS, Josef. La interacción del color. Madrid: Alianza Forma, 1998.

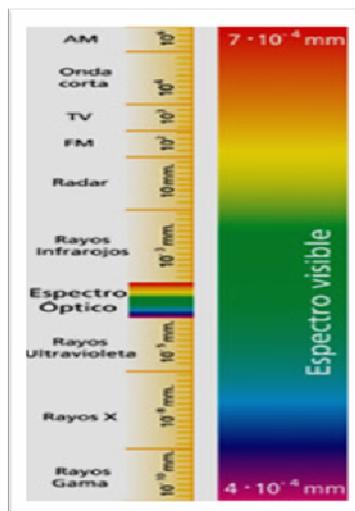
Figura 24. Circulo cromático



Fuente: ALBERS, Josef. La interacción del color. Edit. Alianza Forma, Madrid, 1998.

De acuerdo al análisis sensorial realizado en la Universidad de Antioquia, el color del jugo se enfoca en el amplio espectro electromagnético, sólo una pequeña parte puede ser percibida por el ojo humano. Por debajo del violeta se encuentran longitudes de onda más bajas como los rayos ultravioleta y por encima del rojo se hallan longitudes de onda más altas como los rayos infrarrojos. El espectro visible se indica en la siguiente figura:

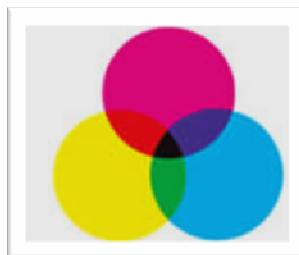
Figura 25. Espectro visible



Fuente: ALBERS, Josef. La interacción del color. Edit. Alianza Forma, Madrid, 1998.

De la serie de colores que componen el espectro luminoso podemos diferenciar tres *colores fundamentales* o *primarios*. Ellos dan origen a los otros colores y son: rojo, verde y violeta. De las respectivas mezclas de estos colores derivan los llamados *colores secundarios* o *complementarios*. De lo anteriormente mencionado se infiere que el color del jugo de Noni es una mezcla de colores complementarios. A continuación se muestra los matices de los colores complementarios:

Figura 26. Matices de los colores complementarios



Fuente: ALBERS, Josef. La interacción del color. Madrid: Edit. Alianza Forma,

Como ya se señaló, la mezcla de dos colores primarios origina un secundario; de la misma forma, se puede decir que la mezcla de un primario con un secundario origina un color *terciario*. Al aplicar esto a los seis colores obtenidos tenemos:

1. Amarillo + rojo bermellón = naranja
2. Rojo magenta + rojo bermellón = rojo
3. Violeta + rojo magenta = violeta rojizo
4. Azul cian + violeta = azul violáceo
5. Verde + azul cian = azul verdoso
6. Amarillo + verde = verde amarillento

De acuerdo, a lo anteriormente mencionado el color del jugo de Noni es un color terciario donde predomina el amarillo obtenido a causa de las pulpas de Maracuyá y Noni, y rojo bermellón obtenido de la pulpa de mora, esto genera una gama que se aproxima a la tonalidad naranja. En la siguiente figura se observa claramente el color naranja que poseía el jugo de Noni ya pasteurizado, que en comparación con el jugo natural, la coloración cambia de una manera muy adecuada para incrementar la estética del producto:

Figura 27. Comparación color según vista frontal.



Fuente: Esta investigación.

Figura 28. Comparación color según vista superior



Fuente: Esta investigación.

En las Figuras No. 35 y 36 mostradas se observa la diferencia en cuanto a color, la muestra de la izquierda es el jugo de Noni estandarizado y debidamente pasteurizado y el de la derecha es jugo natural de Noni, el cual es de una tonalidad blancuzco típica del fruto maduro, mientras que la muestra de la izquierda presenta una coloración agradable a la vista del consumidor.

Aunque el método espectrofotométrico sea mucho más objetivo, se resalta la variabilidad en los resultados debido a que fue necesario realizar diluciones a fin de que el espectrofotómetro pudiera arrojar datos de absorbancia coherentes a la longitud de onda a la cual está calibrado, la cual es de 382nm, además, el patrón de este equipo es de color amarillo, por lo cual se adecuó el proceso que se realiza en agua para el Jugo de Noni.

4.8.3.4 Turbidez. Posteriormente se realizaron lecturas de turbidez mediante la ayuda del Turbidímetro (marca Ovbeco-Hellige), ya que se hizo necesario medir también este parámetro porque indica la cantidad de material en suspensión en el jugo, como consecuencia de aportes de un exceso de partículas de las frutas empleadas para su elaboración (maracuyá, uva Isabela y mora).

La unidad de medida adoptada por el Estándar ISO es el FTU (Unidad de Turbidez de la Formazina) que es idéntica al NTU (Unidad Nefelométrica de Turbidez). La unidad de turbiedad, fue definida "como la obstrucción óptica de la luz, causada por una parte por millón de sílice en agua destilada",

1 unidad nefelométrica de turbidez (NTU) = 7.5 ppm de SiO₂

Actualmente, la unidad utilizada es la NTU, Unidad Nefelométrica de Turbidez y que equivale a:

1 unidad nefelométrica de turbidez (NTU) = 1 ppm de formazina estándar

Aunque hasta hace poco el "número paramétrico era de 10 unidades nefelométricas, en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero"⁸⁷, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, se determina como número máximo de turbidez permitida 1 UNF a la salida de la Estación depuradora o depósito y de 5 UNF en la red de distribución.

Para someter la muestra a este tipo de prueba fue también necesario diluirla debido a que de manera natural el Turbidímetro era incapaz de leer la turbidez del producto, a continuación se muestra los resultados obtenidos:

Cuadro 32. Cuadro de lectura de grado de turbidez

Muestra	Turbidez
Jugo Noni natural	46.2 NTU
Jugo Noni mezclado con frutas	36.9 NTU

Fuente: Esta investigación.

La Cuadro anterior indica el grado de turbidez del jugo el cual es muy alto, lo cual se debe a que hay muchas partículas suspendidas en él, además, estas partículas sólidas son tantas que fue necesario diluir el jugo para lograr leer el grado de turbidez en el Turbidímetro.

⁸⁷ Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero (BOE, 21 de febrero de 2003).

La turbidez se refiere al efecto óptico que se origina al dispersarse o interferirse el paso de los rayos de luz que atraviesan una muestra de jugo, a causa de los sólidos suspendidos. El grado de turbiedad para alimentos líquidos como es el caso del Jugo de Noni conlleva a reevaluar la estética del mismo, debido a que cualquier turbiedad en el jugo, produce en el consumidor un rechazo inmediato y pocos deseos de ingerirlo, es por ello que se hizo necesario filtrar el producto final antes del proceso de pasterización y envasado.

Al igual que el método de espectrofotometría, también se empleó el método de medición de turbidez empleado para el agua y se lo ajustó al jugo de Noni, y según referencias literarias se encontró que el límite máximo permisible en el agua potable es de 10 NTU (unidades de turbidez nefelométricas), (Método ASTM D1889-88^a), según lo mencionado se infiere que el jugo de Noni presenta demasiada turbidez, por lo cual se ve afectada la estética del mismo, para ello los autores de la investigación realizaron procesos de filtración, a fin de llevar el jugo a un nivel más industrial.

4.9 EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL JUGO DE NONI A NIVEL DE LABORATORIO

Esencialmente la vida de anaquel de un alimento, se define como el tiempo en el cual éste conservará sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales. La vida útil abarca varias facetas del valor nutritivo incluyendo seguridad, valor alimenticio y características sensoriales. *“Cuando se afecta este valor nutritivo, esto influye notablemente en las decisiones de compra del consumidor”*⁸⁸.

Para evaluar la vida útil del jugo de Noni, se dejó muestras de producto seleccionado por los encuestados, a las cuales se les realizaron análisis de propiedades físico-químicas (pH y °Brix) del producto y las propiedades sensoriales (sabor, olor, color y apariencia). Las pruebas sensoriales por parte de los investigadores, se realizaron diariamente para lograr identificar sabores, olores o colores diferentes al producto final. Además se debe tener muy en cuentas las condiciones de elaboración del producto como los factores fundamentales que influyen en la vida de anaquel de un jugo:

- ✓ **Formulación:** Involucra la selección de las materias primas más apropiadas e ingredientes funcionales que asegurarán la integridad del alimento para la vida útil requerida.
- ✓ **Procesamiento:** Depende de las materias primas e ingredientes para disminuir condiciones desfavorables o redeteriorativas indeseables, promoviendo

⁸⁸ GIRALDO GÓMEZ, Gloria Inés. Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos. Monografía. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales: 1999.

- cambios físicos y químicos deseables, concediendo así al producto alimenticio la forma y características finales
- ✓ Empaque.
 - ✓ Condiciones de Almacenamiento: “que para el jugo de Noni era muy importante el envasado en un recipiente de vidrio ámbar por ser fotosensible”⁸⁹.

Una vez seleccionada la muestra por parte del grupo de encuestados, se procedió a refrigerar muestras del producto seleccionado a temperatura de 4°C (Cuartos fríos planta Piloto de la Universidad de Nariño) y otras se dejaron a temperatura ambiente, estas últimas presentaron índices de descomposición a los 6 días de su elaboración, mientras que las primeras tuvieron un tiempo de vida útil de un mes y medio.

Seguimiento Físicoquímico (pH y Brix) de las Muestras Almacenadas.

En las siguientes Cuadros se presentan los cambios del jugo de Noni en cuanto a pH y Brix, reportados cada semana durante el tiempo de almacenamiento. En los Cuadros No. 34 y 35 se puede observar los cambios ocurridos durante el almacenamiento, tanto en sus características físicas como en las organolépticas.

Cuadro 33. Cuadro de Ensayo de vida en anaquel a 4°C.

Ensayos a 4°C	pH	Brix	Olor	Sabor	Color
ENSAYO # 1 (SEMANA 1)	3.42	10.5	Agradable	Agradable	Agradable
ENSAYO # 1 (SEMANA 2)	3.40	10.4	Agradable	Agradable	Agradable
ENSAYO # 1 (SEMANA 3)	3.39	10.4	Agradable	Agradable	Agradable
ENSAYO # 1 (SEMANA 4)	3.35	10.2	Poco Agradable	Acido	Agradable
ENSAYO # 1 (SEMANA 5)	3.33	10.2	Desagradable	Acido	Opaco
ENSAYO # 1 (SEMANA 6)	3.26	10.2	Desagradable	Desagradable	Opaco

Fuente: Esta investigación.

⁸⁹ *Ibid.*, p 127.

Cuadro 34. Cuadro de Ensayo de vida a temperatura ambiente.

Ensayos a temperatura ambiente	pH	Brix	Olor	Sabor	Color
ENSAYO # 1 (DÍA 1)	3.42	10.5	Agradable	Agradable	Agradable
ENSAYO # 1 (DÍA 2)	3.2	10.4	Agradable	Acido	Agradable
ENSAYO # 1 (DÍA 3)	2.9	10.4	Poco Agradable	Acido	Opaco
ENSAYO # 1 (DÍA 4)	2.9	10.2	Poco Agradable	Muy acido	Opaco
ENSAYO # 1 (DÍA 5)	2.7	10.2	Desagradable	Desagradable	Opaco
ENSAYO # 1 (DÍA 6)	2.4	10.2	Desagradable	Desagradable	Opaco

Fuente: Esta investigación.

4.9.1 Causas de deterioro en la calidad del jugo de Noni. Los factores causantes del deterioro del jugo se dividen en dos clases principales:

- Factores inherentes al producto.
- Factores ambientales.

4.9.1.1 Factores Inherentes al Producto. Calidad de la materia prima. Selección y recepción adecuada del fruto de Noni, y las frutas empleadas para enmascarar sus características organolépticas como son el maracuyá, mora de castilla y uva Isabela.

4.9.1.2 Factores Ambientales:

Temperatura: Especialmente alta y en condiciones fluctuantes, tiene un marcado efecto sobre la calidad y vida de anaquel del producto final. No obstante, bajas temperaturas preservarán las características organolépticas.

Acentuación del olor y sabor: Esto puede ser causado durante el almacenamiento del jugo de Noni, por los fuertes olores propios del fruto se concentran, variando tanto su sabor como su olor. El sabor del jugo de Noni se acentúa aproximadamente después de un mes de su producción, a temperatura de almacenamiento de 4°C.

Uno de los factores principales en la conservación del jugo de Noni es la temperatura, al igual que las condiciones de almacenamiento, cuyo control evitará el desarrollo de agentes causantes de deterioro, como los microorganismos causantes del proceso de fermentación.

A temperatura ambiente se observó que las características organolépticas se vieron muy afectadas, por las reacciones de los componentes propios de los frutos empleados para la elaboración de jugo tropical de Noni, en este producto se presentó el proceso de fermentación, otorgando sabores muy ácidos y olores fuertes.

5. CONCLUSIONES

El Noni es un fruto que ha despertado interés científico hace poco tiempo, por lo que son escasos los estudios referentes a los factores agronómicos que permitan determinar con claridad las diferentes variedades existentes de la planta y sus características en cuanto a composición química, rendimiento y otras propiedades relevantes, razón que lleva a encontrar incongruencias en los escasos estudios sobre esta planta.

Frente a los resultados arrojados por la presente investigación se concluye que fue posible enmascarar algunas de las características propias del fruto como son su sabor a queso rancio, su proceso de transformación podría verse mejorado a través de nuevas investigaciones, que tengan como fin impulsar un aprovechamiento industrial del fruto de Noni con el ánimo de fomentar su cultivo como producto promisorio en la región pacífica del departamento de Nariño.

Los resultados arrojados por los análisis sensoriales fueron de suma relevancia para concluir con esta investigación, ya que indicaron los parámetros que debían ser cambiados para la obtención de un jugo industrial.

Mediante las experimentaciones del proceso de pasteurización que se realizaron en esta investigación, se pudo establecer que las variables temperatura y tiempo tuvieron un efecto importante frente a la inactivación de mesófilos y el contenido de vitamina C. Además, se constató que el prototipo experimental es un equipo que para la industria alimentaria, especialmente aquella dedicada a la elaboración de alimentos líquidos como es este caso el jugo de Noni, puede ocasionar múltiples ventajas, no solo minimiza tiempos sino también costos.

6. RECOMENDACIONES

Efectuar un estudio que permita reconocer todas las propiedades nutraceuticas y agrícolas del fruto de Noni que se produce en el departamento de Nariño, de tal manera que se pueda reconocer el potencial de la planta y se desarrollen estudios con mayor impacto.

Es notable la falta de reconocimiento de la planta de Noni y de sus beneficios en nuestra región, lo cual genera un alto grado de desaprovechamiento de la misma, por ello se sugiere incrementar el grado de distribución del fruto en plazas de mercado y supermercados.

Profundizar en los estudios referentes a la optimización de jugo natural de Noni tomando como variables a aquellas que en la presente investigación no fueron consideradas como el pH, el contenido nutracéutico, el grado de Proxeronina y el mejoramiento del olor.

Realizar nuevas investigaciones basadas en la optimización de los equipos y métodos utilizados en la aplicación de procesos térmicos, esto con el fin de evitar posibles alteraciones de las propiedades de carácter sensorial.

Para posteriores investigaciones se recomienda enfatizar en el contenido nutricional del producto realizando una comparación antes y después del proceso de pasteurización mediante la cuantificación de la totalidad de los componentes, ya que en la esta investigación solamente se realizo el análisis de cuantificación de la vitamina C, la cual presento mayores índices debido al aporte de las frutas utilizadas para enmascarar los sabores del jugo tropical de Noni.

BIBLIOGRAFÍA

AIONA, I. Aplicaciones Hawaianas Tradicionales de las Plantas. Honolulu: Obispo Museum Press, 1992

BARRIETOS, G. El cultivo de noni. Costa Rica: Comunicación personal, 2002. p. 32.

CHUNHIENG, M.T., Developpement de nouveaux aliments santé tropicale: application a la noix de Brésil *Bertholetia excelsa* et au fruit de Cambodge *Morinda Citrifolia*. Ph.D.Thesis. France: INPL, 2003.

DIXON, A.R.; MCMILLEN, H. y ETKIN, N.L. Ferment this: the trasformation of Noni, a traditional Polynesian medicine (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae). *Ecological Botony* 1999. pp 53, 51-68.

ELKINS, R. m.h. NONI (*Morinda citrifolia*) La hierba preciada del pacifico del sur. Woodland Publishing: Health Series, 1997. p. 31.

FARINE J.P., et al., Volatile components ot ripe fruits of *Morinda citrifolia* and their effects on *Drosophila*. *Phytochemistry*. 1996. pp 41, 433-438.

GEMOSÉN ROBINEAU, L. Una farmacopea caribeña. Santo Domingo: Edición Gamil, 1995. p. 696.

HEINICKE, R. M. The pharmacologically active ingredient of Noni. *Bulletin of the National Tropical Botanical Garden* 1985. pp. 15, 10-14.

HIRAZUMI, A. y FURUSAWA E. Chou S.C. & Hokama Y., *Proc. West. Pharmacol.* Actividad anticancerígeno del Noni (*Morinda citrifolia*) en el carcinoma intraperitoneal Lewis Lung implantado en ratones singénicos. *Soc.* 1994. p. 37.

JIMÉNEZ HIDALGO, Vivian. Elaboración de cuatro productos naturales a partir de Noni (*Morinda citrifolia* L.). Trabajos de grado (Ingeniería Agronómica). Universidad Earth. 2002. p. 12.

LARRAÑAG, Ildelfonso J. Control e higiene de los alimentos. México: Ed. Diana, 1990. p. 266.

LAWSON, J. NONI: El Jugo de la Vida. España: Vita, 2001.

LEON, J. y POVEDA, L. Nombres comunes de las plantas en Costa Rica. San José, Costa Rica: Guayacán, 2000. p. 870.

LÜBECK, W y HADES H. Noni el valioso tesoro de los mares del sur. Madrid, España: EDAF S.A., 2001. p. 173.

MINISTERIO DE SALUD RESOLUCION NUMERO 7992. Santafé de Bogotá: 1991. p. 2.

MORALES SALDAÑA. Evaluación de la Actividad Larvicida del Noni (*Morinda citrifolia* Linnaeus (*Rubiaceae*)) Sobre el Mosquito Anopheles Albimanus Widemann (Diptera: Culidae). 2008.

MORTON J. The Ocean Going Noni or Indian Mulberry; *Morinda citrifolia* Rubiaceae and Some of its colorful Relatives Econ.Bot. s.n, 1992 46(3) pp. 241-256

NEIL, Solomon M.D. El jugo de Noni (*Morinda citrifolia*), Woodland Publishing.

SANCHEZ, P. Flórua del parque nacional cahuita. 2da ed. San José, Costa Rica: UNED, 2001. p. 346.

SANG, S. et al. Chemical components in Noni fruits and Leaves (*Morinda citrifolia* L.). in: Ho,C.T., Zheng Q.Y., (Eds), Quality Management of Nutraceuticals. ASC Symposium Series 803, American Chemistry Society, Washinton, DC, 2002. pp. 134-150.

SHOVIE, A.C. y WHISTLER, W.A., Food sources of provitamina A and Vitamin C in the American Pacific. Tropical Science 2001. p. 41.

SUQUILANDA, M. Plantas medicinales y Hierbas aromáticas: manual para la producción orgánica. Quito, Ecuador: FUNDAGO, 1995. p. 41.

WANG M. y SU, C., Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (Noni). New York: Academy of Sciences, 2001. p. 952.

ZEVEN, A. y ZHUKOUSKY, P. Dictionary of cultivated plants and their centres of diversity. Krips Repro. Wageningen Holland: , Economic Botany, 53 (1): 51 -68. 1975. p. 219.

NETGRAFÍA

DITTMAR. A. *Morinda citrifolia* L. Use in Indigenous Samoan Medicine, journal of Herbs and Medicinal Plants. 1993. Op cit p 1, 77-92. Disponible en Internet: <http://rsscomp.freeyellow.com/morindacitrifoliastory.htm>

MERCK KGaA. 64271 Darmstadt, Germany. Disponible en Internet: environmental.analysis@merck.de

REOLOGÍA EN ALIMENTOS. 2007. Disponible en Internet: [http://www.eg.msu.edu/~steffe/free book/STEFFE.pdf](http://www.eg.msu.edu/~steffe/free%20book/STEFFE.pdf)

TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS COLOMBIANOS. Bogotá, Colombia: 2005. Disponible en Internet: www.icbf.gov.co.

ANEXOS

Anexo A. Encuesta No. 1

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

OBJETIVO: Determinar la muestra con mayor aceptabilidad en cuanto a color y sabor.

Fecha: _____

Hora: _____

VALORACION DE MUESTRAS

Pruebe cada muestra y evalúela de acuerdo con lo siguiente connotación:

1. Me disgusta mucho.
2. Me disgusta.
3. Me es indiferente.
4. Me gusta.
5. Me gusta mucho.

Muestra	Color					Sabor				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
580										
620										
343										
512										
260										
465										

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS!

Anexo B. Encuesta No. 2

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

OBJETIVO: Determinar la muestra con mayor aceptabilidad en cuanto a color y sabor.

Fecha: _____

Hora: _____

VALORACION DE MUESTRAS.

Pruebe cada muestra y evalúela de acuerdo con lo siguiente connotación:

- 6. Me disgusta mucho.
- 7. Me disgusta.
- 8. Me es indiferente.
- 9. Me gusta.
- 10. Me gusta mucho.

Muestra	Olor					Sabor				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
T1 = 325										
T1 = 620										
T2= 580										
T2 = 976										

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS!

Anexo C. Encuesta No. 3

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

OBJETIVO: Determinar el grado de aceptabilidad de una bebida refrescante.

Fecha: _____ Hora _____

VALORACION DE LA MUESTRA JUGO DE NONI ESTANDARIZADO

1. Me disgusta mucho.
2. Me disgusta.
3. Me es indiferente.
4. Me gusta.
5. Me gusta mucho.

Muestra	Color					Sabor					Olor					Textura				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Jugo de Noni estandarizado																				

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS!

Anexo D. Calculo de la velocidad de caida de la esfera en el fluido viscosidad y fuerzas

DATOS:	VALOR NUMERICO	UNIDADES
Diámetro esfera (d):	0,315	cm
Radio esfera (r):	0,1575	cm
Volumen esfera (Ve):	0,01636	cm ³
Peso esfera (W):	0,12919	gr
Peso esfera (W):		
Densidad material esfera (pe):	7,896	gr/cm ³
Fluido de prueba:	JUGO DE NONI	
Densidad fluido de prueba (pf):	1,025	gr/cm ³
Distancia (L):	46	cm
Peso específico fluido prueba (γ):	1005,525	dina/cm ³
Peso específico material esfera (γ):	7745,96	dina/cm ³
Diámetro tubo (dt):	6,4	cm

Viscosidad dinámica ($\mu = 2 \cdot r^2 \cdot g \cdot (pe - pf) / 9 \cdot V$)

Viscosidad cinemática ($\nu = \mu / \rho$)

Fuerza flotación ($F_b = \rho_f \cdot g \cdot V_e$)

Fuerza viscosa ($F_v = 6 \cdot \pi \cdot r \cdot \mu \cdot V$)

Masa esfera ($m = pe \cdot g \cdot V_e$)

Diámetro esfera	T1	T2	T3	Tiempo promedio	Velocidad V	Vel. Real Vr	Viscosidad dinámica (μ)	Viscosidad cinemática (ν)	Fuerza flotación	Fuerza viscosa	Masa m	Nr
(cm)	(s)	(s)	(s)	(s)	(cm/s)	(cm/s)	(gr/cm ² s)	(cm ² /s)	Fb (Dinas)	Fv (Dinas)	(gr)	
0,315	1,77	1,75	1,74	89,76	0,512	0,456	81,424	79,438	16,452	123,876	126,74	0,002

Anexo E. Prueba (vit. C) No.1 realizada con jugo de Noni no Pasteurizado.

Anexo F. Prueba (vit. C) No. 1 realizada con jugo de Noni Pasteurizado.

**Anexo G. Prueba (vit. C) No.2 realizada con jugo de Noni no Pasteurizado
Formato pdf**

**Anexo H. Prueba (vit. C) No. 2 realizada con jugo de Noni Pasteurizado
Formato pdf**

**Anexo I. Ficha microbiológica para el jugo de Noni no pasteurizado.
Formato pdf**

**Anexo J. Ficha microbiológica para el jugo de Noni pasteurizado
(60°C/30min)
Formato pdf**

**Anexo K. Ficha microbiológica para el jugo de Noni pasteurizado
(65°C/45min)
Formato pdf**

**Anexo L. Ficha microbiológica para el jugo de Noni pasteurizado
(70°C/30seg.)
Formato pdf**

**Anexo M. Ficha microbiológica para el jugo de Noni pasteurizado
(80°C/15seg.)
Formato pdf**

**Anexo N. Ficha microbiológica (SENA) para el jugo de Noni pasteurizado
(70°C/30seg.)
Formato pdf**

**Anexo O. Ficha microbiológica (SENA) para el jugo de Noni pasteurizado
(80°C/15seg.)
Formato pdf**

**Anexo P. Ficha microbiológica (SENA) para el jugo de Noni pasteurizado
(65°C/45min.)
Formato pdf**

**Anexo Q. Noni Pulpa, fabricado por la CI Borojo de Colombia.
Formato pdf**

**Anexo R. Resultados Perfil Sensorial Multidimensional Para Jugo De Noni
(*Morinda Citrifolia*) Con Mezcla De Frutas
Formato pdf**