

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>					  	
	<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-06</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 1</b>

Neiva, 21 de noviembre del 2016

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El suscrito:

Marco Andrés Ramírez Narváez, con C.C. No. 1075245809, autor de la tesis de grado titulado Evolución de atributos de calidad en bizcochos de achira (*canna edulis ker*) del Huila almacenados en estantes presentado y aprobado en el año 2016 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola; autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

MARCO ANDRÉS RAMÍREZ NARVÁEZ

Firma: 

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>						  
	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 5</b>

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:**

Evolución de atributos de calidad en bizcochos de achira (*canna edulis* ker) del Huila almacenados en estantes

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Ramírez Narváez	Marco Andrés

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Gutiérrez guzmán	Nelson

**ASESORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Amorocho Cruz	Claudia Milena
Guzmán Manrique	Orlando

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: ingeniero agrícola

FACULTAD: ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Agrícola

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2016

NÚMERO DE PÁGINAS: 46

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 5</b>

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas\_\_\_ Fotografías\_X\_ Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general\_\_\_  
 Grabados\_\_\_ Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_  
 Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas o Cuadros\_X\_

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. aceptabilidad	acceptability	6. _____	_____
2. parámetros físicos	physical parameters	7. _____	_____
3. almacenamiento	storage time	8. _____	_____
4. empaque	packaging	9. _____	_____
5. _____	_____	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Actualmente esta industria cuenta con pocos estudios científicos relacionados con el producto final y presentándose esta problemática, el objetivo que nos planteamos es estudiar la evolución de los atributos de calidad que permitan definir la estabilidad del bizcocho de achira almacenado en estantes y evaluar el nivel de aceptación por los consumidores.

Este proyecto de investigación se inició con la selección de las muestras, en el cual se evaluaron dos tipos de presentación, bizcochos de achiras elaborados y empacados en



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

### DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-07**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**3 de 5**

bolsas de polietileno de forma tradicional (artesanal) y elaborados y empacados en bolsas de polipropileno bio-orientado de forma semindustrial. Se trabajó con un total de 35 muestras (empaques) para cada tipo de presentación, se transportaron las muestras el mismo día de su elaboración y empaquetado hasta el laboratorio de análisis sensorial de alimentos (CESURCAFÉ) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana, donde se almacenaron en estantes a temperatura de 25 °C y humedad relativa de 50%; a los cuales se les realizaron pruebas físicas (textura, color, humedad y actividad de agua) y pruebas de aceptabilidad por consumidores durante 30 días.

Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en la luminosidad del producto, en el contenido de humedad, en la actividad de agua y en el parámetro de dureza de la prueba de textura instrumental para empaque artesanal. Como era de esperarse, la introducción de algún nivel de industrialización permite mantener por mayor tiempo la estabilidad de los atributos de calidad y se consigue una mejor aceptación del producto.

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>					  	
	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>4 de 5</b>

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

Achira biscuits are a typical baked product from Huila department in Colombia, made out of a mixture of achira starch and other non-farinaceous edible products, have been designated as origin appellation since 2010.

This product has little scientific related research that is why the aim of this work was to evaluate the quality of the product along the storage time; the studied attributes were physical stability and the consumer acceptance.

Two types of packaging presentation, traditional polythene bags (hand knotted) and bio-oriented polypropylene bags, 35 samples (packaging) for each type of presentation were studied, the samples were transported the same day of their elaboration and packaging to the sensory laboratory at the Surcolombiana University, where were stored at room temperature (25° C) and relative humidity of 50%; changes in physical parameters (texture, color, moisture and water activity), acceptability (habitual consumers) over 30 days were evaluated in order to study the evolution of the quality.

The results showed statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) in the luminosity, moisture content, water activity and in the hardness parameter of the instrumental texture test for both treatments. As expected, the introduction of some level of industrialization allows the maintenance of the stability and the quality attributes for a longer storage time and a better acceptance of the product packaged in the bio-oriented polypropylene bags.



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

### DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-07**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**5 de 5**

#### APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Nelson Gutiérrez Guzmán

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre Jurado: Claudia Milena Amorocho Cruz

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre Jurado: Orlando Guzmán Manrique

Firma: \_\_\_\_\_

**EVOLUCIÓN DE ATRIBUTOS DE CALIDAD EN BIZCOCHOS DE ACHIRA (*CANNA  
EDULIS* KER) DEL HUILA ALMACENADOS EN ESTANTES**

**MARCO ANDRÉS RAMÍREZ NARVÁEZ**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBAINA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA AGRICOLA  
NEIVA  
2016**

**EVOLUCIÓN DE ATRIBUTOS DE CALIDAD EN BIZCOCHOS DE ACHIRA (*CANNA  
EDULIS KER*) DEL HUILA ALMACENADOS EN ESTANTES**

**MARCO ANDRÉS RAMÍREZ NARVÁEZ**

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de:  
**INGENIERO AGRÍCOLA**

**Director**  
**Ph.D. NELSON GUTIERREZ GUZMAN.**  
**Profesor de planta programa ingeniería agrícola.**

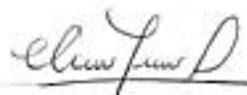
**UNIVERSIDAD SURCOLOMBAINA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**INGENIERIA AGRICOLA**  
**NEIVA**  
**2016**

Nota de aceptación:

Este trabajo recibió Nota  
Aprobatoria.



Ph. D. Nelson Gutiérrez Guzmán  
Director



Ph. D. Claudia Milena Amorochio Cruz  
Jurado



M.Sc. Orlando Guzmán Manrique  
Jurado

*A mi familia, mi tesoro más grande*

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a:

Mi madre, Libia Aidé Narváez Cleves por ser mi principal motivación, quien con mucho esfuerzo y dedicación me apoyo durante toda mi carrera y poder lograr mis metas, por su paciencia y en especial por todo el amor que me ha dado.

Mi familia, mis hermanos, Miler y Daniela y demás por tener fe en la culminación de esta etapa de mi vida.

Mi director, Nelson Gutiérrez Guzmán por su apoyo, enseñanza y gran calidad humana y quien aportó su conocimiento y experiencia para enriquecer mi vida. Gracias por iniciarme en el mundo de la investigación.

Mis jurados Claudia Milena Amorocho Cruz y Orlando Guzmán Manrique, por su asesoría, apoyo y tiempo durante todo este proyecto.

A Erika Tatiana Cortes Macías por sus buenos consejos, ayuda y dedicación prestada en todo momento, además de ser quien junto mi director, hizo posible realizar este proyecto.

A mis compañeros: Ricardo Cortés, Bryan leal, Dayana Orozco, Wilmer ladino, Andrés Escobar y demás integrantes del grupo de trabajo de CESURCAFE que me ayudaron y prestaron su apoyo en todo momento durante todo este año.

A la Universidad Surcolombiana por recibir de ella una gran formación académica y como financiadora del Proyecto.

A mis compañeros de estudio por ser personas que me dejaron grandes recuerdos y enseñanzas para la vida.

# **GRACIAS.**

## CONTENIDO

RESUMEN .....	11
ABSTRACT.....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Problema de Investigación .....	13
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	14
3. OBJETIVOS.....	16
3.1. Objetivo General .....	16
3.2. Objetivos específicos.....	16
4. MARCO CONCEPTUAL.....	17
4.1. Generalidades del producto: Bizcocho de achira.....	17
4.1.1. Evidencias históricas .....	17
4.1.2. Elaboración del producto.....	17
4.2. Características comerciales del producto .....	18
4.2.1. Ficha técnica .....	18
4.2.2. Información nutricional.....	19
4.3. Técnicas instrumentales de análisis físico en productos de panadería similares al bizcocho de achira .....	19
4.3.1. Propiedades mecánicas .....	19
4.3.2. Colorimetría.....	20
4.3.3. Humedad.....	21
4.3.4. Actividad de agua .....	23
4.3.5. Análisis sensorial.....	23
4.4. Manejo y conservación de productos .....	25
4.4.1. Empaque .....	25
4.4.2. Conservación y almacenamiento .....	25
5. MATERIALES Y METODOS .....	26

5.1. Descripción de la muestra .....	26
5.2. Selección de la muestra .....	26
5.3. Análisis Físico .....	27
5.3.1. Textura.....	27
5.3.2. Humedad.....	28
5.3.3. Actividad de agua .....	29
5.3.4. Color .....	29
5.4. Análisis sensorial.....	30
5.5. Análisis estadístico.....	31
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
6.1. Análisis de textura.....	32
6.2. Humedad .....	33
6.3. Actividad de agua.....	34
6.4. Color.....	35
6.5. Análisis sensorial.....	37
7. CONCLUSIONES .....	39
8. BIBLIOGRAFÍA .....	40
ANEXOS .....	45

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica bizcocho de Achira.....	18
Tabla 2. Información nutricional del bizcocho de achira.....	19
Tabla 3. Sistema de conservación y almacenamiento del bizcocho de achira.....	25
Tabla 4. Valores de medias y desviación estándar para la dureza (gramos) de la prueba de textura para B.1 y B.2.....	32
Tabla 5. Valores de medias y desviación estándar del parámetro de humedad para B.1 y B.2.....	34
Tabla 6. Valores de medias y desviación estándar del parámetro de actividad de agua para B.1 y B.2.....	34
Tabla 7. Valores de medias y desviación estándar de los parámetros experimentales y calculados de las coordenadas CIELab para B.1 y B.2.....	35
Tabla 8. Valores de medias y desviación estándar de la prueba de aceptabilidad para B.1 y B.2.....	37

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Bizcochos de achira empaque artesanal y semindustrial Neiva.....	26
Figura 2. Bizcochos de achira empaque artesanal y semindustrial Altamira.....	26
Figura 3. Análisis de perfil de textura en bizcochos de achira.....	27
Figura 4. Determinación del contenido de humedad en muestras de bizcochos.....	28
Figura 5. Determinación puntual actividad de agua.....	29
Figura 6. Determinación de coordenadas de color CIELab para muestras de bizcochos.....	30
Figura 7. Instalaciones para prueba de análisis sensorial.....	30
Figura 8. Presentación prueba de aceptabilidad.....	31
Figura 9. Evolución de la dureza según el tipo de fabricación y empaquetado.....	33

## ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Formato para la prueba de aceptabilidad del bizcocho de achira.....	45
---	----

## RESUMEN

Los bizcochos de achira son un producto típico del departamento del Huila, es un producto horneado, elaborado de la mezcla de almidón de achira y otros productos no farináceos aptos para el consumo humano, cuentan con denominación de origen desde el año 2010, en el cual se expresan algunas características básicas que debe tener este producto.

Actualmente esta industria cuenta con pocos estudios científicos relacionados con el producto final y presentándose esta problemática, el objetivo que nos planteamos es estudiar la evolución de los atributos de calidad que permitan definir la estabilidad del bizcocho de achira almacenado en estantes y evaluar el nivel de aceptación por los consumidores.

Este proyecto de investigación se inició con la selección de las muestras, en el cual se evaluaron dos tipos de presentación, bizcochos de achiras elaborados y empacados en bolsas de polietileno de forma tradicional (artesanal) y elaborados y empacados en bolsas de polipropileno bio-orientado de forma semindustrial. Se trabajó con un total de 35 muestras (empaque) para cada tipo de presentación, se transportaron las muestras el mismo día de su elaboración y empaquetado en cajas de cartón hasta el laboratorio de análisis sensorial de alimentos (CESURCAFÉ) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana, donde se almacenaron en estantes a temperatura de 25 °C y humedad relativa de 50%; a los cuales se les realizó pruebas físicas (textura, color, humedad y actividad de agua) y pruebas de aceptabilidad por consumidores habituales durante 30 días con el fin de estudiar la evolución de calidad.

Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en la luminosidad del producto, en el contenido de humedad, en la actividad de agua y en el parámetro de dureza de la prueba de textura instrumental para empaque artesanal. Como era de esperarse, la introducción de algún nivel de industrialización permite mantener por mayor tiempo la estabilidad de los atributos de calidad y se consigue una mejor aceptación en el producto.

*Palabras clave:* aceptabilidad, parámetros físicos, almacenamiento, empaque.

## **ABSTRACT**

Achira biscuits are a typical baked product from Huila department in Colombia, made out of a mixture of achira starch and other non-farinaceous edible products, have been designated as origin appellation since 2010.

This product has little scientific related research that is why the aim of this work was to evaluate the quality of the product along the storage time; the studied attributes were physical stability and the consumer acceptance.

Two types of packaging presentation, traditional polythene bags (hand knotted) and bio-oriented polypropylene bags, 35 samples (packaging) for each type of presentation were studied, the samples were transported the same day of their elaboration and packaging to the sensory laboratory at the Surcolombiana University, where were stored at room temperature (25° C) and relative humidity of 50%; changes in physical parameters (texture, color, moisture and water activity), acceptability (habitual consumers) over 30 days were evaluated in order to study the evolution of the quality.

The results showed statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) in the luminosity, moisture content, water activity and in the hardness parameter of the instrumental texture test for both treatments. As expected, the introduction of some level of industrialization allows the maintenance of the stability and the quality attributes for a longer storage time and a better acceptance of the product packaged in the bio-oriented polypropylene bags.

Key words: acceptability, physical parameters, storage time, packaging.

## 1. INTRODUCCIÓN

La planta de achira fue utilizada por nuestros ancestros como alimento, hoy, su almidón es la materia prima básica de algunos productos alimenticios que son parte de la cotidianidad en la región Surcolombiana, y su producción es necesaria para el desarrollo sostenible de la agroindustria panificadora (Caicedo, 2003).

Desde los años 90, la demanda en el país de almidón de achira por año es alta, siendo el mayor consumidor el departamento del Huila, seguido en su orden por Tolima y Cundinamarca, principalmente para las microempresas artesanales (Caicedo, 2003). Los bizcochos de achira son un producto típico del departamento del Huila, con denominación de origen otorgada por la superintendencia de industria y comercio (SIC, 2010), en la que se definen algunas características cualitativas, aunque no se definen exigencias técnico científicas para poder calificar este producto y que se ha constituido en un símbolo regional posicionado en el mercado local y nacional, y a su vez, inicia el proceso de exportación para atender la demanda que desde hace ya varios años viene aumentando en mercados especializados de Europa y Estados Unidos.

En este trabajo se estudiara la evolución de los bizcochos de achiras huilense elaborado y empacado artesanalmente semindustrialmente, en función del tiempo en almacenamiento en estantes.

### 1.1. Problema de Investigación

A pesar de sus beneficios, el impulso que se le ha dado a este sector alimenticio, es escaso, y su evolución se presenta de forma aislada en algunos segmentos de su producción. Dentro de esta industria, el sector de los pasa-bocas muestra un gran dinamismo en su consumo (Cordi y Garzón, 2003), por tal motivo, la industria del bizcocho de achira no cuentan con investigaciones centradas en el producto final, por consiguiente, podemos precisar el problema de investigación para atender la necesidad de la industria en el departamento del Huila en Colombia, relacionado con el desconocimiento relativo de la evolución de los diferentes atributos de calidad en función del tipo de empaque y del tiempo de almacenamiento; por lo que podría plantearse la pregunta de investigación como sigue. ¿El conocimiento de la evolución de los parámetros que afectan la estabilidad y los atributos que definen la calidad, permite especificar cuáles son las condiciones adecuadas de empaque, tiempo y condiciones de almacenamiento para proponer al mercado local de bizcochos producido en el departamento del Huila en Colombia, un manejo adecuado y de calidad?

La respuesta a este interrogante será un importante aporte a la industria alimentaria del departamento, por lo tanto, será posible posicionar este producto típico del departamento del Huila en mercados nacionales e internacionales.

## 2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran aceptación que han tenido los bizcochos de achiras en el país y sus potenciales mercados extranjeros, se hace necesario un estudio científico que certifique la calidad del mismo, elaborado de manera artesanal y de manera semindustrial; ya que, no se cuenta con investigaciones que validen la calidad de los bizcochos de manera específica, por consiguiente, se determina la calidad comparando productos similares (galletas) pero elaborados de manera diferente. Por consiguiente, estas investigaciones en galletas son la base para posteriores estudios en productos como los bizcochos de achira; a continuación se mencionan algunas investigaciones para tomar como referencias científicas.

Ayyappan *et al* (2016) realizaron estudios de textura, color, contenido de humedad, prebióticos en galletas enriquecidas con *xylooligosaccharidos* para estimular el crecimiento y la actividad de bacterias intestinales tales como *bifidobacterium* y especies *lactobacillus*.

Battaiotto *et al* (2015) se centraron en el estudio del efecto del uso de miel en reemplazo de sacarosa en rellenos dulces de galletitas sobre los atributos de textura y actividad de agua del producto.

Caicedo *et al* (2003) realizaron un estudio de las técnicas de cultivo, beneficio o procesos pos cosecha y uso agroindustrial como alternativa económica para los campesinos de la región.

Červenka *et al* (2006) realizaron un análisis de regresión lineal que revelo que la actividad de agua en las galletas esta significativamente influenciada por la humedad y el contenido de proteínas totales.

Godoy (2010) realizo un estudio cuasi experimental cuyo objetivo fue determinar la calidad proteica de las diferentes mezclas de harina de arveja y trigo en galletas y realizaron pruebas de aceptabilidad de los productos para determinar que mezcla de harina en galletas cumple.

Ho *et al* (2016) realizaron estudios de calidad para galletas con diferentes contenidos de harina de piel de pitaya (*hylocereus undatus*), realizaron pruebas de color, textura, actividad de agua, análisis sensorial y composición nutricional y evaluar que contenido de harina tiene mejor aceptación en los consumidores.

Laguna (2013) evaluó los cambios reológicos (propiedades visco elásticas lineales), texturas y sensoriales cuando parte de la harina se sustituye por concentraciones crecientes de almidón resistente.

Laguna (2013b) realizo procedimientos de nuevas técnicas sensoriales en el estudio el procesado oral de galletas ricas en fibra y bajas en grasa y su relación con la aceptación por parte del consumidor.

McMinn *et al* (2006) realizaron estudios sobre el comportamiento de la humedad en galletas elaboradas con harina de avena y avena flakes determinando el contenido de humedad con el método gravimétrico usando hornos de convección y hornos de microondas, determinaron que al aumentar la temperatura se disminuye la capacidad de absorción en los productos.

Pereira *et al* (2013) el objetivo principal del trabajo fue estudiar y comparar ocho diferentes marcas de galletas tipo María. En el cual, se realizaron pruebas químicas (contenido de humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra y carbohidratos), también determinaron parámetros físicos (volumen, densidad, textura y color), por último, una evaluación sensorial de galletas utilizando métodos estadísticos multivariados (correlación de Pearson, análisis de componentes principales y clúster Análisis).

Sunday *et al* (2001) realizaron un análisis del efecto de la temperatura en la isothermas de sorción de humedad para galletas elaboradas con harina de mango a temperaturas.

Con las referencias anteriores, es cierto, que hay investigaciones con buen contenido metodológico que permiten evaluar los cambios en los parámetros que intervienen en los atributos de calidad y la aceptabilidad, debido a que la industria de las galletas cuenta con referencias científicas que avalan lo antes mencionado, en el cual, muchos países se preocupan por brindar productos buenos a los consumidores, permitiendo el crecimiento rápido en materia de investigación y avances científicos, en comparación con productos similares.

Creando la posibilidad de ofrecer a la industria agroalimentaria local y nacional información que les ayude a mejorar el tipo empaque, manejo y forma de almacenamiento de los bizcochos de achira, de manera que se pueda contar con un producto con atributos de calidad mantenidos durante un tiempo suficiente, justificando la realización de este trabajo de investigación, además porque se utilizan los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación como ingenieros agrícolas con especialidad en agroindustria.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

Estudiar la evolución de algunos atributos de calidad que afectan la estabilidad y la calidad del bizcocho de achira en función del modo de fabricación y el tiempo en almacenamiento y evaluar el nivel de aceptación por parte de los consumidores.

#### **3.2. Objetivos específicos**

Realizar pruebas de almacenamiento para bizcochos de achiras elaborados de manera artesanal y semindustrial de procedencia local, evaluando los cambios en la textura, actividad de agua y análisis sensorial en función del tipo de elaboración, empaque y tiempo de almacenamiento en estantes.

Evaluar la evolución de los parámetros (textura, color, humedad y actividad de agua) que pueden indicar pérdida de calidad en las muestra de bizcochos de achiras estudiadas a los 0, 5, 15, 20 y 30 días de almacenamiento en estantes.

Realizar análisis sensorial para determinar la aceptabilidad en bizcochos de achiras elaborados de manera artesanal y semindustrial, estudiadas a los 0, 5, 15, 20 y 30 días de almacenamiento en estantes.

Realizar análisis estadístico descriptivo y ANOVA para determinar los efectos combinados de tiempo de almacenamiento y tipo de elaboración, considerando como variables del proceso la textura, color, humedad, actividad de agua y análisis sensorial.

## **4. MARCO CONCEPTUAL**

### **4.1. Generalidades del producto: Bizcocho de achira**

Según el instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC, 2007) el bizcocho de achira del Huila es un producto obtenido mediante el horneado apropiado de una masa semisólida no fermentada, elaborada en forma mecánica o manual y constituidos por una mezcla de almidón de achira (*Canna edulis* Ker), con otros ingredientes no farináceos aptos para el consumo humano y permitidos por la legislación nacional vigente o por la Comisión del *Codex Alimentarius*.

#### **4.1.1. Evidencias históricas**

Las referencias sobre el origen del bizcocho de achira huilense en el ámbito familiar, permiten inferir que viene desde la época de la conquista cuando los españoles conocieron la planta y el almidón obtenido en los procesos rudimentarios. En el departamento del Huila, los antecedentes históricos datan del siglo XVIII según relatos de ancianos opitas, con edades entre 90 y 100 años y habitantes de la región del valle del río Suaza, como Amelia Cuéllar Duarte quien manifiesta que sus abuelos le enseñaron y legaron la tradición de cultivar achira en las denominadas huertas, cosecharla para extraer almidón y elaborar bizcocho, coladas y bizcochuelo cada 8 o 15 días para el consumo familiar, manifiesta además, que vendían solo harina en los poblados y no comercializaban el pan de achira, pero que en Altamira por su ubicación en la intersección de los caminos que conducían a Garzón y Neiva hacia el norte, Timaná y Pitalito por el sur, y Tarqui, La Plata y Popayán al occidente, en las denominadas fondas, punto obligado de llegada de arrieros y viajeros en caravanas a caballo, vendían bizcocho y bizcochuelo de achira. En Altamira manifiestan que las señoras Romelia y María Antonia Vargas aprovecharon también la fórmula para la elaboración del bizcocho de achira y su comercialización en 1926, a partir de entonces, se inicia muy seguramente la vocación comercial del bizcocho de achira en este municipio, desde donde se extendió a otros ubicados estratégicamente en los departamentos del Huila y Tolima. (Caicedo, 2003).

#### **4.1.2. Elaboración del producto**

La receta tradicional contempla tres tazas de cuajada fresca (del mismo día), una y media de almidón de achira, mantequilla (que resulta del proceso de deshidratación de la cuajada), cinco yemas de huevo y sal al gusto. Esta fórmula fue inventada en 1926 por las hermanas María Antonia y Romelia Vargas y aún se mantiene como propia de esta región; aunque cada fábrica le pone su toque secreto (Carvajal, 2010).

El asado se hace en hornos que se alimentan de caguanejo (*crotón glabellus* L), un tipo especial de leña que le da un aroma muy particular al producto. El bizcocho se asa durante 15 o 20 minutos, luego se saca y se raspa la base. Después se mete nuevamente al horno ya más frío para el tostado (entre 3 y 4 horas). Lo demás es reserva del sumario, pues cada una de las 34 bizcocherías de Altamira tiene su sello particular a la hora de preparar el bizcocho de achira. Su proceso de comercialización también es artesanal (Carvajal, 2010).

## 4.2. Características comerciales del producto

### 4.2.1. Ficha técnica

En la tabla 1 se presentan los parámetros técnicos que pueden tener los bizcochos de achira en general, como la mezcla de ingredientes, estudios fisicoquímicos, microbiológicos y aspecto propio de este tipo de producto.

**Tabla 1.** Ficha técnica bizcocho de Achira.

Nombre	Bizcocho de Achira
<b>Características</b>	Bizcocho o panecillo de rico sabor, horneado y tostado. Rico en minerales, fibra nutrientes esenciales en el metabolismo humano
<b>Composición</b>	Mezcla de queso fresco, almidón de achira, huevos frescos, margarina y sal
<b>Análisis bacteriológico</b>	Recuento de mesofilos: 3 UFC; NMP Coliformes totales: 3 UFC; NMP Coliformes fecales: 3 UFC; Recuento de hongos y levaduras: 10 UFC; ECSR: 0 UFC; SCP: 0 UFC
<b>Análisis fisicoquímico</b>	Humedad: 3.5%; Grasa extracto etéreo: 27.66%; Cenizas: 0.55%; Nitrógeno: 2.82%; Proteína: N x 6,25: 17.64%
<b>Aspecto del producto</b>	Propio
<b>Color</b>	Propio
<b>Sabor</b>	Propio
<b>Olor</b>	Propio
<b>Textura</b>	Natural
<b>Presentación</b>	Bolsa en polipropileno bioorientado
<b>Periodo de vida útil</b>	120 días

Fuente: (Cordi y Garzón, 2003).

#### 4.2.2. Información nutricional

En la tabla 2 se presenta la información porcentual de fibra cruda, los Miligramos sobre 100gramos que puede contener de calcio, fósforo y hierro y el total de calorías por bizcocho que este debe tener.

**Tabla 2.** Información nutricional del bizcocho de achira.

<b>Fibra cruda</b>	0.4%
<b>Calcio Mg/100gr</b>	21.3
<b>Fósforo Mg/100gr</b>	268.4
<b>Hierro Mg/100gr</b>	18.2
<b>Calorías</b>	434

Fuente: (Cordi y Garzón, 2003).

#### 4.3. Técnicas instrumentales de análisis físico en productos de panadería similares al bizcocho de achira

##### 4.3.1. Propiedades mecánicas

La determinación de parámetros texturales en productos de panadería, es particularmente difícil debido a su composición heterogénea y a su estructura poco uniforme. Usualmente no fluyen frente a esfuerzos de presión, pero son frágiles y quebradizas (Gaines, 1994). Para determinar parámetros texturales de galletas tipo cracker en forma instrumental, se emplean técnicas desarrolladas especialmente para ello. Algunas de estas técnicas se conocen como “Prueba de penetración” y “Prueba de quiebre de tres puntos”. Ambas pruebas son de carácter destructivo y se basan en la aplicación de fuerzas a las muestras para obtener parámetros texturales deducibles de gráficos fuerza v/s deformación que se obtienen con una máquina universal para prueba de materiales (Gaines, 1994).

##### 4.3.1.1. Parámetros texturales

Esta prueba consiste en introducir una longitud dada de un punzón, de forma y tamaño conocido, en el producto a estudiar, con lo que se mide la fuerza necesaria para realizar la penetración. Este ensayo es muy utilizado con sólidos o semisólidos, pues presenta una gran similitud con la penetración de los dientes en un alimento sólido (Roudot, 2004).

De la prueba se obtienen siete parámetros texturales de una curva fuerza-tiempo, de los cuales cinco son medidos indirectamente y dos son calculados indirectamente (Rodríguez *et al.*, 2005). Los descriptores básicos son los siguientes: (Rosenthal, 2001).

1. Dureza: Fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares.
2. Elasticidad: La extensión a la que un alimento comprimido retorna a su tamaño original cuando se retira la fuerza.
3. Adhesividad: Trabajo requerido para retirar el alimento de la superficie.
4. Cohesividad: Fuerza que los enlaces internos hacen sobre el alimento.
5. Fragilidad: Fuerza a la que el material se fractura. Los alimentos frágiles nunca son adhesivos.
6. Masticabilidad: Energía requerida para masticar un alimento sólido hasta que está listo para ser tragado. Equivale al producto entre la dureza, la cohesividad y la elasticidad.
7. Gomosidad: Energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado. Equivale al producto entre la dureza y la cohesividad.

#### **4.3.2. Colorimetría**

El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto. Se trata de una apreciación, que depende de cómo nuestros ojos detectan la luz reflejada y de cómo nuestro cerebro la procesa. Está afectado por el objeto, el observador, el iluminante, la geometría óptica, el área, fondo, superficie, brillo y temperatura. Se lo define entonces como una respuesta mental al estímulo que una radiación luminosa visible produce en la retina. Se considera un concepto psicofísico, relacionado al mismo tiempo con la psicología del observador, la fisiología de la visión y la energía radiante espectral de una fuente luminosa (Heredia, 2009). Wyszecki y Stiles (1982) dan una definición precisa del color percibido: “es el aspecto de la percepción visual por el cual un observador puede distinguir diferencias entre dos campos de visión del mismo tamaño, forma y estructura, causada por diferencias en la composición espectral de la radiación incidente, de la capacidad del objeto para transformarla y de la fisiología del observador”. No es por lo tanto una propiedad intrínseca del objeto que transmite o refleja la radiación luminosa, pues basta con cambiar la fuente para modificar el estímulo producido. Depende de la distribución espectral de la radiación incidente, de la capacidad del objeto para transformarla y de la fisiología del observador.

#### 4.3.2.1. Color en productos de panadería

Estudios realizados en “indicadores de dorado en pan” efectuados por Ramírez (2000), el color de las muestras de pan fue medido usando el CIE- L\* a\* b\* Sistema de color, donde L\* es luminosidad, a\* es el enrojecimiento y b\* es la amarillez. El instrumento utilizado fue un espectrofotómetro de reflectancia Elrepho 2000 (Datacolor S.A., España). Los parámetros colorimétricos L \*, a \* y b \* se hace referencia al iluminante D65 y el instrumento fue calibrada usando un patrón de BaSO4 (sulfato de bario). Las muestras se liofilizaron antes del análisis. El análisis se realizó en muestras duplicadas.

En el espacio CIE-L\*a\*b\*, numéricamente representa la percepción de la diferencia de color para el ojo humano entre dos muestras de alimentos. También  $\Delta E^*$  representa un índice general de la variación de color.  $\Delta E^*$  se calcula utilizando la ecuación 1 (Cortes-Macías *et al*, 2016).

$$\Delta E_{r,s} = \sqrt{(L^* - L_{ref}^*)^2 + (a^* - a_{ref}^*)^2 + (b^* - b_{ref}^*)^2}$$
$$\Delta E_{r,s} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Ecuación 1.

#### 4.3.3. Humedad

El término “contenido de agua o humedad” no informa por si solo de la naturaleza de esta agua, ya que el agua puede ser “agua libre” o “agua ligada”. Aunque no hay definición exacta para estas dos fracciones, se considera que el agua ligada es aquella proporción que está fuertemente unida al alimento por medio de puentes de hidrogeno y no congela a  $-20^\circ\text{C}$ , por lo que también se llama “agua no congelable”, mientras que el agua libre o “agua congelable” es el agua que tiene movilidad y está disponible para participar en reacciones de deterioro de los alimentos. El contenido de agua o humedad de los alimentos es uno de los factores individuales que más influye en su alterabilidad, aunque alimentos con el mismo contenido de humedad pueden sufrir un proceso de alteración diferente y tener distintas vida de anaquel, ya que su estabilidad está en función de la actividad de agua (Badui, 2006).

#### 4.3.3.1. Humedad en productos de panadería

El contenido de humedad final influye en la consistencia de la galleta, de forma que, las galletas de baja humedad son más frágiles, y a medida que se aumenta la cantidad de humedad, el punto de fractura de la galleta disminuye, revelando una mayor elasticidad y deformabilidad (Baltsavias *et al*, 1999). Son productos de baja humedad, inferior al 5% y por lo tanto, con una gran vida útil, siempre que se envasen adecuadamente y no se humedezcan a consecuencia de una atmósfera excesivamente húmeda (Casp, 2014).

En procesos de investigación, uno de los métodos más recomendados para la determinación de humedad en productos de panadería, es la determinación de secado en estufa; la cual se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles. El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado ( $P_i$ ), secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra ( $P_f$ ) utilizando la ecuación 2 (Ramírez, 2014).

$$\frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 = \% \text{ de humedad}$$

Ecuación 2.

#### En donde

$P_i$  = peso inicial.

$P_f$  = peso final.

- La eliminación del agua de una muestra requiere que la presión parcial de agua en la fase de vapor sea inferior a la que alcanza en la muestra; de ahí que sea necesario cierto movimiento del aire; en una estufa de aire se logra abriendo parcialmente la ventilación y en las estufas de vacío dando entrada a una lenta corriente de aire seco.
- Muchos productos son, tras su deshidratación, bastante higroscópicos; es preciso por ello colocar la tapa de manera que ajuste tanto como sea posible inmediatamente después de abrir la estufa y es necesario también pesar la cápsula tan pronto como alcance la temperatura ambiente; para esto puede precisarse hasta una hora si se utiliza un desecador de vidrio.

#### **4.3.4. Actividad de agua**

La actividad de agua se define como la relación entre la presión de vapor de agua de un producto y la presión de vapor del agua pura, a la misma temperatura, por tanto, la actividad de agua se usa para caracterizar el estado de equilibrio del agua en una matriz alimenticia que iguala la presión de vapor relativa de equilibrio (PVR) del agua en la atmosfera circundante. Para alcanzar el equilibrio, habrá una transferencia de masa de agua del alimento al entorno o viceversa hasta llegar a dicho equilibrio, donde los valores de  $a_w$  deben ser iguales en ambas fases a temperatura y presión constante (Ross, 1975).

Mientras más alta sea la  $a_w$  y más se acerque a 1.0, que es la del agua pura, mayor será su inestabilidad. Por el contrario, los alimentos estables a temperatura ambiente (excepto los tratados térmicamente y comercialmente estériles, como los enlatados), tienen  $a_w$  baja. Se ha demostrado que la  $a_w$  es un factor clave para el crecimiento microbiano, producción de toxinas y resistencia al calor de los microorganismos. En general, el límite inferior de la actividad de agua para el crecimiento microbiano es 0.90 de la mayoría de las bacterias, 0.87 para la mayoría de las levaduras y 0.80 para la mayoría de los hongos. Es posible que un alimento tenga dos componentes, uno con 15% y otro con 25% de humedad y la transferencia se haga del menor al mayor debido a sus distintas  $a_w$  y no con base en sus humedades (Badui, 2006).

##### **4.3.4.1. Actividad de agua en productos de panadería**

La  $a_w$  es un parámetro importante que influye en la estabilidad de galletas durante almacenamiento, en particular, la resistencia contra los microbios y las propiedades reológicas de los productos; en las galletas el bajo contenido de humedad no solo es común, sino también, un valor bajo de  $a_w$ . Los alimentos con un  $a_w < 0,60$  se considera microbiológicamente estable, aunque algunos de sus componentes pueden someterse a reacciones químicas. Para los alimentos con  $a_w < 0,20$  esto incluye principalmente la mayor oxidación de lípidos (Leung, 1987) acompañado por alteraciones pronunciadas de sus cualidades sensoriales durante el almacenamiento según Reed (2002), son productos con una larga vida útil, aunque, no son por lo general almacenados a temperaturas constantes, son en su mayoría mantenidos a "temperatura ambiente", que sin embargo puede ser bastante variable dependiendo de las condiciones climáticas (21-28 ° C).

#### **4.3.5. Análisis sensorial**

Stone y Sidel (2004) definen el análisis sensorial de los alimentos como “el método científico usado para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos tal y como son percibidos por los sentidos de la vista, olfato, tacto, gusto y oído”.

Existen distintos tipos de pruebas sensoriales en función de la información que necesitemos obtener. En la reformulación de alimentos resulta imprescindible, por una parte, conocer los cambios sensoriales producidos por la adición de nuevos ingredientes realizando pruebas descriptivas (Meilgaard *et al*, 1991), así como conocer la aceptación de los nuevos alimentos reformulados por parte de los consumidores mediante pruebas de aceptación (van Kleef *et al*, 2006).

Entre todas las pruebas descriptivas, el análisis cuantitativo descriptivo (QDA, en sus siglas en inglés) fue desarrollado por Stone *et al*. (1974) y es una de las pruebas más utilizadas para caracterizar un producto, aportando una terminología propia que lo define. En general, el objetivo primordial de dicho análisis es encontrar un mínimo número de descriptores que contengan un máximo de información sobre las características sensoriales del producto. Este análisis se basa en la detección y la descripción de los aspectos sensoriales cuantitativos por grupos de catadores que han sido entrenados previamente y han elaborado una terminología estandarizada para describir el producto. Estos jueces o catadores expertos deben dar valores cuantitativos proporcionales a la intensidad que perciban de cada uno de los atributos evaluados durante el análisis descriptivo (Stone y Sidel, 2004).

#### **4.3.5.1. Análisis sensorial en productos de panadería**

Esta tipo de prueba consiste en dar muestras a los panelistas, preguntándoles acerca de su preferencia entre las diferentes muestras, según a una escala establecida. En una escala hedónica, el evaluador expresa su aceptación para un producto, siguiendo una escala previamente establecida que varía poco a poco, en base a los atributos que expresa su intensidad. Los puntos de la escala se distinguen verbalmente, de modo que puedan estar asociados con valores numéricos que permiten el análisis estadístico (Monteiro and Martins, 2003).

#### **4.3.5.1.2. Pruebas de aceptabilidad**

Se usan para determinar la aceptación de un producto por parte de los consumidores. Se pueden utilizar pruebas de comparación pareada similares a las de preferencia pareada y de ordenamiento y ordenamiento con escalas. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo) (Castellanos, 2003). Las muestras se pueden presentar todas al mismo tiempo o de una en una. La presentación simultanea de las muestras es preferible ya que es más fácil de administrar y le permite a los panelistas evaluar las muestra y hacer una mejor comparación entre ellas (Castellanos, 2003).

#### 4.4. Manejo y conservación de productos

##### 4.4.1. Empaque

El empaque más utilizado para los bizcochos de achira es el polipropileno, con el fin de proteger el producto contra factores externos que lo puedan alterar, como la humidificación, la captación de aromas, oxidación y contaminación microbiana. El producto después de su primer empaque es embalado en cajas de cartón, con capacidad para 100 unidades cada una (Cordi y Garzón, 2003).

##### 4.4.2. Conservación y almacenamiento

En la tabla 3 se presentan las condiciones para la adecuada conservación de los bizcochos de achira después de la producción en masa.

**Tabla 3.** Sistema de conservación y almacenamiento del bizcocho de achira.

<b>Conservación</b>	Temperatura ambiente
<b>Lugar</b>	Seco sin humedad alejado del sol
<b>Almacenamiento</b>	En cajas. Máximo arrumes de 8 cajas
<b>Indicaciones</b>	No colocar cerca de productos contaminantes. No manipular la bolsa o restregarlo

Fuente: (Cordi y Garzón, 2003).

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1. Descripción de la muestra

Los empaques de bizcochos de achiras se obtuvieron de los municipios de Altamira y Neiva del departamento del Huila, contaron con aproximadamente 18 unidades por presentación, cada bizcocho de achira cuenta con un peso aproximado de 2,8 gramos. Los bizcochos son empacados en bolsas plásticas de polipropileno, material de fácil manipulación y adecuado para alimentos.



**Figura 1.** Bizcochos de achira empaque artesanal y semindustrial Neiva.



**Figura 2.** Bizcochos de achira empaque artesanal y semindustrial Altamira.

### 5.2. Selección de la muestra

La muestra corresponde a 140 empaques con un promedio de 18 bizcochos de achira, de los cuales 70 corresponden a bizcochos empacados de manera tradicional B.1, el cual contara con dos sub grupo de 35 empaques para cada municipio, B.1.A para las muestras de Altamira figura 1 y B.1.N para las muestras de Neiva; de igual forma 70 empaques adquiridos en una industria local figura 2 y empacados de manera semindustrial B.2, con dos subgrupos de 35 muestras B.2.A para las muestras de Altamira y B.2.N para las muestras de Neiva.

Las muestras fueron transportadas el mismo día de su producción hasta el laboratorio de análisis sensorial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana (CESURCAFE), 7 empaques de cada lote B1 y B2 serán destinados a ensayos de caracterización el mismo día de su arribo al laboratorio y el resto serán analizados en lotes de 7 empaques por cada lote a los 0, 5, 15, 20 y 30 días de almacenamiento en estantes a temperatura ambiente (25° C), las muestras se trabajaron por lotes, primero el municipio de Altamira, seguido por las muestras del municipio de Neiva, con el fin de facilitar el trabajo en el laboratorio.

### 5.3. Análisis Físico

#### 5.3.1. Textura

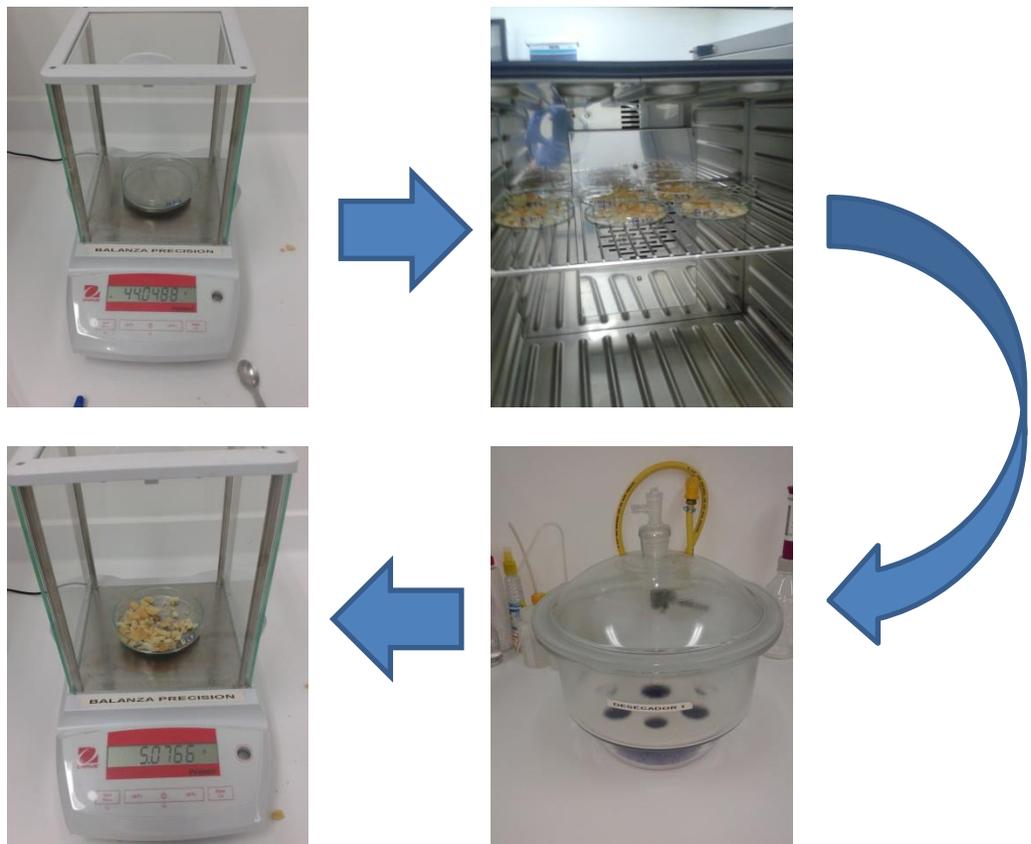
Se realizaron pruebas de compresión simple (figura 3), utilizando el accesorio TA52 hoja de corte MOHRS de escala pequeña de 9mm de ancho por 35mm alto y 0.05mm de espesor y una celda de carga de 10kg, a una velocidad de penetración de 0.1 mm/s, con una carga de activación de 10 gramos y 20% de deformación sobre los bizcochos en forma de bloque irregular, se utilizó el Texture Analyzar CT3 de Brookfield Engineering Laboratories, Inc. Massachusetts, USA junto con el software (TExtureProCT) para la recopilación de los datos, los ensayos se realizaron por triplicado para cada una de los muestras. Los parámetros de cada muestra se basaron en los expuestos para pruebas en productos de panadería (galletas) del manual de usuario del equipo BROOKFIELD CT3.



**Figura 3.** Análisis de perfil de textura en bizcochos de achira.

### 5.3.2. Humedad

Se determinó el contenido de humedad de las muestras de bizcochos utilizando el método gravimétrico (figura 4), el cual consiste en pesar con precisión alrededor de 5g ( $P_0$ ) de muestra triturada para facilitar la manipulación del producto; previamente se secó en el horno cajas de Petri y se enfriaron en el desecador durante 30 min y se pesó el recipiente ( $P_1$ ). Las muestras se colocaron en el horno a  $105 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 4 horas (BIS, 2002). Pasado este tiempo, los recipientes se colocaron en desecador durante 20 min y se tomó su peso ( $P_2$ ). Se repitió el proceso de secado, enfriamiento y pesaje en intervalo de 30 min hasta que la diferencia entre las dos pesadas consecutivas sea menos de un miligramo. Se registró la masa más baja y se calculó el porcentaje de humedad utilizando la ecuación 2.



**Figura 4.** Determinación del contenido de humedad en muestras de bizcochos.

### 5.3.3. Actividad de agua

Se realizaron mediciones puntuales de  $a_w$  utilizando el equipo AQUALAB VSA (Vapor Sorption Analyzer) de Decagon Devices, Inc., WA. Se trabajó con muestras de 1 a 5 gramos por cada ensayo a 25°C como se observa en la figura 5. Las muestras de bizcochos se trituraron para facilitar la manipulación en las tara (Ho, 2016), se realizaron ensayos por triplicado para cada muestra.



**Figura 5.** Determinación puntual actividad de agua.

### 5.3.4. Color

Para la determinación de color se utilizó los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  del sistema CIE (Comisión Internacional de Iluminación)  $L^*$  [luminosidad ( $L = 100$ ; blanco y  $L = 0$ ; negro)], Chroma  $a^*$  [cromaticidad verde (-60) a rojo (60)] y Chroma  $b^*$  [cromaticidad azul (-60) a amarillo (60)] utilizando el colorímetro Konica Minolta CR-410 N.J. USA, como se evidencia en la figura 6 las muestras de bizcochos fueron pulverizadas, colocando las muestras en una caja Petri se apisono la muestra hasta obtener una capa uniforme para realizar una lectura apropiada del color, se calibro previamente usando la placa de cerámica blanco que trae el equipo Konica Minolta (Ho, 2016).



**Figura 6.** Determinación de coordenadas de color CIELab para muestras de bizcochos.

#### **5.4. Análisis sensorial**

Las pruebas de aceptabilidad para las muestras de bizcochos de achira se realizaron en el laboratorio de análisis sensorial de la universidad Surcolombiana (CESURCAFÉ), el cual cuenta con las instalaciones necesarias (figura 7), las pruebas fueron realizadas por 8 jueces consumidores habituales para cada día.



**Figura 7.** Instalaciones para prueba de análisis sensorial.

A cada juez se les presento dos muestras de bizcochos por cada presentación y codificadas con números aleatorios de tres dígitos, cada muestra fue presentada con número diferente (figura 8)

para cada juez consumidor. Se pidió a los panelistas evaluar los parámetros sensoriales de color, aroma, textura, sabor e impresión general especificados en el formato (anexo A) para las muestras codificadas en función de su grado de gusto. Usando una escala hedónica de 10 puntos, donde 0 = no me gusta mucho; 5 = ni me gusta ni disgusta; 10 = me gusta mucho (Ho, 2016).



**Figura 8.** Presentación prueba de aceptabilidad.

### **5.5. Análisis estadístico**

Se realizaron análisis estadísticos descriptivos para observar la evolución de los diferentes parámetros y atributos de calidad en función del tiempo de almacenamiento; se realizaron pruebas de ANOVA de una vía para observar el efecto de las variables en los ensayos de textura, color, actividad de agua, humedad y análisis sensorial considerando como variables respuesta el tipo de empaque, el tipo de elaboración y el tiempo de almacenamiento y adicionalmente se realizaron pruebas de ANOVA factorial para observar las interacciones de los parámetros y atributos de calidad en función de tiempo de almacenamiento, tipo de empaque y tipo de elaboración. En todos los análisis se verificaron los supuestos para la aplicación de ANOVA, en todos los casos se utilizó las pruebas LSD Fisher, con un nivel de confianza del 95% y se utilizó el paquete estadístico StatGraphics Plus 5.1 para Windows (Manugistics, Inc., Rockville MD, USA.).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Análisis de textura

En la tabla 4 se presentan los resultados de la prueba de textura instrumental de los bizcochos de achira en empaque artesanal B.1 y semindustrial B.2 en función del tiempo de almacenado a temperatura ambiente 25°C.

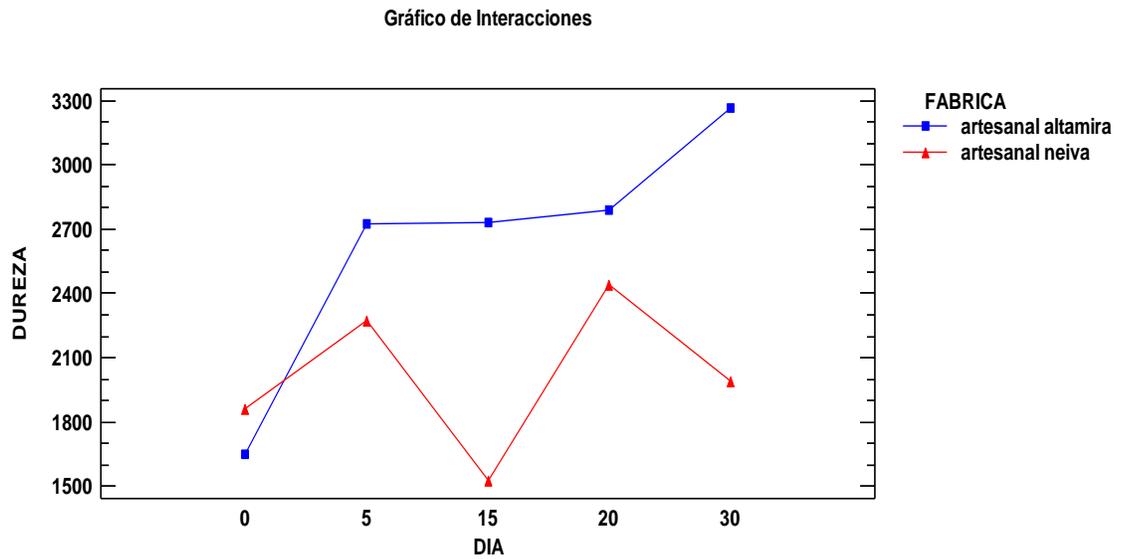
Se trabajó con el parámetro de dureza el cual, representa mejor la evolución de la prueba, la cual presento diferencias estadísticamente significativas en los productos de empaque artesanal B.1 para Altamira y Neiva, durante el tiempo de estudio. Caso contrario ocurrió en los productos de empaque semindustrial B.2 los cuales no presentaron diferencias estadísticamente significativas permitiendo conservar por más tiempo las características iniciales de textura en los bizcochos.

**Tabla 4.** Valores de medias y desviación estándar para la dureza (gramos) de la prueba de textura para B.1 y B.2.

<b>Bizcochos de achira de Neiva</b>					
<b>Empaque artesanal</b>					
	día 0	día 5	día 15	día 20	día 30
<b>Dureza (g)</b>	1860±696 <sup>ab</sup>	1420±109 <sup>a</sup>	1527±234 <sup>a</sup>	2440±183 <sup>b</sup>	1990±92 <sup>ab</sup>
<b>Empaque Semindustrial</b>					
<b>Dureza (g)</b>	1981±652 <sup>a</sup>	2274±431 <sup>a</sup>	2422±110 <sup>a</sup>	2259±162 <sup>a</sup>	2390±138 <sup>a</sup>
<b>Bizcochos de achira de Altamira</b>					
<b>Empaque artesanal</b>					
	día 0	día 5	día 15	día 20	día 30
<b>Dureza (g)</b>	1770 ± 438 <sup>a</sup>	2726 ± 862 <sup>b</sup>	2733 ± 651 <sup>b</sup>	2788 ± 603 <sup>b</sup>	3263 ± 484 <sup>b</sup>
<b>Empaque Semindustrial</b>					
<b>Dureza (g)</b>	1941 ± 379 <sup>a</sup>	1232 ± 301 <sup>a</sup>	1405 ± 363 <sup>a</sup>	1227 ± 208 <sup>a</sup>	1574 ± 130 <sup>a</sup>

En los bizcochos B.1, la dureza se incrementó con el transcurso de los días, en mayor proporción para B.1.A con una dureza final de 3263±484 gramos y en B.1.N la evolución de la dureza es errática con tendencia al incremento como se puede observar en la figura 9 los resultados son similares a los expuesto por Aziah *et al* (2012) en donde tres tipos de galletas presentaron diferencias estadísticamente significativas en la dureza.

El incremento en la dureza es un factor desfavorable, como se evidencio en la textura realizada para la prueba de aceptabilidad del análisis sensorial tabla 8 en el cual con el transcurso de los días la calificación por parte de los jueces fue disminuyendo.



**Figura 9.** Evolución de la dureza según el tipo de fabricación y empaquetado.

## 6.2. Humedad

En la tabla 5 se presentan los resultados de la prueba de humedad para B.1 y B.2. Los cuales presentaron diferencias estadísticamente significativas con respecto al tiempo de almacenamiento, el producto B.2.N presentó la mejor estabilidad durante el tiempo de estudio presentando un incremento mínimo en comparación con los demás productos, al terminar el estudio el mayor contenido de humedad correspondió a B.1.N con  $5.3 \pm 0.1$  %, seguido de B.1.A  $5.2 \pm 0.0$  %, B.2.A con  $4.3 \pm 0.1$  % y B.2.N con  $2.0 \pm 0.1$  %. Según lo reportado por Ayyappan (2015), la variación del contenido de humedad a través del tiempo de almacenamiento es gradual.

**Tabla 5.** Valores de medias y desviación estándar del parámetro de humedad para B.1 y B.2.

<b>Bizcochos de achira de Neiva</b>					
<b>Empaque artesanal</b>					
	día 0	día 5	día 15	día 20	día 30
<b>Humedad (%)</b>	1.1±0.1 <sup>a</sup>	2.0±0.1 <sup>b</sup>	4.0±0 <sup>c</sup>	4.4±0 <sup>d</sup>	5.3±0.1 <sup>e</sup>
<b>Empaque Semindustrial</b>					
<b>Humedad (%)</b>	0.9±0.1 <sup>a</sup>	1.1±0.1 <sup>ab</sup>	1.4±0.2 <sup>c</sup>	1.2±0 <sup>bc</sup>	2.0±0.1 <sup>d</sup>
<b>Bizcochos de achira de Altamira</b>					
<b>Empaque artesanal</b>					
	día 0	día 5	día 15	día 20	día 30
<b>Humedad (%)</b>	3.2 ± 0.1 <sup>a</sup>	3.4 ± 0.1 <sup>b</sup>	4.1 ± 0.1 <sup>c</sup>	4.2 ± 0.0 <sup>c</sup>	5.2 ± 0.0 <sup>d</sup>
<b>Empaque Semindustrial</b>					
<b>Humedad (%)</b>	2.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	2.8 ± 0.1 <sup>b</sup>	2.7 ± 0.1 <sup>b</sup>	3.4 ± 0.1 <sup>c</sup>	4.3 ± 0.1 <sup>d</sup>

### 6.3. Actividad de agua ( $a_w$ )

En la tabla 6 se presentan los resultados de la  $a_w$ , los cuales presentaron diferencias estadísticamente significativas, el producto que conservo mejor las características iniciales fue B.2.N con 0.2±0.0, B.1.A con 0.33±0.1, B.2.A y el peor fue B.1.N con 0.5±0.0, los resultados en general están dentro de los límites permitidos para evitar el crecimiento de hongos y el crecimiento de patógenos según lo reportado por Manley (2000), los cuales presentaron resultados finales de  $a_w$  de 0,540 ± 0,003 en galletas producto de similar elaboración.

**Tabla 6.** Valores de medias y desviación estándar del parámetro actividad de agua para B.1 y B.2.

<b>Bizcochos de achira de Neiva</b>					
<b>Empaque artesanal</b>					
	día 0	día 5	día 15	día 20	día 30
<b><math>a_w</math></b>	0.12±0.0 <sup>a</sup>	0.19±0.0 <sup>b</sup>	0.38±0.0 <sup>c</sup>	0.44±0.0 <sup>d</sup>	0.5±0.0 <sup>e</sup>
<b>Empaque Semindustrial</b>					
<b><math>a_w</math></b>	0.12±0.0 <sup>a</sup>	0.1±0.0 <sup>b</sup>	0.17±0.0 <sup>c</sup>	0.18±0.0 <sup>c</sup>	0.2±0.0 <sup>c</sup>
<b>Bizcochos de achira de Altamira</b>					
<b>Empaque artesanal</b>					
	día 0	día 5	día 15	día 20	día 30
<b><math>a_w</math></b>	0.10 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.24 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.25 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.33 ± 0.1 <sup>d</sup>
<b>Empaque Semindustrial</b>					
<b><math>a_w</math></b>	0.14 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.27 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.32 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.34 ± 0.0 <sup>c</sup>

## 6.4. Color

El color es uno de los principales factores que influyen en la calidad de los alimentos y aceptabilidad. El color en este tipo de productos es influenciado por la contenido de pigmentos amarillos y rojos presentes en la harina (Pasqualone *et al*, 2013). En la tabla 7 se reportan los valores obtenidos en la prueba de color representados en coordenadas CIE - L\* a\* b\*, L\* (luminosidad), a\* (color rojo), b\* (color amarillo), ΔE (diferencia de color) y por último el color virtual. Los cuales, B.1 y B.2 presentaron diferencias estadísticamente significativas desde el inicio de las pruebas en el color característico de los bizcochos de achira y con el transcurso del almacenamiento el tipo de empaque no reduce la degradación del color, los cuales son registrados por el colorímetro.

**Tabla 7.** Valores de medias y desviación estándar de los parámetros experimentales y calculados de las coordenadas CIELab para B.1 y B.2.

<b>Bizcochos de achira de Neiva</b>					
<b>Empaque artesanal</b>					
	día 0	día 5	día 15	día 20	día 30
<b>L*</b>	69.4±0.1 <sup>c</sup>	66.0±0.1 <sup>a</sup>	69.5±0.5 <sup>c</sup>	68.2±0.1 <sup>b</sup>	74.7±0.3 <sup>d</sup>
<b>a*</b>	5.0±0.1 <sup>b</sup>	7.9±0.0 <sup>e</sup>	5.9±0.0 <sup>c</sup>	6.7±0.0 <sup>d</sup>	2.8±0.1 <sup>a</sup>
<b>b*</b>	38.8±0.0 <sup>b</sup>	40.4±0.1 <sup>c</sup>	40.6±0.3 <sup>c</sup>	40.3±0.3 <sup>c</sup>	36.1±0.1 <sup>a</sup>
<b>ΔE</b>	0.15±0.1 <sup>a</sup>	4.8±0.1 <sup>d</sup>	2.0±0.3 <sup>b</sup>	2.6±0.1 <sup>c</sup>	6.3±0.2 <sup>e</sup>
<b>Empaque Semindustrial</b>					
<b>L*</b>	75.5±0.3 <sup>a</sup>	75.9±0.1 <sup>ab</sup>	76.5±0.4 <sup>c</sup>	76.2±0.1 <sup>bc</sup>	76.1±0.0 <sup>bc</sup>
<b>a*</b>	3.7±0.0 <sup>b</sup>	3.5±0.2 <sup>b</sup>	3.2±0.2 <sup>a</sup>	3.0±0.0 <sup>a</sup>	3.1±0.1 <sup>a</sup>
<b>b*</b>	34.0±0.2 <sup>b</sup>	34.3±0.3 <sup>c</sup>	34.4±0.2 <sup>c</sup>	33.8±0.3 <sup>b</sup>	33.4±0.1 <sup>a</sup>
<b>ΔE</b>	0.39±0.4 <sup>a</sup>	0.43±0.1 <sup>a</sup>	0.97±0.3 <sup>b</sup>	0.92±0.1 <sup>b</sup>	0.98±0.1 <sup>b</sup>
<b>Bizcochos de achira de Altamira</b>					
<b>Empaque artesanal</b>					
	día 0	día 5	día 15	día 20	día 30
<b>L*</b>	75.3±0.1 <sup>d</sup>	74.6 ± 0.1 <sup>b</sup>	74.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	75.4 ± 0.1 <sup>e</sup>	75.2 ± 0.0 <sup>c</sup>
<b>a*</b>	1.8 ± 0.1 <sup>c</sup>	1.9 ± 0.0 <sup>d</sup>	2.2 ± 0.0 <sup>e</sup>	1.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.0 <sup>b</sup>
<b>b*</b>	44.4 ± 0.3 <sup>d</sup>	44.0 ± 0.0 <sup>b</sup>	44.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	43.7 ± 0.0 <sup>e</sup>	44.1 ± 0.0 <sup>c</sup>
<b>ΔE</b>	0.31±0.3 <sup>a</sup>	0.6±0.1 <sup>ab</sup>	1.1±0.0 <sup>c</sup>	1.0±0.1 <sup>c</sup>	0.6±0.0 <sup>b</sup>
<b>Empaque Semindustrial</b>					
<b>L*</b>	68.9 ± 0.8 <sup>a</sup>	68.6 ± 0.2 <sup>a</sup>	69.8 ± 0.3 <sup>b</sup>	70.6 ± 0.0 <sup>c</sup>	71.5 ± 0.1 <sup>d</sup>
<b>a*</b>	6.5 ± 0.1 <sup>a</sup>	6.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	5.6 ± 0.1 <sup>b</sup>	5.2 ± 0.0 <sup>c</sup>	5.3 ± 0.1 <sup>c</sup>
<b>b*</b>	36.6 ± 0.1 <sup>b</sup>	38.6 ± 0.1 <sup>a</sup>	36.1 ± 0.1 <sup>c</sup>	35.3 ± 0.1 <sup>d</sup>	36.6 ± 0.1 <sup>b</sup>
<b>ΔE</b>	0.5±0.7 <sup>a</sup>	2.2±0.1 <sup>bc</sup>	1.6±0.2 <sup>b</sup>	2.6±0.0 <sup>cd</sup>	3.2±0.2 <sup>c</sup>

El producto que presentó la L\* (luminosidad) más baja fue B.1.N con  $66.0 \pm 0.1$  el día 5, seguido de B.2.A con  $68.6 \pm 0.2$  el día 5, en cambio, B.1.A y B.2.N presentaron valores altos  $75.3 \pm 0.3$  y  $76.5 \pm 0.4$  respectivamente, estos últimos presentaron una tonalidad más clara, similares con los resultados expuestos por Ayyappan (2015), en el cual, al cambiar el porcentaje de un ingrediente este presentara cambios en el producto final con tonalidades más oscuras o claras.

Los resultados para a\* (rojo +, verde -), en los diferentes tipo de empaque reportaron valores positivos, B.1.N presentó el valor más alto  $7.9 \pm 0.0$  el día 5, también evidencio irregularidad en este parámetro durante el almacenamiento, seguido por B.2.A con  $6.5 \pm 0.1$ , los cuales presentaron una tonalidad más oscura; B.1.N y B.2.A registraron valores inferiores a 4 con tonalidades más claras.

Los resultados para b\* (amarillo +, azul -), expresados en la tabla 7 se evidencia diferencias estadísticamente significativas en la variación de color amarillo, donde B.1.A registro el valor más alto de con  $44.4 \pm 0.3$  el día 0, seguido de B.1.N con  $40.6 \pm 0.3$  el día 15, B.2.A con  $35.3 \pm 0.1$  el día 20 y B.2.N con  $33.4 \pm 0.1$  el día 30, los cuales son valores altos para galletas según Ho, (2016), los cuales registraron valores máximos para b\* en galletas de  $28.08 \pm 0.85$ , y posiblemente el color amarillo dominante sea debido a carotenoides presentes naturalmente en la achira y baja pigmentación rojo según lo expuesto por Pasqualone *et al* (2013).

En general, en el transcurso del almacenamiento se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el cambio de tonalidad de los diferentes empaques, como se evidencia en la tabla 7 con el  $\Delta E$  (variación de color), donde B.2.N presentó menor variación una  $\Delta E$  de  $0.98 \pm 0.1$  para el día 30, seguido por B.1.A de  $1.1 \pm 0.0$  en día 15, B.2.A con  $3.2 \pm 0.2$  para el día 30 y con el mayor  $\Delta E$  para B.1.N con  $6.3 \pm 0.2$ , estos resultados pueden ser debido a reacciones de maillard ocurridas a diferentes tiempos y temperaturas de cocción (Chia y Chong, 2015). El desarrollo del color dorado, en las galletas es el resultado de dos procesos que ocurren simultáneamente; la reacción de Maillard donde los azúcares interactúan con los aminoácidos, y la caramelización que es una degradación directa de azúcares (Zanoni *et al.*, 1995). Según estudios similares desarrollados en galletas reportaron variación de color durante el tiempo de almacenamiento Ho, (2016) y Pascualone (2012) sus resultados se asemejan a los reportados en la tabla 7.

## 6.5. Análisis sensorial

Los resultados obtenidos para el análisis sensorial se expresan en la tabla 8 en el cual los jueces evaluaron los parámetros de color, aroma, sabor, textura e impresión general.

**Tabla 8.** Valores de medias y desviación estándar de la prueba de aceptabilidad para B.1 y B.2.

<b>Bizcochos de achira de Neiva</b>					
<b>Empaque artesanal</b>					
	<b>día 0</b>	<b>día 5</b>	<b>día 15</b>	<b>día 20</b>	<b>día 30</b>
<b>Color</b>	8.2±0.7 <sup>a</sup>	8.9±0.8 <sup>a</sup>	8.5±1.2 <sup>a</sup>	8.2±0.9 <sup>a</sup>	8.6±1.0 <sup>a</sup>
<b>aroma</b>	8.5±0.9 <sup>a</sup>	8.5±0.9 <sup>a</sup>	7.9±1.3 <sup>a</sup>	7.7±1.0 <sup>a</sup>	8.0±1.2 <sup>a</sup>
<b>Sabor</b>	8.9±0.8 <sup>bc</sup>	9.2±0.7 <sup>c</sup>	8.0±1.4 <sup>ab</sup>	7.4±0.7 <sup>a</sup>	8.4±1.3 <sup>abc</sup>
<b>Textura</b>	9.0±0.5 <sup>b</sup>	9.0±0.9 <sup>b</sup>	8.1±1.2 <sup>ab</sup>	7.2±1.2 <sup>a</sup>	8.5±1.2 <sup>b</sup>
<b>Impresión general</b>	8.4±1.2 <sup>ab</sup>	9.0±0.5 <sup>b</sup>	8.1±1.4 <sup>ab</sup>	7.6±0.9 <sup>a</sup>	8.4±0.7 <sup>ab</sup>
<b>Empaque Semindustrial</b>					
<b>Color</b>	7.4±1.0 <sup>a</sup>	7.4±1.7 <sup>a</sup>	7.5±1.2 <sup>a</sup>	7.0±1.1 <sup>a</sup>	7.75±1.4 <sup>a</sup>
<b>aroma</b>	7.5±0.5 <sup>a</sup>	7.5±2.1 <sup>a</sup>	8.1±0.8 <sup>a</sup>	7.9±1.0 <sup>a</sup>	7.6±1.6 <sup>a</sup>
<b>Sabor</b>	8.0±1.1 <sup>abc</sup>	7.7±1.3 <sup>ab</sup>	8.5±0.5 <sup>bc</sup>	7.4±0.9 <sup>a</sup>	8.9±1.4 <sup>c</sup>
<b>Textura</b>	7.2±1.6 <sup>a</sup>	7.6±1.3 <sup>ab</sup>	8.75±0.7 <sup>bc</sup>	7.4±0.9 <sup>a</sup>	8.9±1.4 <sup>c</sup>
<b>Impresión general</b>	7.7±1.0 <sup>ab</sup>	7.9±0.8 <sup>ab</sup>	8.5±1.2 <sup>b</sup>	7.5±1.1 <sup>a</sup>	8.2±0.7 <sup>ab</sup>
<b>Bizcochos de achira de Altamira</b>					
<b>Empaque artesanal</b>					
	<b>día 0</b>	<b>día 5</b>	<b>día 15</b>	<b>día 20</b>	<b>día 30</b>
<b>Color</b>	7.4±1.6 <sup>a</sup>	8.6±0.9 <sup>b</sup>	8.2±0.7 <sup>ab</sup>	7.2±1.4 <sup>a</sup>	7.7±0.9 <sup>ab</sup>
<b>aroma</b>	7.2±1.4 <sup>a</sup>	7.5±1.3 <sup>a</sup>	7.4±0.9 <sup>a</sup>	6.6±1.5 <sup>a</sup>	6.5±1.6 <sup>a</sup>
<b>Sabor</b>	7.5±1.3 <sup>a</sup>	8.0±1.4 <sup>a</sup>	8.1±1.0 <sup>a</sup>	6.9±1.2 <sup>a</sup>	7.1±1.8 <sup>a</sup>
<b>Textura</b>	7.1±1.0 <sup>ab</sup>	8.4±1.2 <sup>a</sup>	7.0±0.7 <sup>ab</sup>	6.6±1.6 <sup>b</sup>	6.5±2.1 <sup>b</sup>
<b>Impresión general</b>	7.75±0.7 <sup>a</sup>	7.75±0.7 <sup>a</sup>	7.67±0.8 <sup>ab</sup>	6.67±1.4 <sup>ab</sup>	6.65±1.6 <sup>b</sup>
<b>Empaque Semindustrial</b>					
<b>Color</b>	7.6±1.6 <sup>a</sup>	7.7±1.5 <sup>a</sup>	8.1±0.6 <sup>a</sup>	8.0±0.7 <sup>a</sup>	7.9±1.0 <sup>a</sup>
<b>aroma</b>	8.1±1.5 <sup>a</sup>	7.4±1.5 <sup>a</sup>	7.6±1.2 <sup>a</sup>	7.1±1.2 <sup>a</sup>	7.3±0.9 <sup>a</sup>
<b>Sabor</b>	8.1±1.3 <sup>a</sup>	8.5±1.3 <sup>a</sup>	8.5±0.7 <sup>a</sup>	7.6±1.2 <sup>a</sup>	8.0±0.7 <sup>a</sup>
<b>Textura</b>	8.4±0.9 <sup>a</sup>	8.25±1.2 <sup>a</sup>	8.5±1.1 <sup>a</sup>	7.7±1.4 <sup>a</sup>	8.0±0.9 <sup>a</sup>
<b>Impresión general</b>	8.25±1.2 <sup>a</sup>	8.0±0.7 <sup>a</sup>	8.2±0.7 <sup>a</sup>	7.5±1.4 <sup>a</sup>	7.7±0.5 <sup>a</sup>

Se realizó una prueba de aceptación que es utilizada para medir la evolución del agrado o desagrado por los consumidores, implementándose una escala hedónica, siendo de fácil entendimiento con mínimas instrucciones y usada en numerosos productos (Laguna, 2013).

El aroma en B.1 y B.2 fue el parámetro que no cambio durante el almacenamiento según los jueces, el color no presento variación en el almacenamiento para B.1.N y B.2, el sabor para B.1.A y B.2.A no se registró cambios durante el almacenamiento. Por el contrario la textura y la impresión general en B.1 y B.2.N presentaron diferencias estadísticamente significativas durante los 30 días evaluados evidenciándose una disminución de la aceptabilidad el día 20 de almacenamiento, validando los resultados de las pruebas físicas, en el cual los empaques artesanales presentan más variabilidad que los empaques semindustriales, los resultados obtenidos son similares a los registrados por Congote (2010), en el cual la textura es un parámetro que cambia durante el almacenamiento y el aroma, color y apariencia del producto no presentaron diferencias significativas a lo largo del estudio.

En general los bizcochos presentaron calificaciones por encima de la media con valores de 7.1 a 9.0 puntos (me gusta) al inicio del almacenamiento. Después del día 20 de almacenamiento la calificación fue disminuyendo, evidenciándose un mayor cambio en B.1.

## 7. CONCLUSIONES

Los resultados permiten concluir que a medida que avanza el tiempo de almacenamiento en anaquel, se presentan cambios en los atributos de calidad del bizcocho de achira, que sin duda afectan la percepción de frescura y calidad por parte de los consumidores; estos cambios son más notorios cuando el producto es elaborado y empacado de forma artesanal.

Los resultados de dureza obtenidos del análisis físico para los bizcochos de achira, presento cambios significativos en los empaques artesanales durante el almacenamiento, empezando a variar desde el día 5 en adelante, a lo cual, los jueces percibieron pérdida de frescura y calidad disminuyendo su aceptación después del día 15.

El color en los bizcochos de achira no presento cambios significativo expresado por los jueces durante el almacenamiento, pero los resultados de la prueba de color del análisis físico si se presentaron cambios significativos durante el almacenamiento, para los dos tipos de empaque, por lo cual, muy posiblemente el material de los empaques no detiene el cambio de tonalidad que pueden presentar estos productos.

Los resultados de la prueba de humedad y  $a_w$  presentaron cambios significativos en el empaque artesanal durante el almacenamiento, indicándonos que el tipo de material en el que se encuentran los bizcochos no es impermeable al vapor de agua permitiendo la re humidificación afectando la percepción de frescura en los bizcochos de achira descritos en los parámetros sensoriales de textura y sabor evaluados por los panelistas, la cual disminuye después del día 15 de almacenamiento.

En el empaque semindustrial los parámetros de humedad y  $a_w$  presentaron diferencias estadísticamente significativas durante el almacenamiento, pero estos cambios no afectaron la percepción de frescura evaluada por los panelistas, los cuales no se observaron cambios en la textura e impresión general en este tipo de producto.

Los parámetros evaluados por los jueces para los bizcochos de achira empacados artesanalmente presentaron variaciones significativas en sabor, textura e impresión general, con un tiempo máximo de calidad de 15 a 20 días de almacenamiento.

En la prueba de aceptabilidad para el empaque semindustrial observaron cambios mínimas durante los 30 días de almacenamiento, conservando mejor los parámetros de textura, color, aroma e impresión general, excepto el parámetro de sabor, el cual presento cambios significativos durante el almacenamiento.

## **8. RECOMENDACIONES**

Para mejorar los procesos de elaboración y permitir una mayor competitividad en mercados nacionales e internacionales con este tipo de productos se hace necesario introducir mejoras para conseguir un nivel medio de industrialización en los establecimientos dedicados a la producción artesanal de bizcochos de achira; este tipo de mejoras en el proceso permitirá conservar por mayor tiempo los atributos de calidad y por tanto la aceptación por los consumidores.

Uno de los mayores inconvenientes en el almacenamiento de los bizcochos de achira es la ganancia de humedad, siendo más evidente en los empaques artesanales. Al implementar empaques con materiales con menor permeabilidad al vapor de agua se puede evitar o retrasar esta rehumidificación en los bizcochos de achira, por lo que al ofrecer un producto debidamente sellado y rotulado presentará mejor aceptación a los consumidores y permitirá tener una trazabilidad de los productos distribuidos en mercados nacionales e internacionales.

Los resultados de este estudio sugieren que se pueden formular otros estudios científicos con diferentes materiales utilizados en los empaques, similares a los utilizados en la industria de las galletas, los cuales presentan gran variabilidad de empaques como los son las cajas plásticas, de cartón, de metal y diferentes aleaciones de materiales, para observar la evolución de los atributos de calidad.

Con la obtención de la denominación de origen otorgada por la superintendencia de industria y comercio (SIC) desde el 2010, se hace necesario que la industria regional adopte esta normatividad, y estandarice las características implementadas en la resolución N° 0023115, que permitirá controlar mejor los procesos que la industria requiera.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah, M, Z., Guan, L, C., Lim, K, C., Karim, A, A., 2004. The Applications of Computer Vision and Tomographic Radar Imaging for assessing physical properties of food. *Journal of Food Engineering* 61: 125-135.
- Ayyappan, P., Abiraml, A., Anbuvaahini, NA., Tamil Kumaran, PS., Naresh, M., Malathi, M., Usha, A., 2016. Physicochemical Properties of Cookies Enrichend with *xylooligosaccharidos*. *Food Science and Technology International* 0(0).p 1-9.
- Aziah, N, A., Mohamad, N, A., Ho, L-H., 2012. Physicochemical and Organoleptic Properties of Cookies Incorporated with Legume Flour. *International Food Research Journal* 19(4): 1539-1543.
- Badui, S., 2006. *Química de los Alimentos*, Pearson Educación, vol 4, México.738pp.
- Baltsavias, A., Jurgens, A., Van Vliet, T., 1999. Fracture Properties of Short-Dough Biscuits: Effect of Composition. *Journal of cereal Science* 29, 235-244.
- BIS, Bureau of Indian Standards. 2002. IS 1011.Biscuits – Specification.
- Caicedo, G, E., Rozo, L, S., Rengifo, G., 2003. *La Achira Alternativa Agroindustrial para Áreas de Economía Campesina*. Corpoica. Primera edición. Huila, Colombia.
- Carvajal, G., 2010. Blooger.com. Mi Huila Bello: Bizcochos de Achira. Consultado el 14 de marzo de 2016.<http://mihuilabello.blogspot.com.co/2010/09/bizcocho-de-achira.html>.
- Casp, A., 2014. *Tecnología de los Alimentos de Origen Vegetal*, Editorial Síntesis S.A. Vol 2. España.
- Castellanos, L., 2003. *Formación de un Panel Sensorial Entrenado*. Guatemala, UVG/INCAP/OPS. 100 pp.
- Cauvain, S, P., Young, L, S., 2000. *Bakery Food Manufacture and Quality* (p. 120). Oxford: Blackwell Science. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470999332>.
- Chia, S, L., Chong, G, H., 2015. Effect of Drum Drying on Physico-Chemical Characteristics of Dragon Fruit Peel (*Hylocereus polyrhizus*). *International Journal of Food Engineering*, 11, 285–293.

Congote, P., 2010. Entrenamiento del Panel Sensorial de la Compañía de Galletas Noel s.a.s. en Pruebas Discriminativas y Descriptivas. Corporación Universitaria Lasallista facultad de ingeniería. Caldas, Colombia.

Cordi, M., Garzón, J, R., 2003. Estudio Técnico para Montaje de una Planta Productora de Bizcochos de Achiras. Universidad de la Sabana. Chía, Colombia.

Cortes-Macías, E, T., Gutierrez-Guzmán, N., Amorocho-Cruz, C, M., Peña-Gómez, N., 2016. Evolución de Parámetros Físico-químicos de Quesillo Huilense en Almacenamiento Refrigerado. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, vol. 14 No 2, p. 110-118.

Červenka, L., Brožková, I., Vytřasová, J., 2006 Effects of the Principal Ingredients of Biscuits Upon Water Activity. Journal of Food and Nutrition Research. Vol. 45, No. 1, p 39-43.

Gaines C.S., 1994. “The Science of Cookie and Cracker Production”, Faridi H, New York, p.455 – 495.

Godoy, R, M., 2010. Análisis Químico, Evolución Sensorial y Valor Proteico de una Galleta de Harina de Trigo (*Triticum Aestivum*) y Harina de Arveja Dulce (*Pisum Sativum*). Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala.

Heredia, F, J., 2009. Apunte del Curso El Color: Fundamentos y Aplicaciones, Dictado en UNS, Bahía Blanca, noviembre.

Ho, L-H., Abdul latif, N, W, B., 2016. Nutritional Composition Physical Properties and Sensory Evaluation of Cookies Prepared from wheat Flour and Pitaya (*Hyloceresus Undatus*) Peel Flour. Cogent Food and Agriculture.2:1136369.

Laguna, L., 2003. Reformulación de Galletas de Masa Corta: Cambios Reológicos, Textura y Propiedades Sensoriales. Tesis doctoral del área de alimentos. Universidad politécnica de valencia. Valencia, España, abril.

Leung, H, L., 1987. Influence of Water Activity on Chemical Reactivity. In: Rockland, Edition L. B. Beuchat L. B. Water Activity: Theory and Application to Food. New York: Marcel Dekker, pp. 27-53.

McMinn, W, A, M., McKee, D, J., Magee, R, A., 2007. Moisture Adsorption Behaviour of

- Oameal Biscuit and oat Flakes. *Journal of Food Engineering* Elsevier, 79.p 481-493.
- Manley, D., 2000. *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*, 3rd Edition, Cambridge, Woodhead.
- Meilgaard, M., civille, G, V., Carr, B, T., 1991. *Sensory Evaluation Techniques* (2nd Ed.). Boca Raton, FL: CRC Press Inc. p 288.
- Monteiro, A, R, G., Martins, M, F., 2003. *Processo de Productos na Industria de Biscoitos: Estudos em Casos de Fabricantes de Médio porte*. V Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos, 1-10pp.
- NTC. 2007. *Norma Técnica Colombiana ICONTEC Internacional*. Bogotá D.C, Colombia.
- Pasqualone, A., Bianco, A, M., Paradiso, V, M., 2013. *Production Trials to Improve the Nutritional Quality of Biscuits and to Enrich them with Natural Anthocyanins*. *Food Science and Technology Unit, Department of Soil, Plant and Food Sciences, University of Bari, Via Amendola, 165/A, I 70126, Bari, Italy*. Vol. 11, No. 4, 2013 Taylor & Francis, <http://dx.doi.org/10.1080/30130819476337.2012.753113>
- Pereira, D., P. M. R. Correia., and R. Guiné. 2013. *Analysis of the Physical-Chemical and Sensorial Properties of Maria Type Cookies*, 2 *Acta Chimica Slovaca* 6, 269 – 280. Doi: 10.2478/ACS-2013-0040.
- Ramírez, A., Guerra, E., García, B., 2000. *Browning Indicators in Bread*, Departamento de Nutrición y Bromatología, Facultad de Farmacia. Universidad de Granada, Campus Universitario de Cartuja, 18012 Granada, Spain.
- Ramírez, J, S., Rodríguez de Stouvenel, A., 2012. *Caracterización del Quesillo Colombiano por Espectrocolorimetría*. *Vitae*, vol. 19, No. 2, pp.178-185.
- Ramírez, R, M., Huayanay, C, L., 2014. *Análisis Determinación de Humedad*, Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Perú.
- Reed, K, A., Sims, Ch, A., Gorbet, D, W., ÓKeefe, S, F., 2002. *Storage Water Activity Affects Flavor Fade in High and Normal Oleic Peanuts*. *Food Research International*, 35, pp. 769-774.

Rodríguez, E., Lascano, A., & Sandoval, G., 2012. Influence of the Partial Substitution of Wheat Flour for Quinoa and Potato Flour on the Thermomechanical and Breadmaking Properties. *Rev. U.D.C.A Act & Div. Cient.*, 15, 199-207.

Rosenthal, A., 2001. *Textura de los Alimentos: Medida y Percepción*. Zaragoza (España): Editorial ACRIBIA S.A.

Ross, K., 1975. Estimation of Water Activity in Intermediate Moisture Foods. *Food Technol.* 29(3), 26-30.

Roudot, A, C., 2004. *Reología y Análisis de la Textura de los Alimentos*. Zaragoza (España): Editorial ACRIBIA S.A.

Sunday, S, A., 2001. Effect of Temperature on the Moisture Sorption Isotherm of Biscuit Containing Processed Mango (*Mangifera indica*) kernel flour. Department of Food Science and Technology, The Federal Polytechnic, PMB 1037, Idah, Kogi State, Nigeria. *Journal of Food Engineering* 48: 121-125.

Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woolsey, A., singleton, R, C., 1974. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis, *Food Technology* 45(6), 88, 90, 92-95.

Stone, H., Sidel, J, E., 2004. *Sensory Evaluation Practices*. Third Edition. *Food Science and Technology*. International series. Elsevier Academic Press, London, UK.

Van Kleef, E., Van Trijp, H, C, M., Luning, P., 2006. Internal Versus External Preference Analysis: an Exploratory Study on and-user Evaluation. *Food Quality and Preference* 408, 17: 387-399.

Wyszecki, G., Stiles, W, S., 1982. *Color Science. Concepts and Methods Quantitative Data and Formulae*. 2ndEdition. John Wileny & Son, New York, pp 117-248.

Zanoni, B., Peri, C., Bruno, D., 1995. Modelling of Browning Kinetics of Bread Crust During Baking. *LWT—Food Science and Technology* 28: 604–609.

# **ANEXOS**

**Anexo A.** Formato para la prueba de aceptabilidad del bizcocho de achira.

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBINA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA AGRÍCOLA  
CENTRO SURCOLOMBIANO DE INVESTIGACIÓN EN CAFÉ “CESURCAFÉ”**

**Formulario de evaluación de los factores de calidad bizcochos de achiras del Huila**

**Observaciones:** para la muestra de bizcochos que usted va a evaluar, encierre en un círculo el valor que considere más apropiado.

Enjuagarse la boca con agua antes de probar cada muestra.

Evaluador:										
Fecha:							Muestra:			
1. Color										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No aceptable									Aceptable	
2. Aroma										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No aceptable									Aceptable	
3. Sabor										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No aceptable									Aceptable	
4. Textura										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No aceptable									Aceptable	
5. impresión general										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No aceptable									Aceptable	
Observaciones:										