

ESTUDIO PARA LA ELABORACION DE UN PRODUCTO A BASE DE PULPA DE
AGUACATE: FORMULACIÓN DEL PRODUCTO Y DISEÑO DEL PROCESO.

NICOLLS VIVIANA LÓPEZ DOMÍNGUEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

BUCARAMANGA

2011

ESTUDIO PARA LA ELABORACION DE UN PRODUCTO A BASE DE PULPA DE
AGUACATE: FORMULACIÓN DEL PRODUCTO Y DISEÑO DEL PROCESO.

NICOLLS VIVIANA LÓPEZ DOMÍNGUEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el Título de Ingeniera
Química

Director:

CARLOS JESÚS MUVDI NOVA

Ing. Químico, Ms., Ph, D.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA

2011

A DIOS por la sabiduría, fortaleza y provisión en todo lo que hago.

A mi Mamá y mis dos hermanas por el respaldo y confianza.

Aquel que la buena obra una empezó será fiel en completarla, sin importar los obstáculos que se puedan presentar. Porque para Dios nada es imposible y aunque las circunstancias indiquen que nada saldrá bien, Él es quién tiene la última palabra.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad y a la Escuela de Ingeniería Química por la oportunidad de permitirme formarme como profesional y persona.

A la Unidad de Emprendimiento de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión para recibir apoyo en la organización del plan de negocios

A la Dr. Janeth Aidé Perea Villamil y al Ing. Luis Carlos Gonzales del laboratorio CICTA en la sede UIS Guatiguará.

A la profesora Adriana Soto por facilitarme el ingreso al Laboratorio de Nutrición y por la asesoría recibida.

Al Dr. Carlos Muvdi Nova por su paciencia, colaboración y guía en el desarrollo del proyecto.

A la profesora Consuelo por su colaboración y asesoría.

Al señor Rosember Díaz por la disposición para facilitarme la materia prima en el desarrollo del proyecto.

A Anny Katherine Lozano por amistad y apoyo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	12
1. PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACION	13
2. CONCEPTOS TEORICOS Y ESTADO DEL ARTE	13
2.1. Reacción de autooxidación o enranciamiento	14
2.2. Reacción enzimática	15
2.3. Evaluación sensorial de aceptación y hedónica	15
2.4. Estudios para la conservación de la pulpa de aguacate	17
3. METODOLOGIA	18
3.1. Etapas efectuadas durante el trabajo	18
3.1.1. Revisión bibliográfica	19
3.1.2. Realización de las pruebas experimentales en pulpa antes y después de su procesamiento	19
3.1.3. Análisis de los resultados	21
3.1.4. Diseño del proceso de elaboración	22
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS	23
4.1. Conservación del aguacate antes de su procesamiento	23
4.2. Estudio de la estabilidad en el tiempo de la formulación base utilizada en el producto	25
4.3. Formulación del producto alimenticio y prueba de aceptabilidad	29
5. DISEÑO DEL PROCESO	33
6.1. Capacidad instalada	34
6.2. Balance de masa	35
6. CONCLUSIONES	37
7. PERSPECTIVAS	38
8. BIBLIOGRAFIA	39

TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición media de la pulpa de aguacate	13
Tabla 1. Análisis de frecuencia de la prueba de aceptabilidad	16
Tabla 3. Breve descripción de las propiedades organolépticas	30
Tabla 4. Resultados de la prueba de aceptación	30

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Reacción generalizada de la PPO en plantas	15
Figura 2 Etapas Secuenciales del trabajo realizadas	19
Figura 3 Partes del aguacate	20
Figura 4 Resultados obtenidos para las técnicas de almacenamiento estudiadas para el fruto entero	23
Figura 5 Resultado obtenido para el método de conservación de la pulpa en trozos congelada en presencia y ausencia de aditivos	24
Figura 6 Resultado obtenido para la técnica de almacenamiento de la pulpa en trozos a -18°C, con y sin aditivos	25
Figura 7 Resultado obtenido para el último bloque de experimentos utilizados en la determinación de la formulación base	27
Figura 8 Formulaciones del último bloque de experimentos utilizados en la determinación de la formulación base al cabo de 30 días	27
Figura 9 Resultado obtenido para las formulaciones base utilizando lecitina de soya a distintas concentraciones	29
Figura 10 Resultados de a) apariencia, b) textura, c) color, d) sabor y e) aroma de las muestras de salsas evaluadas en la prueba sensorial	31
Figura 11 Diagrama de bloques para la elaboración de salsa de aguacate	34
Figura 12 Balance de masa para el proceso de la elaboración de la salsa 098	36

RESUMEN

TÍTULO:

ESTUDIO PARA LA ELABORACION DE UN PRODUCTO A BASE DE PULPA DE AGUACATE: FORMULACIÓN DEL PRODUCTO Y DISEÑO DEL PROCESO.

AUTORA:

NICOLLS VIVIANA LÓPEZ DOMÍNGUEZ**

PALABRAS CLAVES:

AUTOOXIDACIÓN, OXIDACIÓN ENZIMÁTICA, PPO, CONSERVACIÓN.

DESCRIPCIÓN

Este estudio tuvo como objetivo buscar la valorización del fruto de aguacate a través de procesos de transformación. La valorización se llevó a cabo en dos niveles: valorización de un fruto categoría II y el aumento del tiempo de vida útil del producto a base de aguacate. Para ello se evaluó el efecto de aditivos como antioxidantes, conservantes, espesantes y la acción de la temperatura en la vida útil de pulpa de aguacate criollo. Garantizando la estabilidad en el tiempo de la misma; sin perder las propiedades organolépticas.

Se hicieron dos tipos de pruebas, una para conservar aguacate antes de su procesamiento y la otra para establecer la formulación base con aditivos; que garantice la estabilidad en el tiempo de la pulpa en un producto alimenticio. La estabilidad se evaluó a través de pruebas sensoriales, pH, °Brix y acidez. Una vez establecida la mejor formulación base (estable), se elaboraron a partir de ella, formulaciones con especias. Las pruebas de aceptación y hedónica permitieron escoger la(s) formulación (es) con mayor aceptación. A partir de esta se realizó el diseño del proceso y la evaluación de los costos. Este trabajo hace parte de una idea de negocio y fue escogida por la Unidad de Emprendimiento de Vicerectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander.

* Trabajo de Grado

**Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Carlos Jesús Muvdi Nova

SUMMARY

TITLE:

STUDY FOR THE DEVELOPMENT OF A PRODUCT BASED AVOCADO PULP: PRODUCT FORMULATION AND DESIGN PROCESS*.

AUTHOR:

NICOLLS VIVIANA LÓPEZ DOMÍNGUEZ **

KEYWORDS:

Autoxidation, enzymatic oxidation, PPO, CONSERVATION.

DESCRIPTION

The purpose of this study is seeking the recovery of avocado fruit through a process of transformation. The valuation was carried out at two levels: promoting fruit category II and increased shelf life of avocado-based product. To do this we evaluated the effect of additives such as antioxidants, preservatives, thickeners and the effect of temperature on the life of native avocado pulp. Ensuring stability in the same time, without losing the organoleptic properties.

There were two types of tests, one to keep avocado before processing and the other to establish the base formulation with additives, to ensure stability over time of the pulp in a food product.

The stability was evaluated by sensory testing, pH, ° Brix and acidity. Once the best formulation base (stable), were developed from it, formulations with spices.

The hedonic acceptance testing and enables setting choose (s) formulation (s) with greater acceptance. After this was done the process design and cost evaluation. This work is part of a business idea and was chosen by the Entrepreneurship Unit of Vice-rector of Research and Extension of the Universidad Industrial de Santander.

* Work Degree

** Engineering Faculty of Physical Chemistry. School of Chemical Engineering. Director: Carlos Jesús Muvdi Nova

INTRODUCCION

El principal problema para la industrialización del aguacate es su vida útil o anaquel (conservación). El aguacate es un fruto climatérico (VELASQUEZ, 2006) y una vez cosechado (con madurez fisiológica) continúa la respiración celular, obteniendo a los 10 días aproximadamente su madurez de consumo; punto donde la pulpa desarrolla el sabor y olor característicos. Después de esto se hace más sensible a la autoxidación y al pardeamiento enzimático; proceso acelerado cuando hay alteración de la estructura celular del fruto. Esto hace que el aguacate tenga una vida útil o anaquel baja; distintas técnicas se han estudiado para disminuir este problema (temperaturas bajas, atmósferas controladas o modificadas) (BRAVERMAN, 1978).

Este proyecto tiene como objetivo impulsar una propuesta productiva para la comercialización del aguacate como alimento bajo otras formas que permitan una mayor conservación de la pulpa y el aprovechamiento y valoración de este fruto en temporadas altas de producción.

Para alcanzar dicho objetivo se trabajó principalmente en la etapa de formulación de un producto a base de pulpa de aguacate; evaluando el efecto de distintos agentes antioxidantes, conservantes y espesantes, en la calidad sensorial y vida anaquel de la pulpa de aguacate criollo. Con ello se pudo definir la formulación del producto con mayor potencial y las etapas del proceso para su elaboración.

Este proyecto fue seleccionado por el comité de evaluación de la Unidad de Emprendimiento de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión para recibir apoyo en la organización del plan de negocios y la presentación ante diferentes entes que otorgan recursos de capital semilla, con el fin de poner en marcha dicho proyecto.

Es importante señalar que este trabajo hace parte de un proyecto empresarial y por motivos de confidencialidad se omitirán composiciones y algunas especificaciones del proceso de elaboración.

1. PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN

El aguacate es un fruto muy apetecido por sus propiedades nutricionales (ORTEGA, 2007) y organolépticas, pero su comercialización se limita a realizarse básicamente como fruto, siendo el principal limitante su corta vida útil después de abierto. Igualmente no todos los frutos cosechados tienen un mismo valor. Ellos son clasificados en tres categorías, siendo la categoría II la de menor valor comercial. Esta categoría agrupa los frutos que presentan, entre otros, defectos de forma y manchas en la cáscara; sin que estos impliquen alteraciones en la calidad de la pulpa (CODEX, 1995). La iniciativa de este proyecto es aprovechar este fruto y darle un valor agregado; elaborando productos procesados que prolonguen su vida útil especialmente en los períodos de alta de producción.

2. CONCEPTOS TEÓRICOS Y ESTADO DEL ARTE

El aguacate (*Persea americana Mill*) es un fruto interesante a nivel nutricional. Este alcanza niveles del 8 al 24% en contenido de grasa dependiendo de la variedad (RENNER, 1999) (ver Tabla 1), siendo la composición de sus ácidos grasos 15% saturados, 75% monoinsaturados y 10% poliinsaturados (BADUI, 2006) (85 % de su contenido total en ácidos grasos insaturados); esta concentración es parte fundamental en la calidad sensorial de la pulpa.

Tabla 1. Composición media de la pulpa de aguacate.

	Agua	Proteínas	Aceite	Azúcares	Cenizas
Promedio	70,56	2,1	20,6	5,95	1,32
Mínimo	58,71	1,14	9,78	2,59	0,54
Máximo	82,31	4,39	31,6	10	1,94

Fuente: (Mora et al., 1980)

Algunos de los factores que determinan la calidad del fruto son el color de la cáscara, la presencia de manchas y los problemas fitosanitarios, que dependen del manejo en cultivo, cosecha y poscosecha.

El aguacate tiene una alta tasa de respiración y producción de etileno (SANDOVAL et al., 2010); generando en la pulpa mayor sensibilidad a la pérdida de sus propiedades nutritivas y organolépticas después de alcanzar su estado de madurez de consumo. El aguacate se deteriora más fácilmente si su pulpa es expuesta al aire o al calor; puesto que sufre alteraciones de tipo enranciamiento y pardeamiento enzimático (oxidación enzimática) (CASP, 2003). La rancidez puede ser del tipo biológica u oxidativa, aunque se considera a la rancidez de tipo oxidativa como la de mayor importancia, debido a que en ocasiones es difícil la eliminación total del oxígeno dentro del envase; mientras la rancidez de tipo biológica depende de la buena higiene con que se trabaje.

2.1. Reacción de autooxidación o enranciamiento:

Esta reacción induce la oxidación de los ácidos grasos insaturados; causando el deterioro de la pulpa. Esta depende de la composición de ácidos grasos, la concentración y actividad de los antioxidantes, la superficie que entra en contacto con el oxígeno, de las condiciones en las que se almacena el alimento y temperaturas elevadas de procesamiento.

La reacción tiene tres fases; de iniciación, propagación y terminación (COULTATE, 1998). Donde se generan hidroperóxidos, que propician otras transformaciones y la producción de nuevos radicales; que crean los compuestos responsables de los olores y sabores de la rancidez (BARRIENTOS et al., 1996). El ácido graso con mayor presencia en la pulpa de aguacate en estado de madurez de consumo es el oleico (C 18:1) (MENDEZ et al., 2005) y al oxidarse forma compuestos como aldehídos y ácidos (BARRIENTOS, 1996).

2.2. Reacción enzimática:

La enzima PPO (polifenol oxidasa) (AMAYA et al., 2008) cataliza la reacción que genera el pardeamiento en presencia de oxígeno (ver Figura 1). La actividad óptima de la PPO se observa a un pH de 6 a 6,5 (MORALES, 2009) sus principales sustratos son compuestos fenólicos (como monofenoles y o-difenoles). Los o-difenoles se reducen a quinonas (actividad catecolasa), estas se polimerizan y modifican las células conduciendo a la formación de polímeros de coloración negra u oscura de alto peso molecular, llamadas melaninas (GARCIA et al., 2006).

Los niveles de PPO dentro del fruto varían dependiendo de la variedad, estado de maduración y factores fenológicos (SOLIVA et al., 2003). Por otro lado, el efecto oxidativo depende del estado de madurez; entre mayor madurez mayor acción por parte de la enzima (UNDURRAGA et al., 2003). El pardeamiento se lleva a cabo al realizar un corte, magulladura, o al dañar en cualquier forma la integridad del fruto, permitiendo que la enzima y sus sustratos estén en contacto (HERRERA et al., 2003).

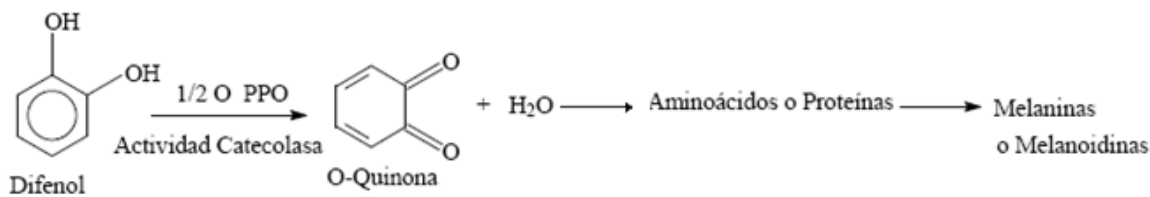


Figura 1. Reacción generalizada de la PPO en plantas. Fuente: (GARCIA et al., 2006)

2.3. Evaluación sensorial de aceptación y hedónica (HERNANDEZ, 2005) (WATTS, 1992).

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria que utiliza los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído) para caracterizar y evaluar principalmente la aceptabilidad de productos alimenticios. Este análisis se realiza a través de panelistas. Estos, de acuerdo al estudio que se esté realizando, podrán ser panelistas expertos, panelistas entrenados o panelistas consumidores.

Las pruebas sensoriales en la industria de alimentos se dividen en tres grupos: discriminativas, descriptivas y afectivas. Entre las pruebas afectivas se tiene las de tipo aceptación y la hedónica. Estas son empleadas para definir el grado de aceptación y preferencia de un producto por el consumidor; en la prueba de aceptación seleccionan una de las muestras evaluadas, mientras en la hedónica se usan escalas desde “me gusta mucho” hasta “me disgusta mucho”.

Para el análisis de la prueba sensorial de aceptabilidad se emplea una distribución de frecuencia. Esta representa el número de personas que prefieren una misma muestra. La distribución de frecuencia se representa en forma de tabla (ver tabla2).

Tabla 2. Análisis de frecuencia de la prueba de aceptabilidad.

Variable (Valor)	Frecuencias absolutas		Frecuencias relativas	
	Simple	Acumulada	Simple	Acumulada
X	x	X	X	X
X1	n1	n1	$f1 = n1 / n$	f1
X2	n2	n1 + n2	$f2 = n2 / n$	f1 + f2
...
Xn-1	nn-1	$n1 + n2 + \dots + nn-1$	$fn-1 = nn-1 / n$	$f1 + f2 + \dots + fn-1$
Xn	nn	$\square n$	$fn = nn / n$	$\square f$
Siendo X los distintos valores que puede tomar la variable (muestra).				
Siendo n el número de veces que se repite cada valor.				
Siendo f el porcentaje que la repetición de cada valor supone sobre el total				

En esta tabla aparecen datos como la frecuencia simple absoluta – fsa (es el número de personas que se inclinan por la muestra), frecuencia absoluta acumulada –faa (es la suma de las fsa en un punto determinado), frecuencia relativa simple –frs (es el cociente entre fsa y el total de las personas encuestadas), y frecuencia relativa absoluta - fra (es la suma de las frs en un punto determinado).

Para el caso del presente trabajo se empleó como criterio de escogencia el parámetro “moda”. La moda es el valor que más se repite (la fas o frs con mayor valor).

24. Estudios para la conservación de la pulpa de aguacate

Se han realizado diversos estudios para prolongar la vida útil y la conservación de las propiedades organolépticas del aguacate; siendo la variedad *Hass* la más estudiada; por ser la más cultivada a nivel mundial[†] y la más comercializada (México el principal productor[‡]).

Entre las posibles alternativas, se consideran: congelación, refrigeración, deshidratación y el enlatado. La congelación suele ser preferida al enlatado, porque al combinar este con el uso de aditivos las alteraciones de los tejidos, tales como reblandecimiento y cambios de color, son menos intensos. SOLIVA et al., (2002), estudió el almacenamiento de pulpa de aguacate en polvo durante 60 días. Los resultados muestran que el color original verde no se altera por las altas temperaturas aplicadas y tampoco se presenta pardeamiento enzimático. Se obtuvo un rendimiento de 15% respecto al fruto entero y 25% con relación a la pulpa.

FALCONI, (2008), evaluó el efecto del escaldado y de la adición de metabisulfito de sodio en aguacate *Hass* (*Persea americana*) deshidratado para obtener un producto de menor volumen y peso con respecto al fruto fresco. De los resultados obtenidos concluyó que el metabisulfito inhibe el oscurecimiento de la pulpa de aguacate *Hass* (incluso después de un tratamiento térmico). Igualmente se encontró que el tratamiento térmico provoca la generación de sabores amargos y la decoloración del producto.

SANDOVAL et al., (2010), estudió el método de conservación con adición de antioxidantes, control de pH y control de temperatura de almacenamiento sobre la pulpa de aguacate. De este concluyó que la calidad del aguacate se mantiene por mayor tiempo al almacenar la pulpa a bajas temperaturas y con inmersión o mezcla de ácido ascórbico y cítrico

[†] ASOCIACION DE PRODUCTORES:

<http://www.aguacatehass.es/index.php?op=b1&lang=esp&core=b>

[‡] FAOSTAT: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.

3. METODOLOGIA

Esta investigación se basó en los resultados obtenidos por SANDOVAL, et al. (2010), para definir la formulación para la pulpa de aguacate; base del producto procesado final. Una vez obtenida la concentración de aditivos para la formulación base de la pulpa, se definió la formulación con especias para la elaboración de una salsa alimenticia. Se realizó una prueba de aceptación y una hedónica a consumidores para escoger entre las tres muestras la mejor de las formulaciones propuestas.

Teniendo la formulación del producto con mayor potencial, se procedió al diseño del proceso. Para ello se tuvieron en cuenta las prácticas realizadas en la preparación de muestras y la revisión bibliográfica (GUERRA et al., 2009), (HERRERA et al., 1998) (basándose en tecnología disponible en el país). La capacidad instalada se definió teniendo en cuenta la demanda de salsa (determinada del estudio de mercados del proyecto empresarial) y la disponibilidad de materia prima en la región.

También fueron probados cuatro métodos de almacenamiento que permitieran asegurar el abastecimiento de materia prima para el proceso.

3.1. Etapas efectuadas durante el trabajo.

A continuación se hace una descripción de las etapas metodológicas que se utilizaron para el logro de los objetivos propuestos en este trabajo. En la Figura 2 se esquematiza el proceso seguido.

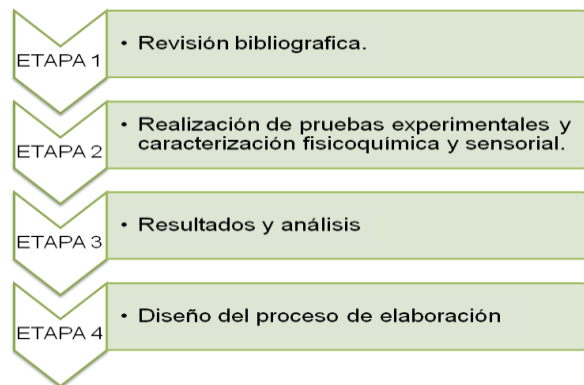


Figura 2. Etapas Secuenciales del trabajo realizadas

3.1.1. Revisión bibliográfica

Se revisaron y analizaron diversas fuentes bibliográficas como libros especializados, artículos, publicados en revistas, páginas web, tesis y bases de datos, referentes a los temas de interés en esta investigación.

3.1.2. Realización de las pruebas experimentales en pulpa antes y después de su procesamiento.

Es importante señalar que este trabajo hace parte de un proyecto empresarial y por motivos de confidencialidad se omitirán composiciones y algunas especificaciones del proceso de elaboración.

El estudio experimental se enfocó en dos niveles. Un primer estudio, que buscó definir un método de conservación para la materia prima (aguacate), que permitiera garantizar la disponibilidad de esta en el tiempo. Se evaluaron cuatro métodos: por refrigeración (fruto entero), congelación de fruto entero y congelación de la pulpa en trozos con y sin aditivos. Respecto a la pulpa en trozos, esta se dividió (sin macerar) en cuadros de 2 cm aproximadamente. Una parte fue sumergida durante 15 min (procedimiento seguido según lo realizado por SANDOVAL, et al. (2010) con aguacate *Hass*), en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico y agua destilada (análisis en presencia de aditivos); la otra parte se empleó para el estudio en ausencia de aditivos. Ambas muestras fueron

almacenadas a -18 °C en recipientes de polietileno con tapa. Las muestras congeladas en trozos se analizaron cada 8 días durante 2 meses.

El otro estudio se enfocó a nivel de la definición de la fórmula base para el producto definitivo (puré de aguacate más aditivos) y su estabilidad en el tiempo. En el caso de la formulación base, se trabajó con la pulpa triturada a la cual se le adicionó aditivos (ácido cítrico, ácido ascórbico, sorbato de potasio y carboximetilcelulosa-CMC-) en distintas concentraciones. La composición de estas formulaciones se estableció considerando la reglamentación sanitaria para aditivos en alimentos (INVIMA). Todas las formulaciones se almacenaron en recipientes individuales con tapa a 4°C.

A cada formulación se le realizó un análisis sensorial y fisicoquímico para analizar su estabilidad en el tiempo. Estos se realizaron cada 2 días para la primera semana, seguido por un análisis cada 8 días hasta completar un mes. De este análisis se escogió la mejor formulación (entre las estables) a nivel sensorial.

Con esta formulación base se trabajó en la formulación definitiva del producto (adición de diferentes especias en distintas cantidades).

Para todos los experimentos se tomaron frutos de variedad criollo en estado de madurez de consumo; se les realizó un corte longitudinal para separar el exócarpio (cáscara), la semilla (hueso) y la pulpa (mesocarpio). (Ver Figura 3).

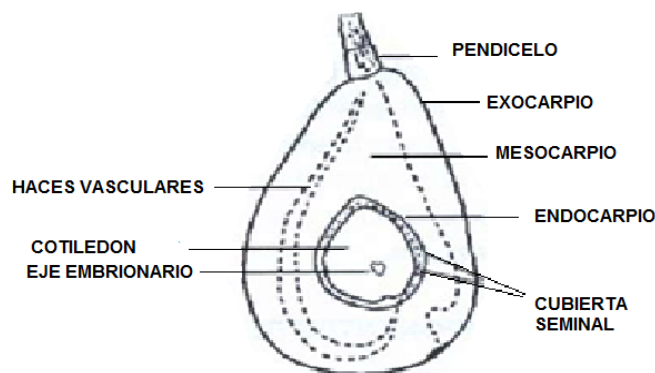


Figura 3. Partes del aguacate (BARRIENTOS et al., 1996).

Los materiales y aditivos utilizados para la ejecución del proyecto, fueron recipientes de vidrio y de polietileno para almacenar las muestras, jabón desinfectante, desengrasante, ácido ascórbico, ácido cítrico y carboximetilcelulosa (CMC); suministrados por el Semillero de Investigación en Alimentos de la UIS. La materia prima (aguacate criollo) fue facilitada por la finca “El Diamante” ubicada en el municipio de Landázuri. Y los equipos e instrumentales utilizados fueron: un pH metro (marca SCHOTT, Handylab pH 11), una plancha de calentamiento con agitación magnética (marca Heidolph MR 3000) y refractómetro (marca Carlzeiss Jena, Model I. Con $\varepsilon = \pm 2$).

Se midió la acidez, el pH y los °Brix. Para ello se tomaron 5gr de muestra, a la cual se le añadieron 15 ml de agua destilada agitándose (agitación magnética) hasta obtener una mezcla homogénea.

- ✓ Acidez: el porcentaje de acidez se realizó mediante titulación con NaOH 0,1 N hasta llegar a un pH de 8,3; basado en la norma AOAC Official Method 942.15 Acidity (Titrable) of Fruit Products. El porcentaje de acidez se calculó en base al ácido oleico (presente en mayor proporción en el aguacate [20]).
- ✓ pH: se determinó de acuerdo a la norma AOAC Oficial Method 960.19 pH. First Action 160, Final Action 1960.
- ✓ Sólidos solubles (°Brix): se leyeron de acuerdo a la norma AOAC Official Method 932.12 Solids (Soluble) in Fruits and Fruit Products.

Igualmente se realizaron pruebas de análisis sensorial, en donde se analizaron variables como apariencia externa, color, textura, sabor y olor, de forma cualitativa. El análisis sensorial se realizó en paralelo al análisis fisicoquímico durante toda la realización de las pruebas experimentales.

3.1.3. Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos de la caracterización de cada una de las pruebas, permitieron la selección de las mejores condiciones y especificaciones en cada

uno de los niveles de preparación del producto final (almacenamiento, preparación formulación base y formulación producto final).

3.1.4. Diseño del proceso de elaboración

En esta etapa se realizó el diseño del proceso para la elaboración de la salsa de aguacate escogida (puré de aguacate, más aditivos y especias) y se determinó la capacidad instalada. Esta se definió de acuerdo a factores financieros, oferta y demanda. Parámetros que fueron definidos de acuerdo a encuestas realizadas para el programa de emprendimiento apoyado por la VIE-UIS (los resultados no son mostrados ya que hace parte del estudio de mercados del proyecto empresarial).

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se presenta un resumen y la discusión de los resultados obtenidos.

4.1. Conservación del aguacate antes de su procesamiento:

- Métodos de conservación del fruto entero:

Para el almacenamiento a 4°C se observó que hasta el día 5 se conservan las características organolépticas del fruto (ver Figura 4a)); después de este tiempo el fruto pierde gradualmente estas características (ver Figura 4b)).

Para el almacenamiento a -18°C se observó que incluso a los 5 días, el fruto una vez descongelado, presentaba deterioro considerable de sus características organolépticas (ver Figura 4c)). Este rápido deterioro después del descongelamiento del fruto se explica por la destrucción de la estructura celular del fruto; causada por los cristales de agua (de mayor volumen que el agua líquida) formados durante la congelación.

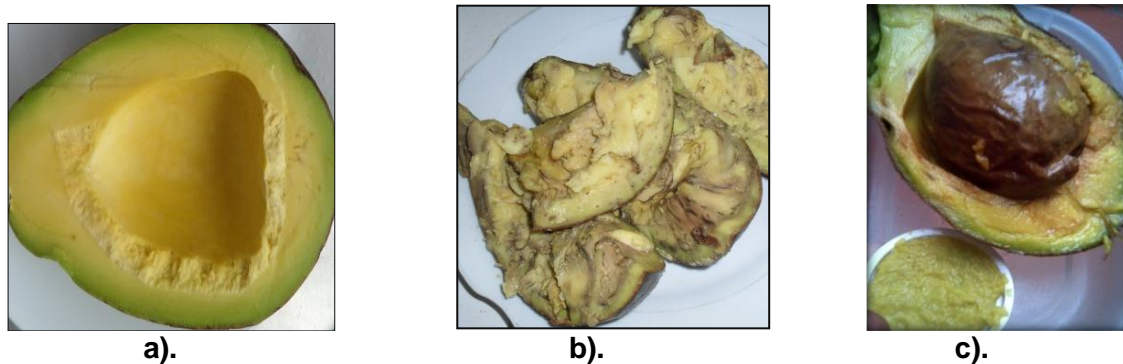


Figura 4. Resultados obtenidos para las técnicas de almacenamiento estudiadas para el fruto entero. Refrigeración a 4°C a) a los 5 días, b) a los 15 días y c) congelación a -18°C a los 5 días.

- Método de conservación por congelación de pulpa en trozos:

La Figura 5 muestra los resultados obtenidos para los °Brix, el pH y el porcentaje de acidez en función del tiempo, para las muestras de pulpa de aguacate en trozos, sin aditivos y con aditivos.

De ella se observa que no se presentó una variación significativa de estos tres parámetros para la muestra en presencia de aditivos. Mientras que en los trozos sin aditivos se presentaron cambios en pH y acidez a partir del día 40; esto indica la formación de ácidos producidos por reacciones de autoxidación (BARRIENTOS et al., 1996), no se presentaron cambios en los °Brix.

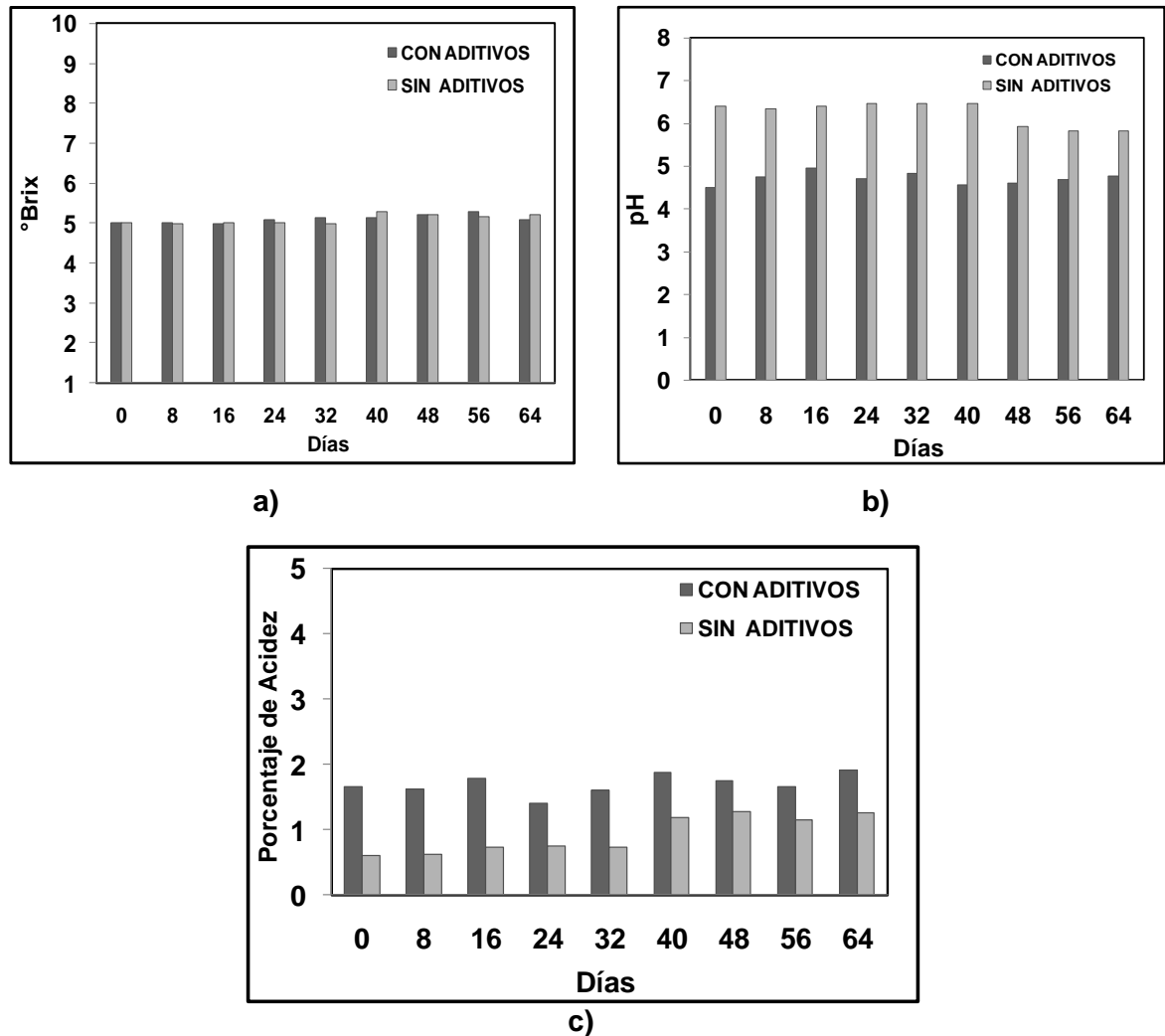


Figura 5. Resultados obtenidos para el método de conservación de la pulpa en trozos congelada a -18°C, en presencia y ausencia de aditivos a) °Brix, b) pH, c) Porcentaje de acidez.

En cuanto a las características organolépticas de la pulpa en trozos congelada se evidenció, cambios para las muestras sin aditivos; de color, olor y sabor a partir

del día 40, debido a las reacciones de autooxidación mencionadas anteriormente. Para las muestras de pulpa con aditivos no se percibieron cambios en el color, sabor y olor, como se evidencia en la Figura 6. La textura se perdió en todas las muestras descongeladas (con y sin aditivos) debido a la destrucción de la estructura celular del fruto; causada por los cristales de agua.

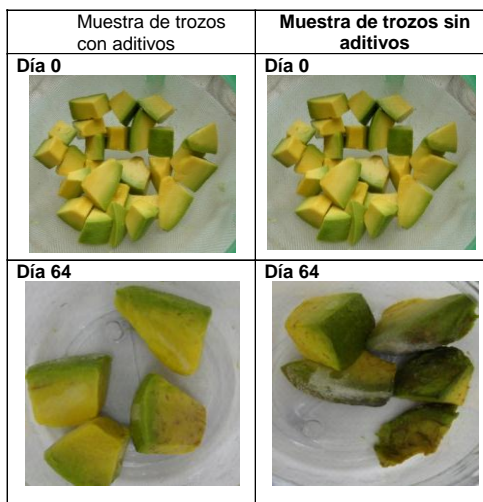


Figura 6. Resultado obtenido para la técnica de almacenamiento de la pulpa en trozos a -18°C, con y sin aditivos.

De los tres métodos de conservación estudiados el método de congelación de pulpa en trozos con aditivos presentó los mejores resultados, en términos de estabilidad y características organolépticas.

4.2. Estudio de la estabilidad en el tiempo de la formulación base utilizada en la elaboración del producto.

En esta parte del estudio se evaluó la estabilidad de la formulación base (puré de aguacate más aditivos) adicionando diferentes tipos de aditivos como: espesantes, antioxidantes, conservantes y emulsificantes; utilizando pulpa fresca. El objetivo fue asegurar la estabilidad de la salsa en el tiempo.

Para ello se prepararon muestras con concentraciones en ácido ascórbico y cítrico de 0,5% a 1% (cumpliendo la reglamentación sanitaria para estos dos compuestos); obteniéndose resultados fisicoquímicos satisfactorios. Los °Brix, pH

y porcentaje de acidez en las muestras con aditivos no mostraron cambios significativos, indicando la ausencia de reacciones indeseables (confirmado por el análisis sensorial). Es importante señalar que una vez utilizada la formulación base (durante su caracterización), se presentaba exudación (sinéresis) de agua en el tiempo al continuar su almacenamiento. Esto nos muestra problemas de sinéresis; resultado de una red estructural débil en las formulaciones.

Paralelamente se realizó el mismo estudio para la pulpa (en puré) sin aditivos, los resultados obtenidos mostraron cambios en las propiedades fisicoquímicas estudiadas (descenso pH y aumento del porcentaje de acidez), debido a los compuestos formados por las reacciones de autoxidación y enzimática (BARRIENTOS et al., 1996), (GARCIA et al., 2006). Esto indica la necesidad de adicionar estos compuestos en la formulación del producto. Igualmente se presentó el fenómeno de sinéresis anteriormente mencionado.

Lastimosamente, en ambos casos (puré con y sin aditivos) el sabor fue desfavorable desde el primer día de preparación (fuerte acidez de la salsa producto de alta concentración en ácidos).

Debido a esto se prepararon nuevas muestras disminuyendo la concentración de los ácidos cítrico y ascórbico, hasta obtener propiedades organolépticas iniciales aceptables. La Figura 7 resume los resultados obtenidos para los °Brix, pH y porcentaje de acidez. En ella se presenta los resultados para el último bloque de experimentos realizados para mejorar las propiedades organolépticas (asegurando la estabilidad de la formulación base).

De ellas se observa que las muestras no presentaron una variación significativa de estos parámetros en el tiempo. En términos de las propiedades organolépticas se encontró que el sabor ácido, que fue muy bajo, no cambió durante los 30 días de análisis; tampoco lo hizo el color de las muestras (ver Figura 8) y ni la textura de ellas.

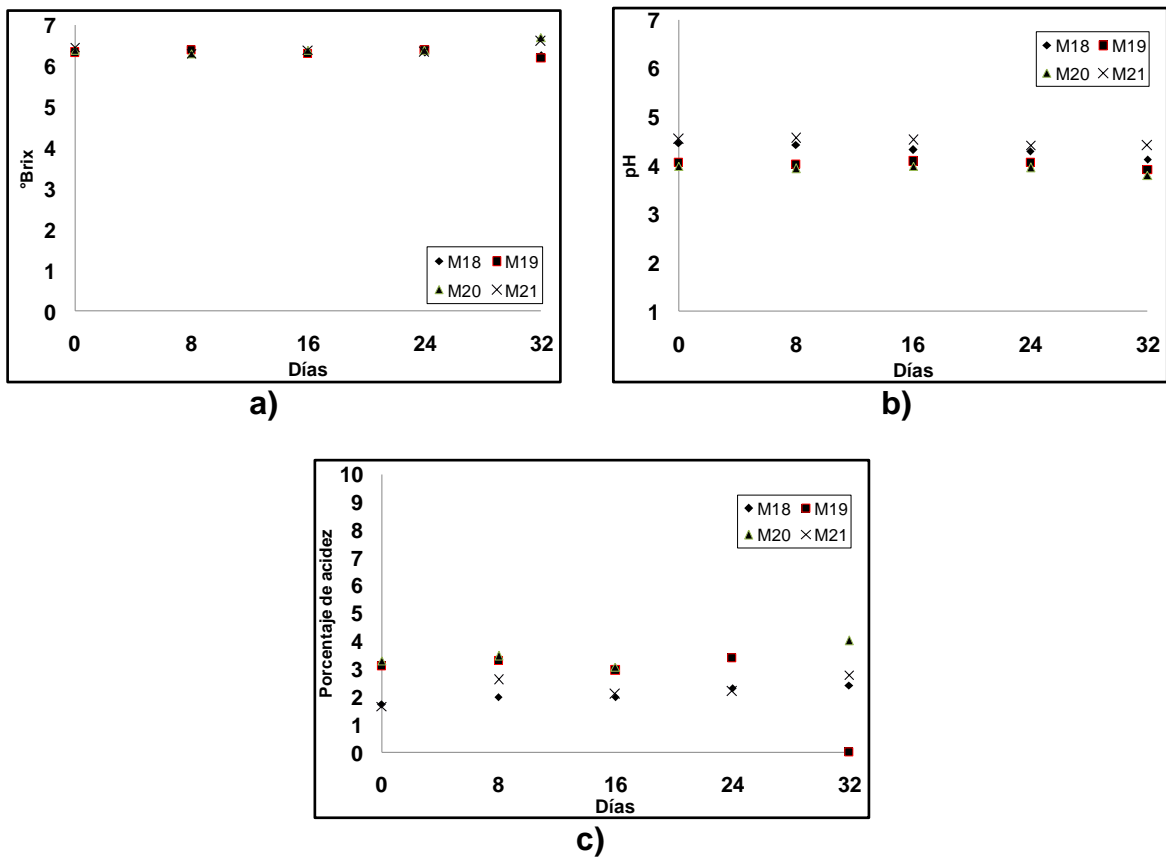


Figura 7. Resultados obtenidos para el último bloque de experimentos utilizados en la determinación de la formulación base. a) °Brix, b) pH, c) porcentaje de acidez. Cada formulación se representa como Mn donde: M es la muestra y n el número de muestra.

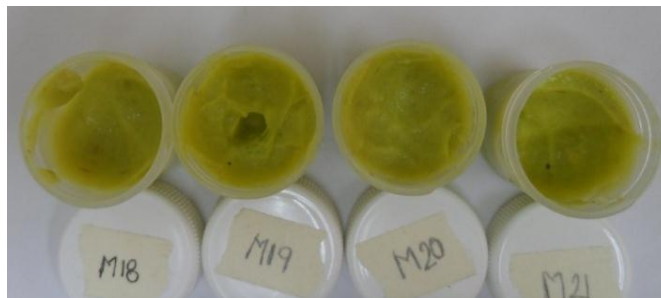


Figura 8. Formulaciones del último bloque de experimentos utilizados en la determinación de la formulación base al cabo de 30 días. Cada formulación se representa como Mn donde: M es la muestra y n el número de muestra.

Sin embargo se siguió presentando el fenómeno de sinéresis en la superficie de las muestras (al continuar su almacenamiento luego de utilizarlas en las pruebas

de caracterización). Este fenómeno generaría inconvenientes en el producto final ya que su consumo no será inmediato.

La formulación base seleccionada fue la M19. Ya que esta presentó las mejores propiedades organolépticas y la mejor estabilidad en el tiempo.

Es importante mencionar que también se prepararon muestras a partir de la pulpa almacenada en trozos como materia prima, usando la formulación escogida anteriormente con la pulpa fresca. Sin embargo, se observó la pérdida en las propiedades organolépticas del producto antes de los 8 días de almacenamiento a 4°C; descartándolo como materia prima en la elaboración de este producto. No obstante, teniendo en cuenta los resultados favorables obtenidos para este método de conservación, sería interesante considerar su comercialización como base para la preparación de productos de consumo inmediato.

Es importante mencionar que, si bien la formulación base escogida mantiene sus propiedades en el tiempo, esta se presentaba únicamente en muestras no abiertas. Una vez utilizada la formulación base (durante su caracterización), se siguió presentando sinéresis (exudación de agua) al continuar su almacenamiento.

Para contrarrestar este fenómeno se decidió aumentar la concentración de CMC (agente espesante) en distintas proporciones, sin embargo el problema continuó. Debido a esto se prepararon nuevas muestras, adicionándoles lecitina de soya (en distintas concentraciones) a la formulación base escogida. La lecitina de soya es un agente emulsificante de mezclas aceite-agua. Sabiendo que este fenómeno (exudación) se presentaba en las muestras en los primeros días luego de abiertas, se decidió hacer el análisis para un periodo de tiempo de 8 días de almacenamiento a 4 °C, después de abiertas.

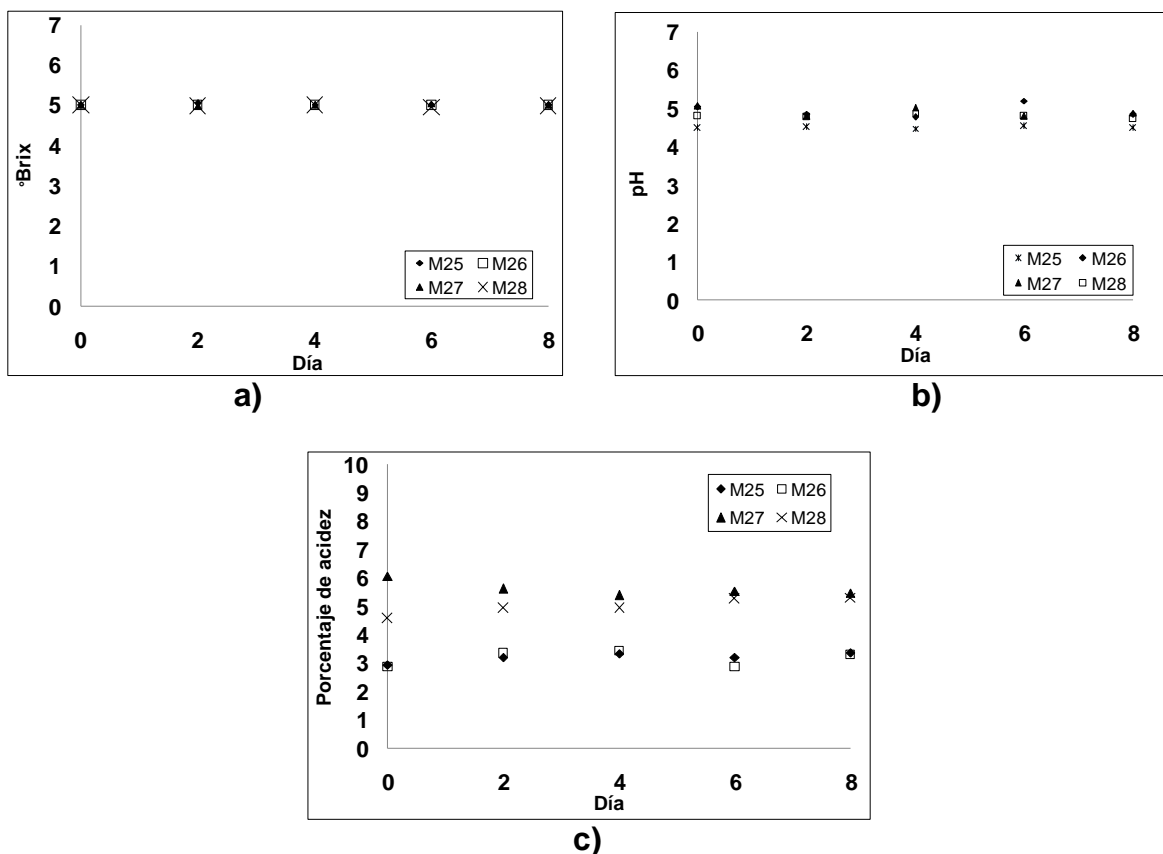


Figura 9. Resultados obtenidos para las formulaciones base utilizando lecitina de soya a varias concentraciones. a) °Brix, b) pH, c) porcentaje de acidez. Cada formulación se representa como Mn donde: M es la muestra y n el número de muestra

Los resultados obtenidos fueron positivos. No se presentó exudación en este lapso de tiempo. Igualmente, las nuevas formulaciones presentaron una textura viscosa-consistente, no hubo cambio del color, y el sabor y olor no fueron afectados por la adición de lecitina de soya a las concentraciones estudiadas. Aunque el pH de las formulaciones aumentó ligeramente (respecto al primer grupo de formulaciones base), este se mantuvo por debajo de 6 (pH de activación de PPO). Los °Brix y la acidez se mantuvieron constantes durante el tiempo del análisis (ver Figura 9).

4.3. Formulación del producto alimenticio y prueba de aceptabilidad.

En el desarrollo de esta etapa del proyecto se contó con la asesoría de una instructora del SENA, C.A.S.A. Es importante señalar que esta prueba buscó

determinar la preferencia del consumidor por alguna de las salsas propuestas y no la de responder a la pregunta de si el producto gusta o no gusta. La Tabla 3 presenta una breve descripción de las propiedades organolépticas de las formulaciones (con las especias) después de preparadas.

Tabla 3. Breve descripción de las propiedades organolépticas de las formulaciones escogidas para la realización de las pruebas de aceptabilidad y hedónica.

	Salsa 098	Salsa 594	Salsa 065
Apariencia	Homogénea, sin grumos	Homogénea, sin grumos	Homogénea, sin grumos
Textura	Semi-espesa (cremosa)	Semi-espesa (cremosa)	Semi-liquida
Color	Amarillo-verde (verde opaco; por las especias)	Amarillo-verde (más verde)	Amarillo-verde (pálido)
Sabor	Aguacate, muy bajo ácido, especias	Aguacate, muy bajo ácido, especias	Aguacate, muy bajo ácido, especias
Aroma	Aguacate, Especias	Aguacate, Especias	Aguacate, Especias

La selección de la salsa se definió a través de una prueba de aceptabilidad y una prueba hedónica. Estas pruebas fueron realizadas en las instalaciones del **SENA C.A.S.A.** a 30 aprendices, hombres y mujeres entre 17 y 36 años, a las 3:00 pm previendo que a esta hora no se había consumido alimentos recientemente (En el Anexo se muestra con más detalles el protocolo seguido).

La Tabla 4 resume los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de aceptación.

Tabla 4. Resultados de la prueba de aceptación

MUESTRA	Frecuencias Absolutas		Frecuencias Relativas	
	Simple	Acumulada	Simple	Acumulada
Salsa 098	13	13	43%	43%
Salsa 594	12	25	40%	83%
Salsa 065	5	30	17%	100%

Del análisis de frecuencia (moda) se tiene que la mayor aceptabilidad la obtuvo la salsa 098; habiéndose calificado como "la que más le gusto"; seguida, no muy de lejos, por la salsa 594.

Los resultados de la prueba hedónica realizada a las tres salsas propuestas, aparecen resumidas en la Figuras 10 (apariciencia, textura, color, sabor y aroma).

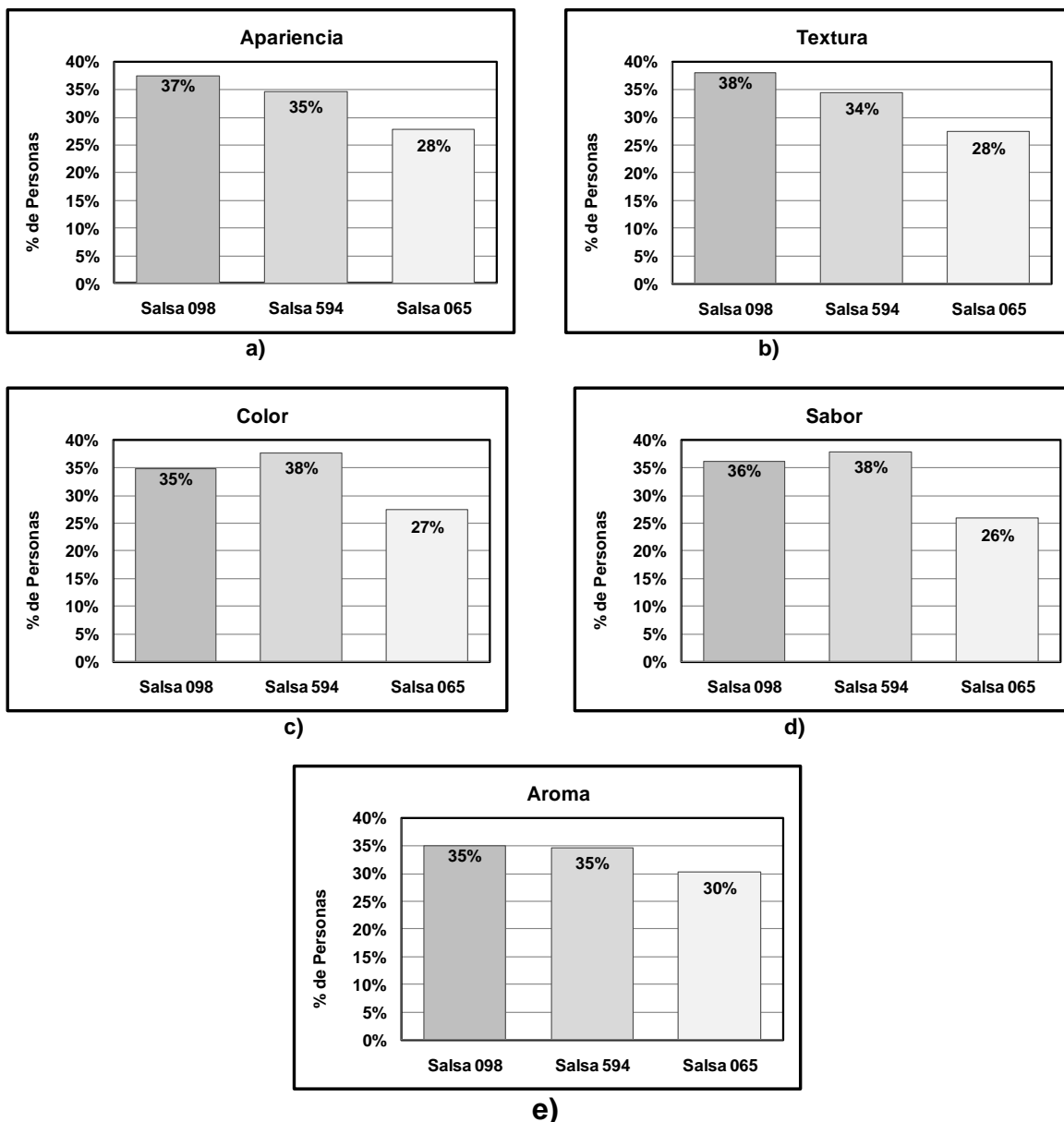


Figura 10. Resultados de a) apariencia, b) textura, c) color, d) sabor y e) aroma de las muestras de salsas evaluadas en la prueba sensorial.

La apariencia y textura con mayor aceptación fue para la salsa 098; no muy lejos se encontró la formulación 594 (ver Figura 10. a) y b) respectivamente). El consumidor prefiere una salsa semi-espesa, homogénea y cremosa.

A nivel del color, el consumidor prefiere la salsa 594, la cual posee un color amarillo-verde (más verde), similar al de la pulpa fresca (ver Figura 10c)); la salsa 098 (color amarillo-verde opaco) no está muy lejos en términos de esta variable. Esto dejaría pensar la existencia de una relación entre preferencia-calidad y el color del producto propuesto.

En cuanto al sabor, se encontró que tanto la salsa 594 como la 098 tuvieron aceptaciones cercanas (ver Figura 10d)). Finalmente de la Figura 10e) resultó que el aroma de la salsas 098 y 594 tuvo la misma aceptación.

De estos análisis se puede concluir que tanto para la prueba hedónica como para la prueba de aceptación se obtuvo mayor preferencia por la salsa 098, seguida muy cercana por la 594. Estas fueron seleccionadas para la etapa de industrialización del aguacate como salsa.

5. DISEÑO DEL PROCESO:

La Figura 11 resume el diagrama de flujo del proceso propuesto. A continuación se describen brevemente cada una de las etapas propuestas para la transformación de pulpa de aguacate.

Manejo de poscosecha: el aguacate por ser un fruto climatérico (SCHWARTZ et al., 2007) requiere un buen manejo de poscosecha para garantizar una mayor vida útil. El proceso de madurez se controla de acuerdo a los requerimientos del proceso.

Lavado y desinfección: los frutos aptos para el proceso son sumergidos en una solución de hipoclorito de sodio (pH entre 6 y 7) en agua (100 ppm) durante 3 min y luego son lavados con agua.

Corte, deshuesado y despulpado: a los frutos se les realiza un corte longitudinal usando un cuchillo y se extrae el hueso (semilla), luego se separa el mesocarpio (pulpa) del exócarpio (BARRIENTOS et al., 1996) (cascara).

Molienda: se realiza con un molino emulsificador que reduce el tamaño de la pulpa de trozos a puré.

Mezcla: en una mezcladora se incorporan los aditivos y las especias al puré, hasta obtener un producto homogéneo (salsa).

Envasado: la mezcla homogénea se envasa utilizando una dosificadora de líquidos para llenar bolsas “doy pack” que luego serán selladas dejando el mínimo espacio de cabeza (disminuyendo la presencia de aire dentro del empaque).

Almacenamiento: la salsa empacada se mantendrá refrigerada a 4 °C.

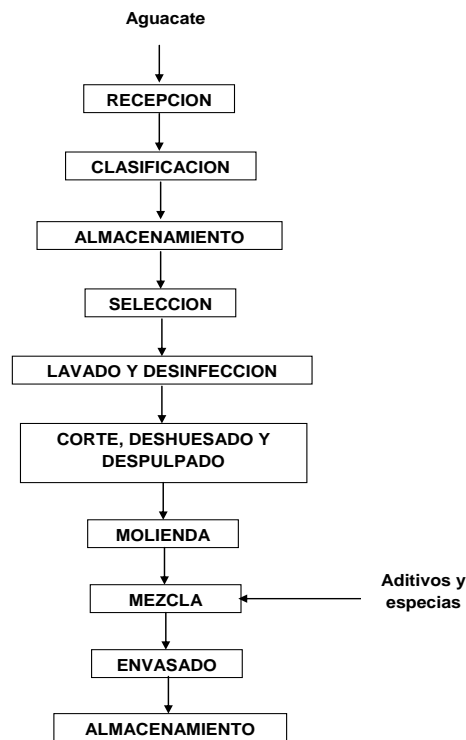


Figura 11. Diagrama de bloques para la elaboración de salsa de aguacate

5.1. Capacidad instalada:

Esta se definió de acuerdo a factores financieros, oferta y demanda. La demanda de salsa de aguacate en Bucaramanga y Área Metropolitana está proyectada a unos 238400 kg/año. La propuesta productiva busca, abarcar el 1% de esa demanda (23840 kg/año para el primer año). Esta cantidad fue definida de acuerdo a encuestas realizadas para el programa de emprendimiento apoyado por la VIE-UIS (los resultados no son mostrados ya que hace parte del estudio de mercados del proyecto empresarial).

El análisis de oferta de aguacate se realizó tomando en cuenta el fruto de calibre II (CODEX, 1995), (fruto con menos valor comercial más no de mala calidad), cultivado en Santander; donde esta categoría de fruto representaría un 30%[§] de la producción total en este departamento (39 699 000 kg/año) (ver tabla 5). La

[§] Finca “El Diamante” del Municipio de Landázuri.

propuesta empresarial requeriría entonces el 8% (33 000kg/año) de esa producción.

En los cálculos se tuvieron en cuenta las temporadas altas y bajas de producción de aguacate en Santander. Previendo que las temporadas de cosecha de aguacate criollo difieren dependiendo de la región. Este proyecto se abastecerá de materia prima procedente de las diferentes regiones, de acuerdo a las temporadas de cosecha.

Tabla 5.Cultivo de aguacate en Santander.

CULTIVO: AGUACATE

MUNICIPIO	AREA (HAS)		PRODUCCION OBTENIDA (Tn)	RENDIMIENTO (TON/HA)
	SEMBRADA	COSECHADA		
ARATOCA	20,0	5,0	75,0	15,0
BETULIA	45,0	44,0	440,0	10,0
BUCARAMANGA	4,0	2,0	16,0	8,0
CIMITARRA	45,0	35,0	700,0	20,0
EL CARMEN DE CHUCURI	750,0	350,0	1998,5	5,7
EL GUACAMAYO	2,4	1,5	12,0	8,0
EL PLAYON	46,5	45,0	450,0	10,0
ENCISO	10,0	8,0	64,0	8,0
LANDAZURI	262,0	222,0	2220,0	10,0
RIONEGRO	499,0	455,0	4690,0	10,3
SAN VICENTE DE CHUCURI	415,0	395,0	2567,5	6,5
TOTAL	2098,9	1562,5	13233,0	8,5

Fuente: Anuario de frutas y Hortalizas, 2009

La planta de producción estaría ubicada en la ciudad de Bucaramanga, asegurando así el abastecimiento oportuno de la principal materia prima, el aguacate. Bucaramanga posee una excelente ubicación geográfica y vías que permiten una fácil conexión con los proveedores y clientes.

5.2. Balance de masa

El balance de masa se definió de acuerdo a las prácticas realizadas durante desarrollo del proyecto. Para los cálculos se consideró una eficiencia en el proceso del 90% (donde el 10% corresponde a pérdidas durante el procesamiento de la fruta). Para efectos de presentación se muestran solo los cálculos para la formulación de la salsa 098.

Base de cálculo= 23840 Kg de salsa/año

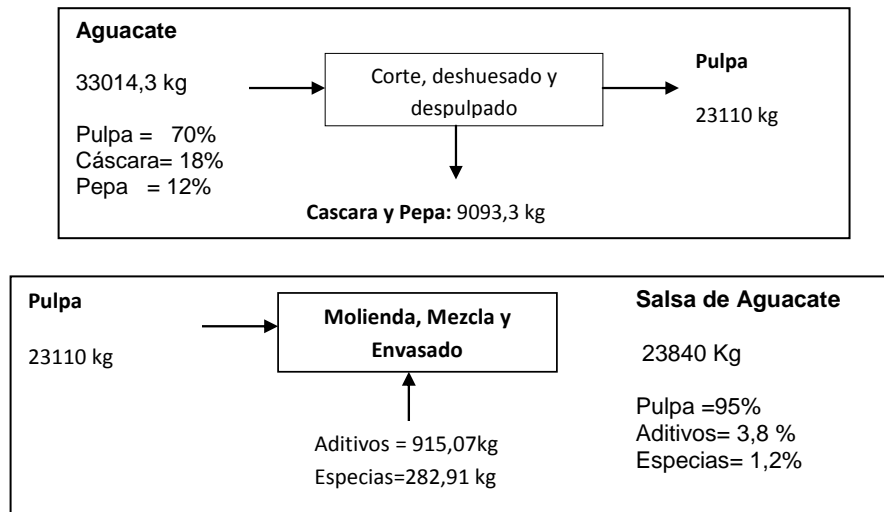


Figura 12. Balance de masa para el proceso de la elaboración de la salsa 098.

Del análisis financiero realizado para el programa de emprendimiento apoyado por la VIE-UIS (los resultados no son mostrados ya que hace parte del estudio de mercados del proyecto empresarial), se determinó que el precio comercial de salsa (presentación de 200gr) para el primer año será de \$2300 (precio de venta a supermercados).

6. CONCLUSIONES

Se estudiaron tres posibles métodos de conservación de pulpa de aguacate. De ellos el método utilizando la pulpa en trozos, en presencia de aditivos y congelada a -18°C , permitió la estabilización de las propiedades organolépticas y fisicoquímicas de la pulpa fresca; solo la textura se vio modificada después del descongelamiento.

La preparación de la formulación base a partir de pulpa congelada almacenada en trozos en presencia de aditivos no es posible debido a la disminución de la estabilidad en el tiempo de la formulación base (cambios en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas). No obstante, teniendo en cuenta los resultados favorables obtenidos para este método de conservación, sería interesante considerar su comercialización como base para la preparación de productos de consumo inmediato.

La presencia de ácido cítrico y ácido ascórbico en la formulación base, acompañado de un almacenamiento a 4°C , inhiben la oxidación enzimática de la PPO. Igualmente, la adición de lecitina de soya en la formulación base evita la aparición del fenómeno de exudación en esta. Todo esto permite la conservación de la preparación base durante 30 días.

Los métodos de evaluación sensorial, de aceptación y hedónica, permitieron la selección de las formulaciones con mayor potencial para esta propuesta empresarial. A partir de ellas se diseñó un proceso para la elaboración de un producto a base de pulpa de aguacate (salsa). Propuesta productiva que estará ubicada en la ciudad de Bucaramanga, para procesar inicialmente 33 Ton de aguacate/año y producir 23 Ton de salsa/año.

7. PERSPECTIVAS

La presente propuesta requiere, en el marco del proyecto empresarial, la realización de varias actividades, entre ellas:

- 1. Establecimiento de la tabla nutricional del producto**
- 2. Evaluación de tiempo de vida útil a nivel fisicoquímico y microbiano**
- 3. Obtención del registro sanitario**

Igualmente, para el éxito de esta propuesta de empresa, es necesaria la continuación de actividades de mejoramiento y de diversificación de productos alimenticios a base de aguacate.

8. BIBLIOGRAFIA

1. AMAYA, E., TARKUS, R. y DOMINGUEZ, M. Extracción y caracterización cinética de la enzima Polifenoloxidasas del aguacate (*Persea americana* MILLER) Var. Hass: Nota de investigación. En: Revista de la Facultad de Ingeniería Química. N° 47, 2008. p. 10-16.
2. BADUI, S. Química de Alimentos: Deterioro de Lípidos. 4ª Edición. México: Pearson Education, 2006. p. 282-288.
3. BARRIENTOS, P., ALEJANDRO, F., GARCÍA, E. y AVITA, E. Anatomía del fruto de aguacate: Componentes del fruto. En: Revista Chapingo Serie Horticultura. Volumen 2, 1996. p. 191-198, 194.
4. BRAVERMAN, J. Introducción a la bioquímica de los alimentos. 3ª ed. Barcelona, Editorial Omega, 1978. p 355.
5. CASP, A., ABRIL, J. Procesos de conservación de alimentos. 2ª ed., 2003. p 44-46.
6. CODEX Alimentarius. Normas oficiales: Norma del CODEX para el aguacate, 1995. 2 p. (CODEX STAN 197)
7. COULTATE, T. Manual de Química y Bioquímica de los Alimentos: Enranciamiento. 2ª Edición. Zaragoza: Editorial Escriba, S.A., 1998. p. 70-78.
8. COVARRUBIAS, G.I. C. Comportamiento de la pulpa de aguacate (*Persea americana* mill) var. Hass ante diferentes aditivos y variación de temperatura. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1984
9. FALCONI, M. Efectos del escaldado y de la adición de metabisulfito de sodio en la evaluación física y sensorial de aguacate Hass (*Persea americana*) deshidratado. Tesis para obtener título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria. Honduras, p. 2008, 1-23.

10. GARCIA, C., GIRALDO, G. HURTADO, H. y MENNDICIL, C. Cinética enzimática de la polifenol oxidasa del banano gros michel en diferentes estados de maduración. Colombia, 2006.
11. GUERRA, O. y URBINA, B. Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta para empacado en fresco y elaboración de pulpa de aguacate (*Persea americana*) en la parroquia San Vicente de Pusir. Trabajo de grado Ingeniero Agroindustrial. Ibarra: Universidad técnica del Norte, 2009. p 35-44.
12. HERNANDEZ, E. Evaluación Sensorial. Guía Didáctica. 1ª Edición. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Nacional Abierta y A Distancia- UNAD, Bogotá, D.C, 2005.
13. HERRERA, C., BOLAÑOS, N. y LUTZ, G. Química de alimentos: Manual de laboratorio. Efecto de la enzima polifenoloxidasa (PFO), 2003. p. 39-40.
14. HERRERA, J., SANCHEZ, M., SORIANO, J. y VÁZQUEZ, J. Guacamole Congelado. Trabajo de grado para optar por el título en Ingeniería de Alimentos. México, D.F., 1998. p. 76-78.
15. INSTITUTO NACIONAL DE VIGILANCIA DE MEDICAMENTOS Y ALIMENTOS. Documentación: Resolución 4126 de 1991, Resolución 4241 de 1991, Resolución 15790 de 1984. Bogotá (INVIMA).
16. MENDEZ, J., VELLON, L., COLOMER, R. y LUPU, R. Oleic acid the main mono unsaturated fatty acid of olive oil suppresses Her-2/neu (erbB-2) expression and synergistically enhances the growth inhibitory effects of trastuzumab (Herceptin) in breast cancer cells with Her2 /neu oncogene amplification. *Annals of Oncology*, 2005. p. 6, 359–371.
17. MORA, C. y GOMÉZ, M. Extracción del aceite de aguacate. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Químico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química, 1980. p 16.
18. MORALES, V. Control del pardeamiento enzimático. En: *Mundo Alimentario*. [revista electrónica]. Edición Mayo/Junio 2009; 24-28p.

Consultado 15 Marzo de 2011]. Disponible en

<http://www.mundoalimentario.com/todas.asp>

19. ORTEGA, M. Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass (en línea). Michoacán, México, 2007. Consultado el 23 de Abril de 2011. Disponible en: www.avocadosource.com/WAC5/Papers/WAC5_p741.pdf.
20. RENNERT, S. Circumscription and phylogeny of Laurales: evidence from molecular and morphological data. *Am J Bot*, vol. 86, 1999. p. 1301-1315.
21. SANDOVAL, A., FORERO, F. y GARCIA, J. Poscosecha y transformación de aguacate: agroindustrial rural innovadora. Centro de Investigación Natima.Tolima, 2010. p. 53, 62, 64.
22. SCHWARTZ, M., OLAETA, J., UNDURRAGA, P. y SEPULVEDA, M. Obtención y almacenamientos de palta (aguacate) en polvo. Universidad de Chile.Chile, 2007.
23. SOLIVA, R. y BELLOSO, M. New advances in extending the shelf life of fresh-cut fruits: a review. *Trends in Food Science y Technology*, 2003. p.14, 341-353.
24. SOLIVA, R., MATRINEZ, P., CALDERO, M. y BELLOSO, O. Effect of combined methods of preservation on the naturally occurring microflora of avocado puré. Lleida, 2002
25. UNDURRAGA, P., OLAETA, J. y OPAZ, G. Caracterización histológica y bioquímica de desórdenes fisiológicos en paltas (*Persea americana* mill.) cv. hass en almacenaje refrigerado, en dos estados de madurez. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile, 2003.
26. VELASQUEZ, I. Guía técnica manejo poscosecha de aguacate: la poscosecha. Primera edición. El Salvador: Programa nacional de Frutas el Salvador MAG-FRUTALES, 2006. p. 4-5.
27. WATTS, B., YLIMAKI, G., JEFFERY, L. y ELÍAS, L. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Traducción: oficina de Traducciones, Secretaria de Estado, Canadá. Ottawa: Canadá,1992.

PROTOCOLO DE MATERIALES Y MÉTODOS PARA ESTUDIOS DE ACEPTACIÓN SENSORIAL CON CONSUMIDORES

1. Información general del proyecto

- Nombre del proyecto: Estudio para la elaboración de un producto a base de pulpa de aguacate: formulación del producto y diseño del proceso.
- Responsables del proyecto: Nicolls Viviana López Domínguez
- Tipo de prueba de evaluación sensorial: Prueba hedónica y de aceptabilidad por parte del consumidor.
- Responsable de la prueba de evaluación sensorial: Nicolls López Domínguez

2. Objetivos del proyecto

General:

El objetivo de esta investigación es evaluar el comportamiento de los métodos de conservación de alimentos; temperatura y medio químico, en la pulpa de aguacate de variedad criollo; para generar una mayor vida útil o anaquel en un alimento semi-procesado.

Específicos:

Evaluar el efecto de agentes antioxidantes, conservantes, espesantes y la incidencia de la temperatura en la calidad sensorial y vida anaquel de la pulpa de aguacate criollo.

Evaluar sensorialmente la apariencia, color, textura, aroma y sabor, compararlos con los análisis fisicoquímicos y determinar cuál tratamiento es el de mayor estabilidad en el tiempo.

Diseñar el proceso y determinar los equipos para semi-procesar la pulpa de aguacate con fines alimenticios.

Objetivo de la prueba de evaluación sensorial.

Evaluar el grado de aceptación o rechazo de la salsa de aguacate por parte del consumidor al compararse tres formulaciones diferentes, y de acuerdo a los resultados seleccionar la de mayor aceptación para ser comercializada.

3. Información relacionada con la muestra a analizar ó formulaciones a analizar

- Número de formulaciones a evaluar: tres
- Breve descripción de cada formulación a evaluar: Cada formulación tiene una combinación y cantidad diferente de especias.
- Describa brevemente que diferencias tienen entre sí las formulaciones: cada formulación tiene un diferente sabor y olor.

4. Envasado de las muestras (formulaciones)

- Descripción de las características del envase (recipiente) para cada formulación: frascos de vidrio
- Descripción de las condiciones de almacenamiento posterior a la preparación: en refrigeración a 4°C.
- Tiempo entre la preparación de las muestras y servido de las mismas para la prueba sensorial: 8 días.

5. Información relacionada con las muestras a presentar al panel

- Número total de muestras: tres
- Número y cantidad de muestras probadas por cada sujeto: probará una vez tres muestras diferentes cada sujeto.
- Recipientes y utensilios a utilizar para el servido y para la presentación de cada muestra: cuchara pequeña desechable.
- Codificación de los envases de la muestra: 098, 594 y 065
- Tamaño de porción de la muestra a servir: 10 gr por muestra.

- Condiciones de servido de la muestra:
Temperatura: 4 °C
Edad de las muestras: 8 días
Hora del día: en las horas de la tarde.
- 5.1 Orden de presentación de las muestras: primero 098, segundo 594 y de ultimo 065
- 5.2 Instrucciones especiales durante la prueba:
 - Limpiadores: Pan árabe y agua con limón.
 - Intervalos de tiempos entre el consumo de las muestras: 1min

6. Los sujetos

- Número total de sujetos: 30
- Rango de edad: 17- 36 años
- Sexo: femenino y masculino
- Procedencia: Aprendices **SENA C.A.S.A.**
- Método de convocatoria: solicitud a aprendices en hora de clase
- Fecha más reciente de consumo del producto por los sujetos: 13 de Octubre de 2011.
- Disponibilidad: sin afán y sin haber consumido recientemente gran cantidad de alimentos; como una de las tres comidas principales.
- Descripción de la información general sobre la prueba y sobre el producto dado con anterioridad a los sujetos: prueba para evaluar apariencia, textura, color, sabor y olor de una salsa innovadora a base de pulpa de aguacate.
- Metodología de preparación para las prueba a los sujetos: explicación antes de iniciar la prueba
- Recomendaciones o indicaciones a los sujetos previo al consumo: poner la muestra en la punta de la lengua y luego saborearla lentamente

- Descripción de si los sujetos trabajaran en forma individual o en grupo: la evaluación es personal
- Forma en la que diligenciaran las respuestas: formato

7. Procedimiento

- Lugar donde se realizará la prueba hedónica a los consumidores: se realizara en las instalaciones del laboratorio de análisis físico químico del SENA C.A.S.A., por ser un lugar alejado de olores, ruido, tiene buena luz y sistema de refrigeración con aire acondicionado.
- Número de repeticiones en que podrían probar la muestra: ninguna
- Horario de presentación de las muestras: de 2:30 a 3:30 pm
- Medio de comunicación con los participantes: verbal
- Se recibirán los comentarios verbales a los sujetos que los realicen, evitando dar tipo de especias y concentraciones usadas para elaborar las muestras.

8. Costos de la prueba.

DESCRIPCIÓN	PRECIO
Aguacate	\$ 5.000
Aditivos	\$ 1.500
Especias	\$ 1.000
Limón	\$ 500
Pan Árabe	\$ 1.500
Cucharas	\$ 1.300
Copas	\$ 850
Formatos	\$ 3.000

TOTAL \$ 14.650