

**EVALUACIÓN DE LA ESTEVIA (*Stevia Rebaudiana* Bertoni) Y  
ESTEVIÓSIDO, COMO SUSTITUTOS INDUSTRIALES DE LA SACAROSA  
EN EL PROCESO DE PANIFICACIÓN.**

**DIANA CAROLINA CASTAÑEDA TORRES  
JORGE ALBERTO BÁEZ ACEVEDO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BUCARAMANGA  
2008**

**EVALUACIÓN DE LA ESTEVIA (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) Y  
ESTEVIÓSIDO, COMO SUSTITUTOS INDUSTRIALES DE LA SACAROSA  
EN EL PROCESO DE PANIFICACIÓN.**

**DIANA CAROLINA CASTAÑEDA TORRES  
JORGE ALBERTO BAEZ ACEVEDO**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Químico.**

**Director  
LEONARDO ACEVEDO DUARTE.  
Ingeniero Químico, Ph D.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA  
BUCARAMANGA**

**2008**

A Dios todo.

A mis papás por no dejar de creer en mí,

A mis hermanos; especialmente Andrea por su ejemplo,

Al profesor Leonardo A. por su simpatía y hacerme reír tanto,

A George por su paciencia,

A mis compañeras; la vieja Sonya, Yadi y Sandra por estar siempre ahí,

A los "jóvenes" Carlos, Holman y Giovanni por hacerme reír todo el tiempo.

*Diana C.*

**En especial este trabajo esta dedicado a mis padres y hermanos;  
por siempre estar ahí.**

**A mis abuelos por todo el cariño**

**A los amigos por eso mismo**

**y a Dios por todo.**

**Jorge Báez Acevedo**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Doctor Leonardo Acevedo Duarte, director de este proyecto, por su confianza y respaldo.

Doctoras Alba Lucía Arambula y Clara Inés Sánchez, profesoras de la Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico de la UIS, por sus enseñanzas, disposición y apoyo.

Centro de Investigaciones para el Desarrollo Agroindustrial CIAGRO; y su personal, por el apoyo y colaboración.

Cooperativa de Panificadores de Santander COOPASAN y a su personal por el apoyo financiero y facilitarnos el uso de sus instalaciones.

La Universidad Industrial de Santander en especial a la de Escuela Ingeniería Química por brindarnos la formación profesional.

A todas las personas que de alguna forma estuvieron vinculadas en el desarrollo de este proyecto.

## CONTENIDO

	<i>Página</i>
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>1. GENERALIDADES</b>	3
<b>2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</b>	5
<b>2.1 PRUEBAS PRELIMINARES</b>	5
<b>2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL</b>	6
<b>2.2.1 Determinación de variables operacionales</b>	6
<b>2.2.2 Metodología de experimentación</b>	7
2.2.2.1 Diseño preliminar de ensayos	7
2.2.2.2 Método evaluativo de ensayos	8
2.2.2.2.1 Evaluación de las condiciones de proceso y de calidad del producto	8
2.2.2.2.2 Evaluación organoléptica	9
<b>2.3 DESARROLLO EXPERIMENTAL</b>	10
<b>2.4 ESTUDIO DE LAS ETAPAS MÁS INFLUENCIADAS POR LOS ENDULZANTES</b>	12
<b>2.4.1 Etapa de fermentación</b>	12
2.4.1.1 Variación del volumen de la masa en el tiempo fermentativo	12
2.4.1.2 Comportamiento microbiológico de la levadura en medios sólidos con fuente de carbono estevia en hoja, esteviósido y harina de trigo COOPASAN	13
<b>2.4.2 Etapa de cocción</b>	14
2.4.2.1 Curva de Temperatura respecto al tiempo en la etapa de cocción	14
<b>2.5 CARACTERIZACIÓN DEL NUEVO PRODUCTO</b>	14
<b>2.5.1 Análisis Físico-Químicos y microbiológicos</b>	14
2.5.1.1 pH y tabla nutricional	14
2.5.1.2 Análisis microbiológicos	14
<b>2.5.2 Actividad de agua y vida útil</b>	14
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	15
<b>3.1 RESULTADOS DEL DESARROLLO EXPERIMENTAL</b>	15
<b>3.1.1 Resultados cuantitativos y cualitativos para pan con estevia</b>	15
<b>3.1.2 Resultados cuantitativos y cualitativos para pan con esteviósido</b>	16
<b>3.1.3 Evaluación organoléptica</b>	16

<b>3.2 RESULTADO DE LA INFLUENCIA DE LOS ENDULZANTES EN LAS ETAPAS MÁS AFECTADAS</b>	19
<b>3.2.1 Etapa de fermentación</b>	19
3.2.1.1 Variación del volumen de la masa en el tiempo fermentativo	19
3.2.1.2 Comportamiento microbiológico de la levadura en medios sólidos con fuente de carbono estevia en hoja, esteviósido y harina de trigo COOPASAN.	20
<b>3.2.2 Etapa de cocción</b>	22
3.2.2.1 Curvas de Temperatura respecto al tiempo en la etapa de cocción	22
<b>3.3. CARACTERIZACIÓN DEL NUEVO PRODUCTO</b>	24
3.3.1 Análisis físico-químicos y microbiológicos	24
3.3.1.1 pH y Tabla nutricional	24
3.3.1.2 Análisis microbiológicos	25
3.3.2 Actividad de agua y vida útil	25
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	26
<b>4.1 CONCLUSIONES</b>	26
<b>4.2 RECOMENDACIONES</b>	27
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	28
<b>ANEXO A</b>	30
<b>ANEXO B</b>	35
<b>ANEXO C</b>	36
<b>ANEXO D</b>	46
<b>ANEXO E</b>	48

## LISTA DE TABLAS

	<b><i>Página</i></b>
<b>Tabla 1.</b> Puntos críticos en calidad de las pruebas preliminares	5
<b>Tabla 2.</b> Variables operacionales incidentes en las características de calidad del producto (pan con Estevia y pan con Esteviósido)	7
<b>Tabla 3.</b> Variables operacionales incidentes en el proceso de elaboración de pan con estevia y pan con esteviósido	7
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de las variables dependientes según criterios evaluadores	9
<b>Tabla 5.</b> Procedimiento para los ensayos de pan con estevia con respuestas cuantitativas	11
<b>Tabla 6.</b> Procedimiento para los ensayos de pan con estevia con respuestas cualitativas	11
<b>Tabla 7.</b> Procedimiento para los ensayos de pan con esteviósido con respuestas cuantitativas	12
<b>Tabla 8.</b> Procedimiento para los ensayos de pan con esteviósido con respuestas cualitativas	12
<b>Tabla 9.</b> Composición de medios sólidos experimentales para el crecimiento de <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	13
<b>Tabla 10.</b> Soluciones de referencia utilizadas para medir actividad de agua	14
<b>Tabla 11.</b> Variación de pH en el tiempo de los productos ya aprobados	24
<b>Tabla 12.</b> Tabla nutricional de los productos ya aprobados	25
<b>Tabla 13.</b> Resultados microbiológicos de los productos aprobados	25
<b>Tabla 14.</b> Actividad de agua para pan de acuerdo al endulzante utilizado.	25

## LISTA DE FIGURAS

	<i><b>Página</b></i>
<b>Figura 1.</b> Estructuras de los principales glucósidos de diperteno presentes en la hoja de estevia.	4
<b>Figura 2.</b> Etapas para el desarrollo del proyecto	5
<b>Figura 3.</b> Niveles de aceptación del Pan con Estevia	17
<b>Figura 4.</b> Niveles de aceptación del pan con Esteviósido	17
<b>Figura 5.</b> Grado de dulzor del pan con estevia.	17
<b>Figura 6.</b> Grado de dulzor del pan con esteviósido	17
<b>Figura 7.</b> Apreciación de la textura del pan con estevia	18
<b>Figura 8.</b> Apreciación de la textura del pan con Esteviósido	18
<b>Figura 9.</b> Valoración del aroma en el pan con estevia	18
<b>Figura 10.</b> Valoración del aroma en el pan con esteviósido	18
<b>Figura 11.</b> Valoración del color del pan con estevia	19
<b>Figura 12.</b> Valoración del color del pan con esteviósido	19
<b>Figura 13.</b> Comparación entre los dos tipos de panes según la preferencia del consumidor	19
<b>Figura 14.</b> Capacidad leudante en la etapa de fermentación para panes con estevia, esteviósido y sacarosa	20
<b>Figura 15.</b> Comparación del crecimiento de la levadura en medios experimentales estevia y esteviósido	21
<b>Figura 16.</b> Comparación del crecimiento de la levadura en medios experimentales con harina de trigo COOPASAN, estevia y esteviósido	21
<b>Figura 17.</b> Curva de temperatura respecto al tiempo durante la cocción para pan común con sacarosa	22
<b>Figura 18.</b> Curva de temperatura respecto al tiempo durante la cocción para pan común con estevia	23
<b>Figura 19.</b> Curva de temperatura respecto al tiempo durante la cocción para pan común con esteviósido	23

**TITULO:** EVALUACIÓN DE LA ESTEVIA (*STEVIA REBAUDIANA* BERTONI) Y ESTEVIÓSIDO, COMO SUSTITUTOS INDUSTRIALES DE LA SACAROSA EN EL PROCESO DE PANIFICACION. \*

**AUTOR:** BÁEZ A. Jorge A., CASTAÑEDA T. Diana C. \*\*

**PALABRAS CLAVES:** estevia, esteviósido, pan, edulcorante

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito, ser una base tecnológica para el uso de edulcorantes alternativos en alimentos y específicamente determinar la viabilidad de usar estevia en hoja y su extracto (esteviósido) en el sector panadero, debido al creciente uso de bioalcohol carburante producido de la caña de azúcar; lo cual eleva significativamente los precios del azúcar (99,8 % sacarosa) y genera una situación desfavorable a las industrias que la utilizan como materia prima.

Para cumplir con los objetivos del proyecto se estableció un sistema de evaluación de las variables más influenciadas en el proceso de elaboración de pan (método directo) y las características de calidad más afectadas; especificadas en la norma NTC 1363. La metodología utilizada se basó en el desarrollo de un método secuencial con retroalimentación interna prueba a prueba y una posterior caracterización del producto a través de análisis físico-químicos y microbiológicos. Se hace especial énfasis en las etapas de fermentación y cocción porque fueron las más afectadas.

Los resultados muestran la desviación de las características en los productos respecto a los parámetros expresados en la norma colombiana además de cambios en las condiciones de proceso al desarrollar el nuevo producto. Se evidenció también baja vida útil en los productos, la cual se analizó bajo el concepto de actividad de agua; se descarta la posibilidad de utilizar a la estevia como conservante en productos de panificación si bien ejerce cierta actividad antimicrobiana sobre la levadura *Saccharomyces Cerevisiae*. Se contempla la posibilidad del consumo del producto por personas que controlen el aporte energético de los alimentos, gracias a la disminución de calorías metabolizables y al aumento en fibra aunque se pone en juicio la posible aplicación de la estevia en hoja en la panificación y se presentan las ventajas de trabajar con su extracto.

---

\* Trabajo de grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería Química, Ph D. Leonardo Acevedo Duarte.

**TITLE:** EVALUATION OF STEVIA (*STEVIA REBAUDIANA* BERTONI) AND STEVIOSIDE LIKE INDUSTRIAL SUBSTITUTES OF SUCROSE IN BREAD-MAKING PROCESS \*

**AUTHOR:** BÁEZ A. Jorge A., CASTAÑEDA T. Diana C. \*\*

**KEY WORDS:** stevia, stevioside, bread, sweetener, sugar substitute

### ABSTRACT

The present work has like intention to be a technological base for the use of alternative food sweeteners and specifically to determine the viability to use stevia leaf and stevioside (stevia's extract) in the baker industry, due in part to the increasing use of bioethanol from sugar cane; this reason significantly lifts the prices of the sugar (99.8% sucrose) and generates an unfavorable situation to industries that use it like raw material.

In order to fulfill the objectives of the project a system of evaluation of the variables of greater incidence in the bread elaboration process (direct method) and quality specified characteristics by norm NTC 1363 settled down. The used methodology was based on the development of a sequential method essay by essay with internal feedback test and a later product characterization through physical chemistry and microbiological analyses. In the variables evaluation was made a special emphasis in the stages of fermentation and baking.

The results show the products characteristics deviation respect to the parameters expressed in the Colombian norm, besides changes in the process conditions to develop the new product, likewise, lowers products life utility was analyzed under water activity concept; estevia was rejected like a baking products preservative although stevia has antimicrobial capacity over *Saccharomyces Cerevisiae*. The possibility of the product consumption is contemplated for those who must control the foods power contribution, due to the decrement in metabolizable calories and to the increase in fiber, even though, the stevia leaf possible application in baking is put in judgment and the advantages to work with their extract appear.

---

\* Undergraduated thesis.

\*\* Faculty of Physiochemical Engineering, School of Chemical Engineering, Ph D. Leonardo Acevedo Duarte.

## INTRODUCCIÓN

Hay motivos para que, por lo menos en Colombia, se incrementen los precios del azúcar (prácticamente 100% sacarosa), por perspectivas interesantes para el comercio internacional y sobretodo a raíz de que a partir de Noviembre del año 2005, comenzó a regir la norma que obliga a adicionar un 10% de bioalcohol carburante a la gasolina; producido principalmente a partir de la caña de azúcar que antes iba casi en un 100% a edulcorante; generando una situación desfavorable y de significativo impacto para algunos sectores de la economía colombiana que emplean azúcar como materia prima, como por ejemplo; el sector panadero, dulcero, el sector de bebidas y en general, el de los alimentos. El transporte es parte importante del precio global del azúcar, sobretodo por la concentración geográfica de la producción en el Valle del Cauca.

Por otro lado, se dan tendencias muy fuertes relacionadas con los hábitos alimenticios que identifican a la sacarosa (endulzante de mayor frecuencia utilizado) como un componente no deseable por sus efectos en obesidad, además como; una vía para enfermedades cardiovasculares, diabetes, caries dental, control de glicemia entre otras; Este factor presiona fuertemente a la sustitución de la sacarosa por otros edulcorantes que suelen ser preferidos culturalmente por ser "Light", sanos, dietéticos, estéticos, verdes, orgánicos o ecológicos.

La industria panadera (y sus cercanas como la de postres y ponqués, etc.) es identificada como una de las principales fuentes u orígenes muy apetecidos por los excesos calóricos de la población. El pan es un alimento que es sinónimo de alimento y lo antes descrito le impone una presión para investigar nuevas alternativas que permitan obtener un producto más dietético, con similares propiedades nutricionales, a un precio adsequible al consumidor final.

El escenario descrito es cada vez más favorable para la estevia; conocida como endulzante natural no calórico nativo de Sur América; al cual se le

atribuyen efectos benéficos en la salud humana [12] y cuyo consumo se encuentra en aumento.

Como punto de partida, no se conocen aplicaciones en el área de panificación endulzados con estevia y esteviósido. La UIS por medio de la unidad ejecutora: –CIAGRO-, desde Marzo del 2004 comenzó a investigar estos productos; en la actualidad se producen pequeñas cantidades de yogurt con estevia, adecuado para personas que controlan los niveles de azúcar en la sangre; igualmente empresas como COOPASAN presentan un interés por desarrollar nuevos productos en el área de panificación con estevia y esteviósido, que podrían ser consumidos por personas que deseen prevenir el incremento en los niveles de azúcar en la sangre, personas con dietas especiales y sin afectar las características organolépticas de los alimentos endulzados. Se conocen algunos resultados positivos en la adición de estevia como ingrediente del pan en algunos países Suramericanos, sin embargo; la literatura no entrega mayores detalles técnicos, COOPASAN también ha elaborado productos de panadería a base de estevia pero con la ejecución de este proyecto desea continuar, ampliar y mejorar en la elaboración de pan y para ello ha buscado el apoyo de la Universidad Industrial de Santander y de su unidad ejecutora: CIAGRO.

Este documento consigna los resultados de un trabajo de investigación cuyo objetivo fue la evaluación experimental de la viabilidad de aplicar estevia y esteviósido en la industria panadera; para ello se determinó la influencia de la estevia (hoja seca molida) y esteviósido (componente activo y más abundante en la hoja) en el proceso de elaboración de pan y en las características nutricionales, organolépticas y de calidad del producto final además de la viabilidad de su aplicación en el sector panadero. Se llega a los resultados referidos por medio de la aplicación de un diseño experimental para identificar y explicar el porque de las variables de mayor incidencia en el proceso de elaboración de pan con estevia y esteviósido; involucrando un seguimiento físico-químico y microbiológico al producto para garantizar el cumplimiento de la normatividad colombiana, además de realizar pruebas calorimétricas para determinar el aporte energético de los alimentos.

## 1. GENERALIDADES

El pan es el producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies propias de la fermentación panaria, como *Saccharomyces cerevisiae* [17].

En el comercio se diferencian dos tipos de panes:

I. Pan común (según la norma NTC 1363 (Anexo E)): producto poroso obtenido de la cocción de una masa preparada con una mezcla esencialmente compuesta de harina de trigo, levadura, agua potable y sal. La cual puede contener grasa de origen vegetal o animal, aceite hidrogenado, mantequilla, margarina diastasa.

La norma clasifica al pan común según sus agregados, así:

Pan blando: Aquél de corteza blanda y que contiene principalmente harina de trigo, agua levadura, sal adicionado de grasa y azúcar.

COOPASAN, como entidad beneficiada, tenía interés en obtener en primera instancia un pan común tipo blando sustituyendo el azúcar (99.8% sacarosa) por estevia y esteviósido. Los resultados de este trabajo servirán como base para ser aplicados a la elaboración de panes especiales<sup>1</sup>.

La estevia; cuyo nombre científico es *Stevia Rebaudiana* Bertoni; es una planta herbácea perenne, cuyas hojas contienen glucósidos de diperteno responsables del típico sabor dulce (30-50 veces respecto a la sacarosa), siendo este lo más parecido al azúcar entre todos los edulcorantes naturales.

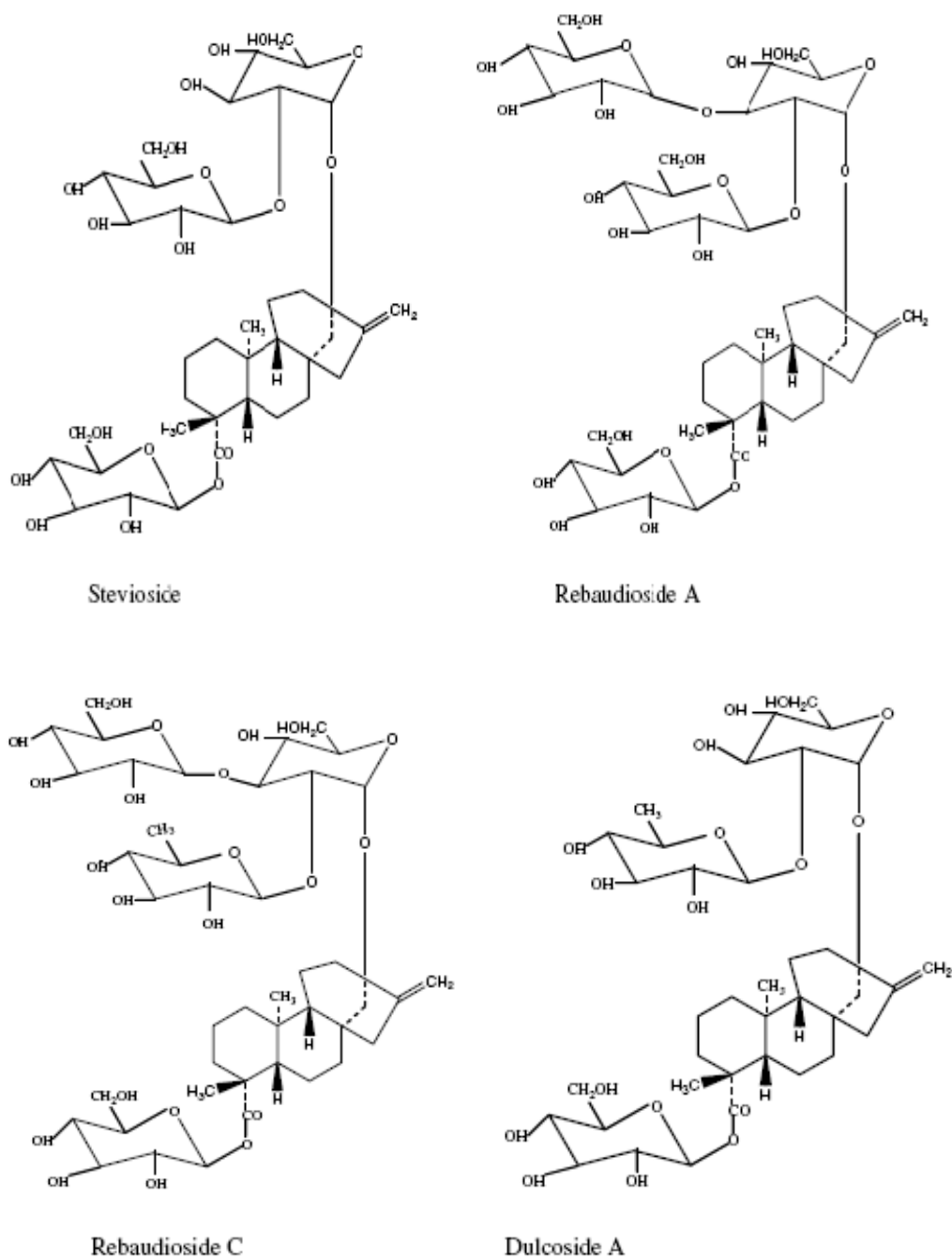
Los principales componentes edulcorantes presentes en la hoja de estevia denominados glucósidos de diperteno son; esteviósido (5%-10%); rebaudiósido A (2%-4%); rebaudiósido C (1%-2%) y dulcósido A (0,5%-1,0%); siendo el esteviósido y el Rebaudiósido A los más abundantes con un poder endulzante de 150-300 veces respecto a la sacarosa.

El esteviósido conocido comercialmente; es un polvo blanco cristalino que se extrae de las hojas de estevia compuesto por una mezcla de los principales glucósidos de diperteno.

---

<sup>1</sup> Aquellos que, por su composición, por incorporar algún aditivo o coadyuvante especial, por el tipo de harina, por otros ingredientes especiales (leche, huevos, grasas, cacao, etc.), por no llevar sal, por no haber sido fermentado, o por cualquier otra circunstancia autorizada, no corresponde a la definición básica de pan común [17].

**Figura 1.** Estructuras de los principales glucósidos de diperteno presentes en la hoja de estevia.

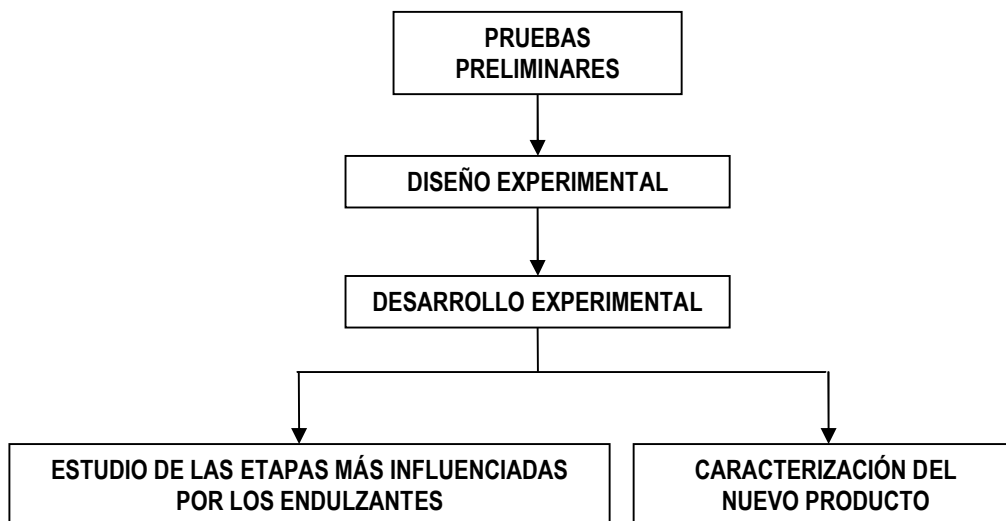


Fuente. [15]

## 2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

El diagrama de bloques de la Figura 2. representa el proceso experimental y de análisis con cada una de las etapas ejecutadas para el desarrollo del proyecto.

**Figura 2.** Etapas para el desarrollo del proyecto



Se procede a describir y comentar cada etapa.

### 2.1 PRUEBAS PRELIMINARES

Las pruebas preliminares consistieron básicamente en sustituir la sacarosa por estevia y por estevósido<sup>2</sup> en una formulación y condiciones de proceso establecidas por COOPASAN<sup>3</sup>. Se realizaron pruebas para pan con estevia y pan con estevósido. Los resultados mostraron una gran influencia de la estevia en el proceso y en la calidad del producto; sin embargo; esto se dio en menor grado en el caso del estevósido. La Tabla 1 muestra los puntos críticos en la calidad del producto.

**Tabla 1.** Puntos críticos en calidad de las pruebas preliminares

VARIABLE	Pan con estevia	Pan con estevósido
Volumen específico prom. (cm <sup>3</sup> /g)	3,83	4.01
Textura	dura	Dura a suave
Grietas	presentes	presentes
Miga	No adecuada	aceptable
Ampollas	presentes	presentes
Color	sin color	Pálido
Olor	inoloro	inoloro
Vida útil	4	5

<sup>2</sup> La relación sacarosa-estevia y sacarosa-estevósido se dedujo a partir de información dada por los proveedores de estos edulcorantes.

<sup>3</sup> Los datos exactos de las formulaciones no pueden ser publicados en este trabajo de grado debido a un preacuerdo entre COLCIENCIAS Y COOPASAN.

## **2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Debido a los resultados obtenidos en las pruebas preliminares (Tabla 1) se decidió establecer un diseño experimental para atacar los problemas referidos en las pruebas preliminares, sin embargo el pan con estevia presentó mayores variaciones en la calidad y en el proceso respecto a lo ya conocido para el pan con sacarosa, por esta razón se decidió abordar primero su evaluación; la cual, esgrimió condiciones iniciales en el desarrollo del diseño experimental de pan con esteviósido.

### **2.2.1 Determinación de variables operacionales**

Las variables operacionales fueron variables manipulables en cada etapa del proceso utilizadas para mejorar los puntos críticos obtenidos en las pruebas preliminares.

La metodología para la determinar las variables operacionales, estuvo basada en la revisión bibliográfica de las variables de mayor incidencia en el proceso de panificación (Anexo A). La relación establecida entre las variables operacionales y los puntos críticos de los ensayos preliminares se presentan en las Tablas 2 y 3 para cada etapa del proceso.

Cabe resaltar que la Tabla 2 hace referencia a la relación establecida por etapas entre las variables operacionales y las características de calidad hallados en los puntos críticos; mientras que la Tabla 3 relaciona las variables operaciones con las variables de proceso hallados en los puntos críticos.

En las tablas 2 y 3 la referencia en rojo indica que estas variables ya estaban especificadas para cuando se llevo a cabo el desarrollo experimental para el pan con esteviósido.

Las variables independientes ( $x$ ) se definieron como aquellas variables manipulables en el proceso y las dependientes ( $y$ ); como aquellas variables que dependieron o que eran respuesta a cambios efectuados en las independientes. Los intervalos de llegada se estimaron de acuerdo a la norma NTC 1363 (Anexo E) y a las condiciones de proceso ya establecidas dentro del sector panificador.

**Tabla 2.** Variables operacionales incidentes en las características de calidad del producto (pan con Estevia y pan con Esteviósido)

VARIABLES OPERACIONALES DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD PARA AMBOS TIPO DE PANES							
	INDEPENDIENTES	x	Intervalos de Partida	DEPENDIENTES	y=f(x)	Intervalos de llegada	
Materia Prima	Estevia (%)	<b>x1</b>	(0,25 , 0,54)	Dulzor del producto	<b>f(x1)</b>	70% aceptación	
				Nivel de Aceptación con estevia	<b>f(x1)</b>	70% aceptación	
	Esteviósido (%)	<b>x2</b>	(0,094 , 0,19)	Dulzor del producto	<b>f(x2)</b>	70% aceptación	
				Nivel de Aceptación con esteviósido	<b>f(x2)</b>	70% aceptación	
	Margarina (%)	<b>x3</b>	(15 , 20)	Pérdida de peso (%)	<b>f(x3)</b>	8 - 14%	
				Textura	<b>f(x3)</b>	70% aceptación	
Agua (%)	<b>x4</b>	(41 , 55)	Pérdida de peso (%)	<b>f(x4)</b>	8 - 14%		
Condiciones de proceso	Mezclado y amasado	Tiempo velocidad 1 (min.)	<b>x6</b>	(2 , 12)	Grietas Posteriores	<b>f(x6)</b>	NO PRESENTES
					Miga	<b>f(x6)</b>	70% aceptación
	Tiempo velocidad 2 (min.)	<b>x7</b>	(1 , 8)	Grietas Posteriores	<b>f(x7)</b>	NO PRESENTES	
				Miga	<b>f(x7)</b>	70% aceptación	
	Fermentación	Humedad (%)	<b>x9</b>	(75 , 85)	Ampollas	<b>f(x9)</b>	NO PRESENTES
	Cocción	Tiempo COCCIÓN (min.)	<b>x10</b>	(15 , 38)	Olor	<b>f(x10)</b>	70% aceptación
					Textura	<b>f(x10)</b>	70% aceptación
					Pérdida de peso (%)	<b>f(x10)</b>	8 - 14%
		Temperatura COCCIÓN (°C)	<b>x11</b>	(180 , 210)	Olor	<b>f(x11)</b>	70% aceptación
	Textura				<b>f(x11)</b>	70% aceptación	
					Pérdida de peso (%)	<b>f(x11)</b>	8 - 14%

**Tabla 3.** Variables operacionales incidentes en el proceso de elaboración de pan con estevia y pan con esteviósido

VARIABLES OPERACIONALES DEL PROCESO PARA AMBOS TIPO DE PANES							
	INDEPENDIENTES	x	Intervalos de Partida	DEPENDIENTES	y=f(x)	Intervalos de llegada	
Materia Prima	Levadura (%)	<b>x5</b>	(1,67 , 3,33)	Tiempo de fermentación (min.)	<b>f(x5)</b>	90 - 120	
Condi. de proceso	Mezclado y amasado	Tiempo velocidad 1 (min.)	<b>x6</b>	(2 , 12)	Temperatura masa (°C)	<b>f(x6)</b>	28 - 33
		Tiempo velocidad 2 (min.)	<b>x7</b>	(1 , 8)	Temperatura masa (°C)	<b>f(x7)</b>	28 - 33
Fermentación	Temperatura (°C)	<b>x8</b>	(26 , 33)	Tiempo de fermentación (min.)	<b>f(x8)</b>	90 - 120	
	Humedad (%)	<b>x9</b>	(75 , 85)	Tiempo de fermentación (min.)	<b>f(x9)</b>	90 - 120	

## 2.2.2 Metodología de experimentación

Basados en las Tablas 2 y 3; se utilizó un método secuencial prueba a prueba con ciclo interno de retroalimentación en donde los resultados de la tarea de prueba y de la evaluación se retroalimentan a la etapa de diseño preliminar de ensayos (ítem 2.2.2.1). El método además contó con una retroalimentación interna de los clientes a través de evaluaciones programadas del equipo técnico y de pruebas organolépticas.

### 2.2.2.1 Diseño preliminar de ensayos

Para el desarrollo de las pruebas, se establecía una formulación con anterioridad al desarrollo de cada prueba, que se registraba en un formato de pruebas, donde se indicaban las cantidades exactas de cada ingrediente y los valores exactos de las variables manipulables o independientes en cada etapa del proceso<sup>4</sup>. El desarrollo de esta ítem, se llevó a cabo en las instalaciones de COOPASAN (Multiservicios) Calle 51# 18 - 54, en el taller de pruebas.

#### 2.2.2.2 Método evaluativo de ensayos

Las variables dependientes, fueron agrupadas en dos grupos según la naturaleza de los criterios evaluadores [20]; evaluación de condiciones de proceso y de calidad del producto y evaluación organoléptica (ver Tabla 4). Cabe mencionar que la relación entre los grupos fue complementaria e integral y enfocada a un mismo objetivo; un producto con un nivel de calidad constante que cumpliera con la norma NTC 1363, además con un proceso de fácil implementación en la industria panificadora Santandereana y con un mayoritario grado de aceptación entre la población.

Cada grupo estableció la valoración de sus correspondientes variables dependientes; mediante valoración cualitativa y cuantitativa.

A continuación se describe el trabajo ejecutado por cada grupo evaluador con los productos que salían de la etapa de ensayos.

##### 2.2.2.2.1 Evaluación de las condiciones de proceso y de calidad del producto

El grupo evaluador fue integrado por la Ingeniera Luz Helena Villamizar investigadora del CIAGRO<sup>5</sup> y por los autores; y se encargó de evaluar y estabilizar el comportamiento de las variables de respuesta o dependientes mediante variables independientes durante el desarrollo de las pruebas.

La evaluación para cada variable dependiente o de respuesta se describe a continuación.

La cuantificación de la **pérdida de peso** en el pan, se realizó a partir de la ecuación 1.

$$\%Pérdida = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} \times 100 \quad \text{Ecuación 1.}$$

---

<sup>4</sup> Los datos exactos de las formulaciones no pueden ser publicados en este trabajo de grado debido a un preacuerdo entre COLCIENCIAS Y COOPASAN.

<sup>5</sup> CIAGRO; Centro de Investigaciones para el Desarrollo Agroindustrial, perteneciente a la Universidad Industrial de Santander, adscrito al Instituto de Educación a Distancia (INSED).

**Tabla 4.** Clasificación de las variables dependientes según criterios evaluadores

DEPENDIENTE	$y=f(x)$	METODO EVALUATIVO DE ENSAYOS			
		Condiciones de proceso y de calidad del producto		Organoléptica	
		A	B	A	B
Temperatura de la masa (amasado) (°C)	$Y_1=f(x_6,x_7)$		X		
Tiempo de fermentación (min.)	$Y_2=f(x_5,x_8,X_9)$		X		
Pérdida de Peso (%)	$Y_3=f(x_3,x_4,x_{10},x_{11})$		X		
Volumen específico (cm <sup>3</sup> /g)	$\mathcal{V}_E$		X		
Dulzor del producto (estevia)	$Y_4=f(x_1)$			X	
Dulzor del producto (esteviósido)	$Y_5=f(x_2)$			X	
Nivel de Aceptación	$Y_6=f(x_1,x_2)$			X	
Textura	$Y_7=f(x_3,x_{10},x_{11})$			X	
Grietas Posteriores	$Y_8=f(x_6,x_7)$	X			
Miga	$Y_9=f(x_6,x_7)$	X			
Ampollas	$Y_{10}=f(x_9)$	X			
Olor	$Y_{11}=f(x_{10}, x_{11})$			X	
Color	$Y_{12}=f(x_{10}, x_{11})$		X	X	
Vida Útil (%)			X		
Tipo de medición		A= Cualitativa B= Cuantitativa			

Los valores de las variables dependientes valoradas cuantitativamente, temperatura de la masa (°C) y tiempo de fermentación (minutos); fueron registrados en el formato de cada prueba, mientras que las variables dependientes valoradas cualitativamente; grietas posteriores, miga y la presencia de ampollas, fueron evaluadas durante cada prueba generando lo cambios para mitigar, eliminar o reducir estos defectos en los panes elaborados.

La vida útil y el volumen específico fueron variables no catalogadas como dependientes ni independientes dentro de las variables establecidas; sin embargo son parámetros significativos de calidad en alimentos. La vida útil en el pan fue evaluada y analizada bajo el concepto de actividad del agua, mientras que el volumen específico es una variable que dependió principalmente de la producción de CO<sub>2</sub> en la etapa de fermentación y de las condiciones en la cocción. El volumen se midió; tomando el pan más voluminoso de cada lote y a través de la técnica del volumen desplazado se cuantifico con semillas de alpiste.

#### 2.2.2.2.2 Evaluación organoléptica

Se realizó a 45 personas; consumidores frecuentes de pan. Se evaluó el grado de aceptación, sabor (dulzor del producto), color, olor y textura, comparando los dos tipos de panes. Las pruebas organolépticas se desarrollaron en tres tiempos con el mismo formato de encuesta Anexo B. La primera y segunda evaluación organoléptica, se realizaron al inicio y en el intermedio del desarrollo experimental y sus resultados fueron retroalimentados a los ensayos. La tercera y última fue con el producto aprobado. Los resultados de esta son reportados en el capítulo siguiente.

Finalmente los resultados del método de experimentación se dieron a conocer en diferentes tiempos al equipo técnico, conformado por las directivas de la entidad beneficiaria; COOPASAN y los representantes de la unidad ejecutora del proyecto; CIAGRO; Msc. Carlos Aníbal Vásquez. Este grupo evaluador, analizaba según sus criterios aspectos de calidad; proporcionando sugerencias para retroalimentar los ensayos y finalmente decidían, el producto aprobado.

### **2.3 DESARROLLO EXPERIMENTAL**

El desarrollo del diseño experimental se procesa en las Tablas 5 y 6, que consignan para pan con estevia las respuestas cuantitativas y cualitativas respectivamente; y las Tablas 7 y 8 consignan para pan con esteviósido las respuestas cuantitativas y cualitativas respectivamente. Las tablas se organizaron de acuerdo a la secuencia de las pruebas, para cada una se muestra las variables independientes con su respectiva respuesta a la derecha. Las variables discretas o respuestas cualitativas se denotan con la convención (+) para respuestas favorables y (-) para las no aceptables. La referencia en rojo es para indicar la alteración de las variables independientes y la referencia en verde indica que valores de las variables dependientes están fuera de los rangos establecidos (Anexo A) o que no son favorables. La especificación del lote de harina de trigo COOPASAN (L1, L2) se debe a que esta es una variable alterna y fue influyente en todas las respuestas cualitativas y cuantitativas tanto del proceso como de las características de calidad del producto.

**Tabla 5.** Procedimiento para los ensayos de pan con estevia con respuestas cuantitativas.

Prueba	Lote de Harina	Y1=f(X6,X7)			Y2=f(X5,X8,X9)				Y3=f(X3,X4,X10,X11)					VE
		X 6	X 7	Y 1	X 5	X 8	X 9	Y 2	X 3	X 4	X 10	X 11	Y 3	
1	L 1	3	6	31	1,67	30	√	140	20	46,33	37	180	12,86	3,57
2	L 1	12	1	32	1,67	30	√	120	20	55,00	38	180	16,04	3,70
3	L 1	8	6	33	1,67	29	√	125	15	50,00	35	180	14,97	4,26
4	L 1	7	6	32	2,00	29	√	115	15	48,25	35	180	15,72	4,20
5	L 1	6	6	31	2,00	29	√	90	15	55,00	35	180	15,95	4,73
6	L 1	2	6	29	2,00	29	√	130	15	44,00	35	180	14,11	4,26
7	L 1	3	6	33	3,33	28	X	130	15	43,33	15	210	12,47	3,96
8	L 1	6	10	33	3,33	28	X	130	20	41,08	20	180	12,42	4,06
9	L 1	6	7	33	3,00	28	X	140	20	41,08	20	180	7,94	4,05
10	L 2	6	8	31	3,00	27	X	135	18	41,08	20	180	9,01	3,46
11	L 2	6	5	34	3,33	26	X	135	18	47,25	20	180	11,47	3,51
12	L 2	4	7	34	3,33	28	X	150	18	47,25	20	202	11,34	4,09
13	L 2	6	3	34	3,33	27	X	135	18	48,25	20	202	12,00	3,96
14	L 2	4	8	35	3,33	28	X	150	18	46,25	20	202	13,27	4,59
15	L 2	4	6	35	3,33	28	X	159	18	45,83	20	202	13,83	4,71
16	L 2	4	5	33	3,33	28	X	130	18	45,00	20	202	15,14	4,37
17	L 2	4	6	34	3,33	33	X	140	18	43,33	20	202	14,85	5,38
18	L 2	2	8	32	3,33	33	X	150	18	41,67	20	202	13,08	4,76
19	L 2	2	8	33	3,33	33	X	150	18	41,67	20	202	12,84	4,96
20	L 2	2	8	32	3,33	33	X	150	18	41,67	20	202	13,71	4,80

\* √ Con humedad en la cámara de fermentación (75 – 85%)

X Sin humedad en la cámara de fermentación.

**Tabla 6.** Procedimiento para los ensayos de pan con estevia con respuestas cualitativas.

Prueba	Lote de Harina	Y4=f(X1)		Y8=f(X6,X7); Y9=f(X6,X7)				Y10=f(X9)		Y7=f(X3,X10,X11); Y11=f(X11,X12); Y12=f(X10,X11)					
		X1	Y4	X 6	X 7	Y 8	Y 9	X 9	Y 10	X 3	X 10	X 11	Y 7	Y 11	Y 12
1	L 1	0,62	(-)	3	6	(-)	(-)	√	(-)	20	37	180	(-)	(-)	(-)
2	L 1	0,62	(-)	12	1	(-)	(-)	√	(-)	20	38	180	(-)	(-)	(-)
3	L 1	0,42	(-)	8	6	(-)	(-)	√	(-)	15	35	180	(-)	(-)	(-)
4	L 1	0,50	(-)	7	6	(-)	(-)	√	(-)	15	35	180	(-)	(-)	(-)
5	L 1	0,50	(-)	6	6	(-)	(-)	√	(-)	15	35	180	(-)	(-)	(-)
6	L 1	0,50	(-)	2	6	(-)	(-)	√	(-)	15	35	180	(-)	(-)	(-)
7	L 1	0,50	(-)	3	6	(-)	(-)	X	(-)	15	15	210	(-)	(-)	(-)
8	L 1	0,32	(+)	6	7	(+)	(+)	X	(+)	20	20	180	(+)	(-)	(-)
9	L 1	0,32	(+)	6	7	(+)	(+)	X	(+)	20	20	180	(+)	(-)	(-)
10	L 2	0,32	(+)	6	7	(-)	(-)	X	(+)	18	20	180	(-)	(-)	(-)
11	L 2	0,32	(+)	6	5	(-)	(-)	X	(+)	18	20	180	(-)	(-)	(-)
12	L 2	0,32	(+)	4	7	(-)	(-)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)
13	L 2	0,32	(+)	6	3	(-)	(-)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)
14	L 2	0,32	(+)	4	8	(-)	(-)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)
15	L 2	0,32	(+)	4	6	(-)	(-)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)
16	L 2	0,25	(+)	4	5	(-)	(-)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)
17	L 2	0,32	(+)	4	6	(-)	(-)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)
18	L 2	0,32	(+)	2	8	(+)	(+)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)
19	L 2	0,32	(+)	2	8	(+)	(+)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)
20	L 2	0,32	(+)	2	8	(+)	(+)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)

\* √ Con humedad en la cámara de fermentación (75 – 85%)

X Sin humedad en la cámara de fermentación.

Como ya se había planteado anteriormente para los ensayos de pan con estevióside (Tablas 7 y 8) se establecieron los valores de ciertas variables independientes ( $X_3 = 18$ ,  $X_5 = 3,33$ ,  $X_9 = X$ ,  $X_{11} = 202$ ), a partir de los ensayos realizados en el diseño experimental del pan con Estevia.

**Tabla 7.** Procedimiento para los ensayos de pan con estevióside con respuestas cuantitativas.

Prueba	Lote de Harina	$Y_1=f(X_6,X_7)$			$Y_2=f(X_5,X_8,X_9)$				$Y_3=f(X_3,X_4,X_{10},X_{11})$					$VE$
		$X_6$	$X_7$	$Y_1$	$X_5$	$X_8$	$X_9$	$Y_2$	$X_3$	$X_4$	$X_{10}$	$X_{11}$	$Y_3$	
1	L1	3	7	31	3,3	26	X	140	18	46,0	27	202	14,81	4,25
2	L2	4	5	30	3,3	26	X	160	18	46,0	20	202	10,95	4,16
3	L2	4	6	29	3,3	27	X	160	18	41,7	20	202	12,72	4,57
4	L2	2	8	30	3,3	27	X	150	18	41,7	20	202	11,75	5,92

\* X Sin humedad en la cámara de fermentación.

**Tabla 8.** Procedimiento para los ensayos de pan con estevióside con respuestas cualitativas.

Prueba	Lote de Harina	$Y_5=f(X_2)$		$Y_8=f(X_6,X_7); Y_9=f(X_6,X_7)$				$Y_{10}=f(X_9)$		$Y_7=f(X_3,X_{10},X_{11}); Y_{11}=f(X_{11},X_{12}); Y_{12}=f(X_{10},X_{11})$					
		$X_2$	$Y_5$	$X_6$	$X_7$	$Y_8$	$Y_9$	$X_9$	$Y_{10}$	$X_3$	$X_{10}$	$X_{11}$	$Y_7$	$Y_{11}$	$Y_{12}$
1	L1	0,25	(-)	3	7	(-)	(+)	X	(+)	18	27	202	(-)	(-)	(-)
2	L2	0,083	(+)	4	5	(-)	(-)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)
3	L2	0,083	(+)	4	6	(-)	(-)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)
4	L2	0,083	(+)	2	8	(+)	(+)	X	(+)	18	20	202	(+)	(-)	(-)

\* X Sin humedad en la cámara de fermentación.

## 2.4 ESTUDIO DE LAS ETAPAS MÁS INFLUENCIADAS POR LOS ENDULZANTES

Esta etapa del proyecto, se realizó con el fin de explicar la causa de los cambios derivados en el desarrollo experimental en dos etapas específicas del proceso de elaboración; fermentación y cocción; para esto se propusieron ciertos procedimientos con el fin de estudiar a detalle la discrepancia con lo conocido para un pan con sacarosa

### 2.4.1 Etapa de fermentación

#### 2.4.1.1 Variación del volumen de la masa en el tiempo fermentativo

En la etapa de heñido; se tomaron 20 g de la masa de cada tipo de pan, y se introdujeron en probetas de 100 ml, seguidamente fueron dejadas en el cuarto de fermentación junto a las latas con las masas de pan a 33 °C. La variación del volumen fue tomado a intervalos de 10 minutos, y se dejaron hasta que alcanzaran el mismo volumen que alcanzo la masa de pan con sacarosa, en un tiempo determinado [5]. Esta prueba se realizo para observar el efecto de la

estevia y del esteviósido en el volumen del pan. Los resultados fueron reportados en % V/ V de masa aumentado en el tiempo.

#### 2.4.1.2 Comportamiento microbiológico de la levadura en medios sólidos con fuente de carbono Estevia en hoja, Esteviósido y harina de trigo COOPASAN

La ejecución de estas pruebas tuvo dos objetivos; conocer el efecto de la estevia y el esteviósido en la levadura y la justificación del comportamiento de la levadura en las masas panificables con estevia y esteviósido.

Las pruebas se llevaron a cabo en la Escuela de Bacteriología de la Facultad de Salud de la UIS, con el apoyo y acompañamiento de la Dra. Alba Lucía Arambula y la Dra. Clara Inés Sánchez profesoras de Bacteriología y de Micología respectivamente. Los tipos de medios y las cantidades de los compuestos están listados en la Tabla 9. Para este tipo de microorganismos lo usual es manejar el 1% como fuente de carbono. Para los medios experimentales confeccionados la fuente de carbono fue la estevia, el esteviósido y la harina de trigo COOPASAN.

La estevia utilizada para estos medios fue del lote 3; esterilizada por radiación ultravioleta antes de los ensayos. Para evitar la degradación de los edulcorantes (estevia y esteviósido) y de la harina; estos no fueron esterilizados en auto clave, pero si el medio preparado compuesto por agar – agar, agua destilada y peptona (121 °C por 10 minutos). Luego cada medio fue preparado según sus componentes, agitado y trasegado en cajas petri.

**Tabla 9.** Composición de medios sólidos experimentales para el crecimiento de *Saccharomyces Cerevisiae*

TIPO DE MEDIO	REACTIVOS <sup>6</sup>					
	Agua destilada (100%)	Agar-Agar (%)	Peptona (%)	Estevia (%)	Esteviósido (%)	Harina de Trigo COOPASAN (%)
Agar-Estevia	100	1,5	1	1		
Agar-Esteviósido	100	1,5	1		1	
Agar-Harina de Trigo COOPASAN	100	1,5	1			1
Agar-Estevia- Harina de Trigo COOPASAN	100	1,5	1	0,5		0,5
Agar-Esteviósido- Harina de Trigo COOPASAN	100	1,5	1		0,5	0,5

FUENTE. Autores

La preparación del inóculo se realizó agregando 1g de levadura fresca LEVAPAN, a 5 ml de solución salina al 85%. En cada caja la levadura fue

<sup>6</sup> Los porcentajes de los reactivos se toman en base a la cantidad total de agua utilizada.

sembraba por aislamiento con asa recta en forma de espiral. Las cajas petri fueron dejadas en la incubadora por un periodo de 48 horas a 30°C. Todos los medios se ensayaron por triplicado. Como referencia, fue sembrada levadura en Sabouraud al 2%, siendo este el medio más común para este tipo de levaduras [6]. Los resultados de estas pruebas se muestran cualitativamente mediante fotografías.

### 2.4.2 Etapa de cocción

2.4.2.1 Curva de Temperatura respecto al tiempo en la etapa de cocción:

Al terminar la etapa de formado, un termómetro bimetalico fue introducido horizontalmente en el centro de cada pan. Este termómetro nos indicó la temperatura de la miga durante la cocción. La variación de la temperatura en la corteza durante la cocción fue registrada mediante un pirométo óptico, y la variación de la temperatura del horno fue registrada a través del indicador de temperatura del horno. [4]

## 2.5 CARACTERIZACIÓN DEL NUEVO PRODUCTO

### 2.5.1 Análisis Físico-Químicos y microbiológicos

2.5.1.1 pH y tabla nutricional

2.5.1.2 Análisis microbiológicos

Estos análisis se realizaron a: pan con estevia, pan con esteviósido, pan con sacarosa (marco de referencia) y pan sin endulzante (blanco). La medición de pH y la tabla nutricional se realizo según la norma NTC 1363. Los análisis fueron elaborados en SIAMA Anexo C.

**2.5.2 Actividad del Agua y vida útil:** Esta prueba se realizo a: pan común con estevia, pan común con esteviósido y pan común con sacarosa. Para medir la actividad de agua del pan se recurrió al método de las sales de referencia [18], utilizando soluciones salinas de concentración y actividad de agua conocidas como patrón<sup>7</sup> (Tabla 10). Las sales utilizadas fueron NaCl y KCl.

**Tabla 10.** Soluciones de referencia utilizadas para medir actividad de agua

Sal	Concentración (m)	Actividad de agua
NaCl	6	0,760
KCl	0,1	0,9967

FUENTE. [9]

<sup>7</sup> En el método convencional se utilizan sales saturadas.

El método consistió básicamente, en pesar una muestra de 3 g de cada tipo de pan y luego colocarlas en un ambiente cerrado a 25 °C (Figura 3) junto a las soluciones de referencia durante 48 horas. Cumplido este periodo de tiempo las muestras fueron retiradas y pesadas. La actividad de agua de la muestras se calculo por interpolación.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 RESULTADOS DEL DESARROLLO EXPERIMENTAL**

Los resultados del desarrollo experimental para cada tipo de pan serán consignados de acuerdo al orden que se presentaron las Tablas 5, 6, 7 y 8, agrupando las respuestas cualitativas y cuantitativas para cada tipo de pan.

##### **3.1.1 Resultados cuantitativos y cualitativos para pan con estevia:**

Etapa mezclado y amasado: Las variables manipulables; tiempos de velocidad en la amasadora ( $x_6, x_7$ ) incrementaron sus valores debido a que inicialmente no había una buena formación del gluten (red proteica) que permitiera una buena miga y un producto sin grietas. Un efecto de este incremento fue el aumento de la temperatura de la masa aunque la temperatura se mantuvo en el intervalo establecido como óptimo para el desarrollo de la levadura. Antes del cambio de harina de trigo (L1 a L2) las variables cualitativas y cuantitativas de esa etapa se estaban estabilizando pero debido al cambio se genero inestabilidad en las variables de respuesta, lo que obligo a un nuevo replanteamiento de las pruebas subsiguientes. Con la estabilización de  $tv_1$  y  $tv_2$ ; se llego a características de calidad favorables. El incremento en los tiempos de velocidad, implica un aumento en el costo producción y un desgaste mayor de la maquina, además implica un alargue en el tiempo de las líneas de producción ya establecidas en la industria panificable.

Etapa de Fermentación: Las ampollas que presentaron los panes en las primeras pruebas fue una respuesta causada por la presencia de humedad en la cámara de fermentación, por esto la humedad se retiro a partir de la prueba 7; estas ampollas son causadas debido a la ausencia de propiedades fisicoquímicas (higroscopicidad) similares a la sacarosa de parte de la estevia en hoja. En general el tiempo de fermentación durante las pruebas estuvo fuera de los valores deseados o esperados. Este problema fue atacado principalmente con las variables independientes ( $x_5, x_8$ ); sin embargo la

respuesta no pudo ser llevada al intervalo de control. El razonamiento de este resultado es analizado con mayor claridad en el ítem 3.3.1.

Etapa de cocción: Las variables manipulables en esta etapa fueron las condiciones de operación del horno (tiempo ( $x_{10}$ ) y Temperatura ( $x_{11}$ ) de cocción). Estas fueron utilizadas para atacar problemas en las características de calidad del pan como; textura (Y7); olor (Y11) y color (Y12) fueron evaluadas mediante las pruebas organolépticas. El respectivo análisis a estos aspectos se encuentra en el ítem 3.4.2. La pérdida de peso (Y3); para el pan con estevia se encuentra en el rango de llegada; sin embargo estos valores se encuentran en el límite superior lo que indica que hubo un desecamiento del pan perjudicado aún mas por la falencia de la sacarosa como agente retenedor de agua. Esta pérdida de agua perjudica aun más al volumen específico ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ) ya que la mayoría de los valores para cada prueba no se encuentran en el rango establecido por la norma NTC 1363 (4.5 – 6.0).

### **3.1.2 Resultados cuantitativos y cualitativos para pan con esteviósido**

Etapa mezclado y amasado: El incremento de los tiempos para cada velocidad no afecto drásticamente la temperatura de la masa con esteviósido (Y1); además las características de calidad que dependen de la etapa (miga (Y8) y grietas posteriores (Y9)) rápidamente se estabilizaron ya que se tenía el precedente de las pruebas con estevia. Además, gracias a la presentación del esteviósido en cristales este se homogenizo fácilmente a la masa panificable.

Etapa de fermentación: Los tiempos de fermentación en los panes con esteviósido no se encuentran entre los valores deseados. El análisis a este fenómeno se encuentra en el ítem 3.3.1.1. Las pruebas con esteviósido no presentaron ampollas.

Etapa de Cocción: Las respuestas de estas variables como el % de la pérdida de peso se encuentran dentro del rango, mientras que el volumen específico ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ) se aproxima en cada prueba al límite inferior del volumen específico dado por la norma (4,5) hasta que llega a un valor adecuado y satisfactorio. Las variables Y7, Y11, y Y12 que son características de calidad del pan son evaluadas y analizadas en el siguiente ítem.

### **3.1.3 Evaluación Organoléptica.**

A continuación, se exponen los resultados de la última evaluación organoléptica.

a. Nivel de aceptación (Valoración 1 a 10).

Ninguno de los productos desarrollados (pan con estevia y pan con esteviósido) llenó las expectativas del consumidor; sin embargo, el pan con esteviósido alcanzó un mayor nivel de aceptación (figuras 4 y 5). El 85% de los consumidores manifestaron que la muestra A en comparación con la muestra B dejaba un mayor regusto amargo; sabor a regaliz mentol característico del esteviósido.

Figura 3. Niveles de aceptación del pan con estevia.

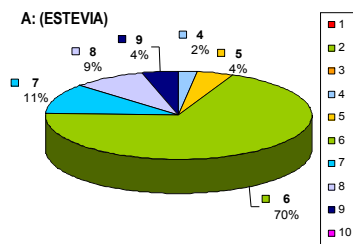
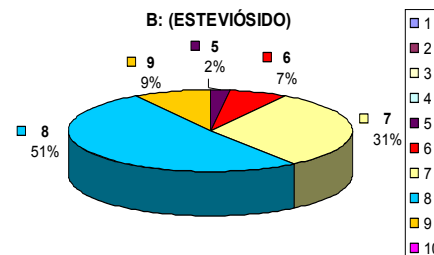


Figura 4. Niveles de aceptación del pan con esteviósido



b. Dulzor del producto.

Con este parámetro de evaluación se ajustó la cantidad de endulzante para cada tipo de pan; estabilizándose cuando el porcentaje mayoritario se localizaba en *bueno de dulce* (ver figuras 6 y 7).

Figura 5. Grado de Dulzor del pan con estevia.

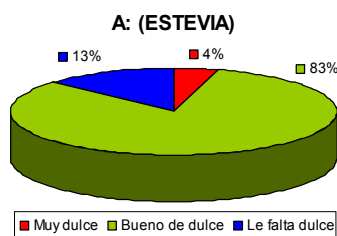
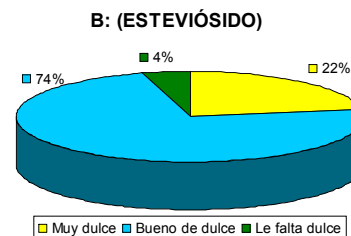


Figura 6. Grado de dulzor del pan con esteviósido



c. Textura del pan.

La textura fue catalogada como una variable dependiente del porcentaje de margarina, del tiempo y temperatura de cocción (variables independientes). Con un aumento de margarina se logró pasar de la textura dura a una textura suave para cada tipo de pan como se observa en las Figuras 8 y 9; sin embargo no se adquirió la misma textura usual del pan con sacarosa, debido a que la sacarosa es un agente retenedor de agua (humectante) y mantiene la humedad del alimento [2], mientras que los endulzantes utilizados no presentan estas características similares. El efecto de la temperatura y el tiempo en el horno sobre la textura del pan, fueron evidentes en las primeras pruebas (ver condiciones en las Tablas 6,7,8 y 9 donde la parte interna del pan era seca y dura, además el desecamiento de la superficie del pan (corteza) generaba

cortezas duras y gruesas (7 mm.). Las respuestas se evaluaron y se aminoraron con temperaturas altas y tiempos cortos (ver condiciones en las Tablas 6,7,8 y 9); dando lugar a la formación de cortezas más delgadas (4 mm) y masas más suaves.

Figura 7. Apreciación de la Textura del pan con estevia.

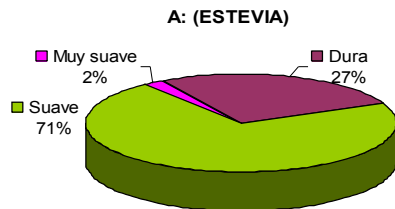
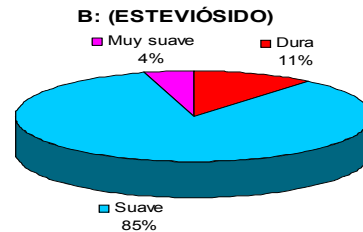


Figura 8. Apreciación de la Textura del pan con Esteviósido



d. Aroma del pan.

El olor de los panes desarrollados fue catalogada como dependiente de la condiciones de operación en la cocción. Sin embargo, estas variables independientes no fueron incidentes en esta característica; ya que el análisis de esta evaluación (Figura 10 y 11), muestra un porcentaje significativo en la no percepción de olores en los panes desarrollados. La explicación de esta reducción de olores característicos generados a partir de la reacción de Maillard, se debe a la disminución de azúcares reductores presentes que reaccionan con las proteínas o aminoácidos de la harina.

Figura 9. Valoración del aroma en el pan con estevia

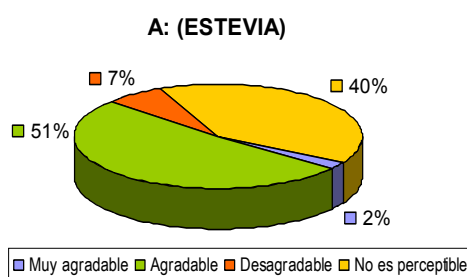
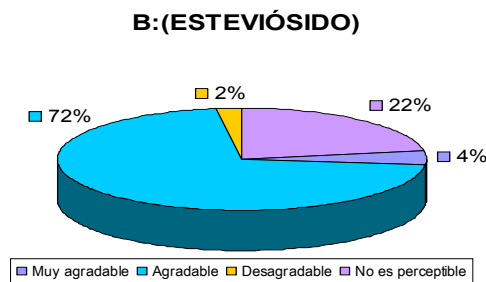


Figura 10. Valoración del aroma en el pan con esteviósido



e. Color de la corteza del pan.

El color de los panes desarrollados trató de mejorarse a partir de la manipulación de las condiciones de cocción; sin embargo; estas variables independientes no fueron incidentes en el color del pan. Esta variable; color, depende altamente de la presencia del azúcar en el proceso. En las Figuras 12; se aprecia que el color del pan con estevia tuvo un porcentaje mayoritario en *aceptable*; esto debido según manifestaron algunos panelistas a la presencia de partículas de hojas verdes en el pan. Mientras que el pan común con

esteviósido tuvo un porcentaje mayoritario en *buena*, ya que los panes presentaron un color agradable al consumidor.

Figura 11. Valoración del color del pan con estevia

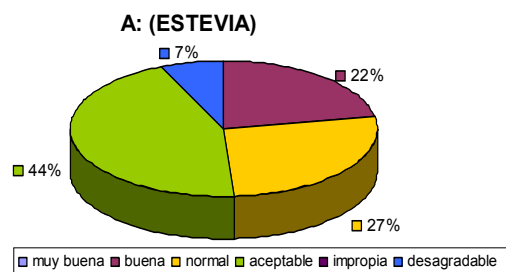
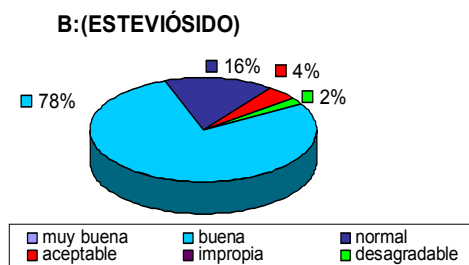


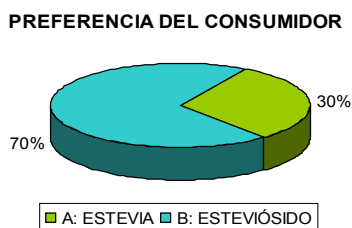
Figura 12. Valoración del color del pan con esteviósido



#### f. Preferencia del consumidor.

La preferencia del consumidor por el pan con esteviósido es evidente al observar los resultados de la Figura 14. Este resultado se explica por las mejores características organolépticas que presenta el pan con esteviósido respecto a su semejante de estevia y por su mayor similitud al pan con sacarosa.

Figura 13. Comparación entre los dos tipos de panes según la preferencia del consumidor.



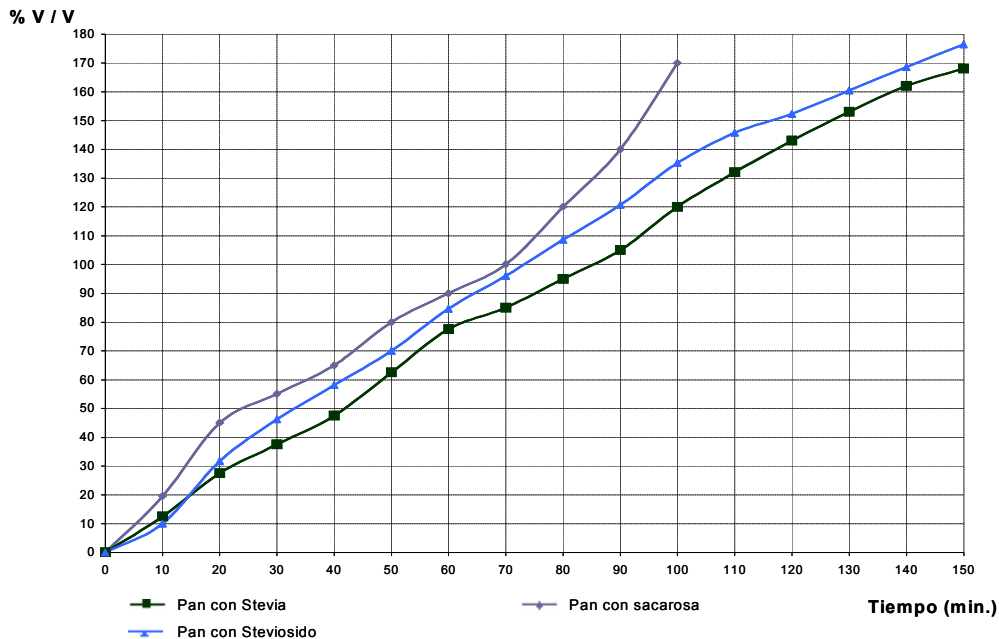
## 3.2 RESULTADOS DE LA INFLUENCIA DE LOS ENDULZANTES EN LAS ETAPAS MÁS AFECTADAS

### 3.2.1 Etapa de fermentación

#### 3.2.1.1 Variación del volumen de la masa en el tiempo fermentativo

La expansión de las masas que contienen estevia o esteviósido presentan un comportamiento diferente respecto a la muestra con sacarosa. En la Figura 15 se representa el incremento en volumen (%) en función del tiempo para esta etapa. La variación del volumen en las masas con estevia y esteviósido es inferior a la de sacarosa, por lo cual la masa con sacarosa obtuvo un volumen adecuado el cabo de 100 minutos, mientras que las masas con estevia y esteviósido alcanzaron el mismo volumen, pero al cabo de 150 minutos.

**Figura 14.** Capacidad leudante<sup>8</sup> en la etapa de fermentación para panes con estevia, esteviósido y sacarosa.

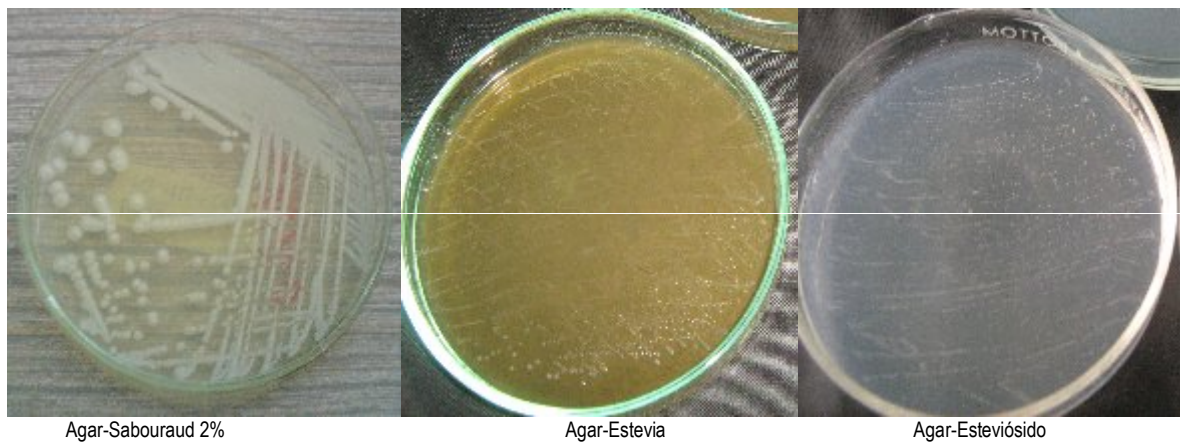


La explicación a este comportamiento en las masas con estevia y esteviósido se debe a la disminución de sustratos disponibles y a la capacidad inhibidora de la estevia y del esteviósido (ítem 3.3.1.2). Las curvas de pan común con estevia y esteviósido presentan una tendencia logarítmica, debido al agotamiento de los sustratos disponibles, mientras que la curva de pan común con sacarosa exhibe una tendencia exponencial, debido a que aún tiene fuentes de carbono disponibles (sacarosa y azúcares de la harina generados a partir de la hidrolización del almidón).

3.2.1.2 Comportamiento microbiológico de la levadura en medios sólidos con fuente de carbono Estevia en hoja, Esteviósido y harina de trigo COOPASAN. En las siguientes Figuras 16 y 17 se compara el grado de crecimiento que alcanza la levadura *Saccharomyces Cerevisiae* en medios experimentales con fuente de carbono estevia, esteviósido comparado con Sabouraud (2%), y medios de harina de Trigo COOPASAN con estevia y esteviósido comparado con un medio de harina de trigo COOPASAN. Partiendo del precedente que a la estevia se le atribuyen propiedades antimicrobianas, se considero pertinente la realización de estos medios de cultivo, para observar, entender y explicar el comportamiento de la levadura trasladado a masas panarias durante la etapa de fermentación.

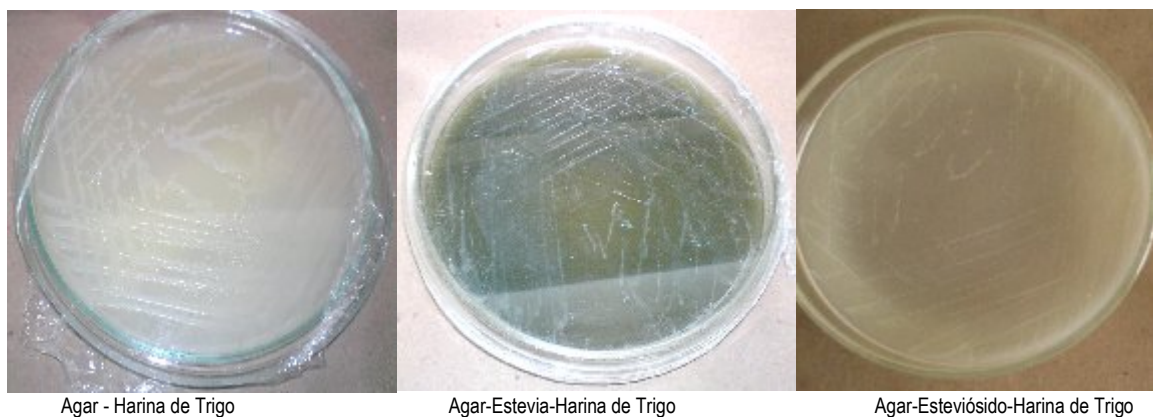
<sup>8</sup> Poder fermentativo que presentan las levaduras

**Figura 15.** Comparación del crecimiento de la levadura en medios experimentales estevia y esteviósido.



En cuanto a los resultados de estos cultivos, se puede afirmar la acción inhibitoria de la estevia y el esteviósido sobre la levadura *Saccharomyces Cerevisiae* en medios donde la única fuente de carbono es la estevia y el esteviósido. Esta acción inhibitoria se le atribuye a compuestos antimicrobiales presentes en la hoja de estevia, ya que las plantas pueden poseer productos naturales antimicrobiales para protegerse ellas mismas de una infección microbial y del deterioro [19].

**Figura 16.** Comparación del crecimiento de la levadura en medios experimentales con harina de trigo COOPASAN, estevia y esteviósido.



La Figura 17. muestra los medios con harina de trigo COOPASAN observándose que la levadura se desarrolla ligeramente mejor que con los medios donde únicamente hay estevia y esteviósido, pero el crecimiento sigue siendo inhibido. Esto se debe a la presencia de estevia y esteviósido en un medio con una fuente de carbono rica en azúcares que la levadura puede metabolizar con mayor facilidad; como se observa en la primera fotografía de izquierda a derecha en la Figura 17.

Los medios de cultivo con harina de trigo COOPASAN se aproximan, aclaran lo que ocurre en la etapa de fermentación de las masas panarias.

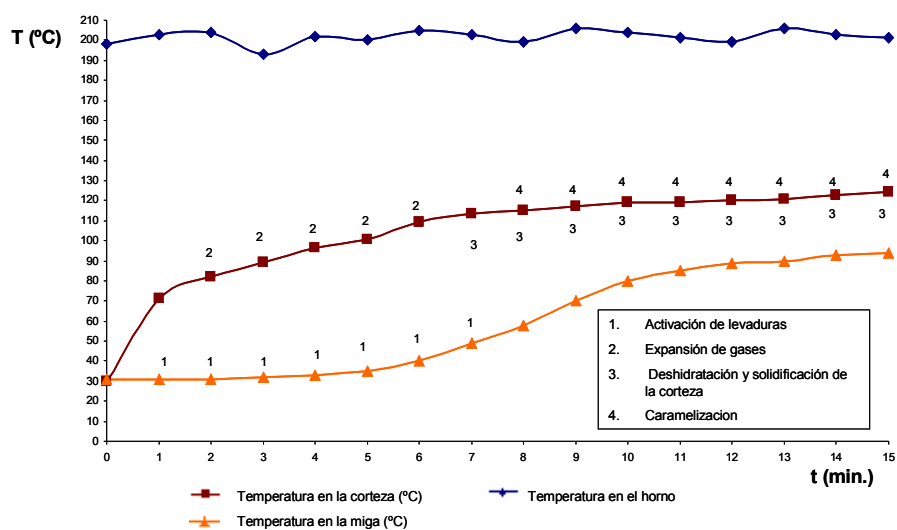
Una de las hipótesis planteadas inicialmente fue en considerar que gracias a la acción antimicrobiana de la estevia y el esteviósido, se podría aumentar la vida útil del alimento. Además dentro de la discusión planteada en el artículo [19], indican que el extracto de la hoja de estevia podría ser un candidato ideal para ampliar la investigación hacia los usos para la preservación de alimentos. Sin embargo con los resultados obtenidos respecto al descenso de la vida útil de los panes con estevia y esteviósido; descartan la posibilidad de utilizarlos como preservantes en este tipo de alimentos.

### 3.2.2 Etapa de cocción

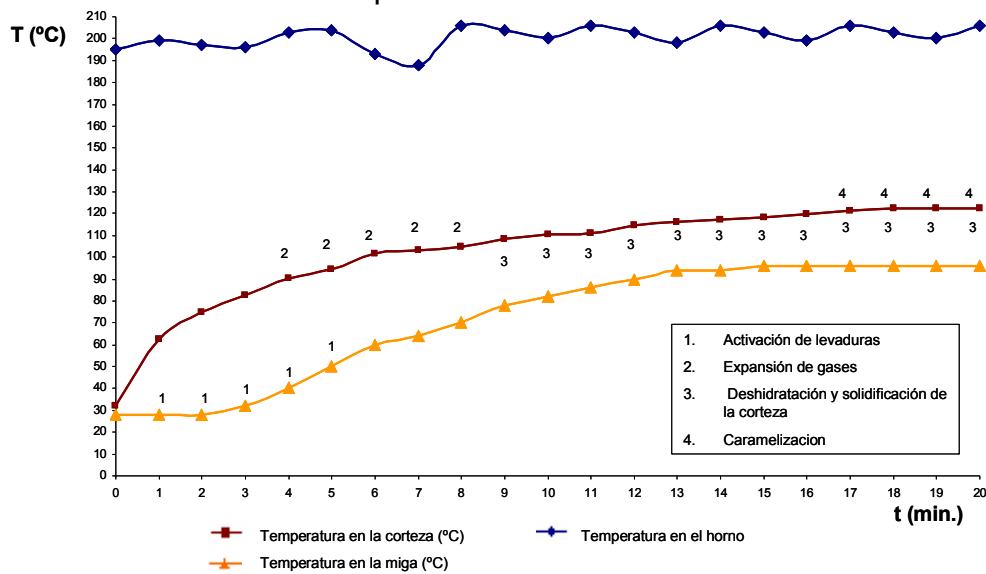
#### 3.2.2.1 Curvas de Temperatura respecto al tiempo en la etapa de cocción

En las Figuras 18, 19 y 20 se muestra la incidencia de la temperatura de cocción sobre los panes y los fenómenos que se desarrollan. En estas figuras se observa que los tiempos de expansión de CO<sub>2</sub> son más cortos para panes con estevia y esteviósido, la caramelización de estos panes inicia a 120° C aprox. Además la deshidratación y solidificación de la corteza se da aproximadamente en todos los panes a la mitad del tiempo necesario para su cocción. Se puede apreciar que el pan con sacarosa mantiene su temperatura interna por debajo de los 53°C durante más tiempo, lo cual permite una mejor producción y expansión de gases.

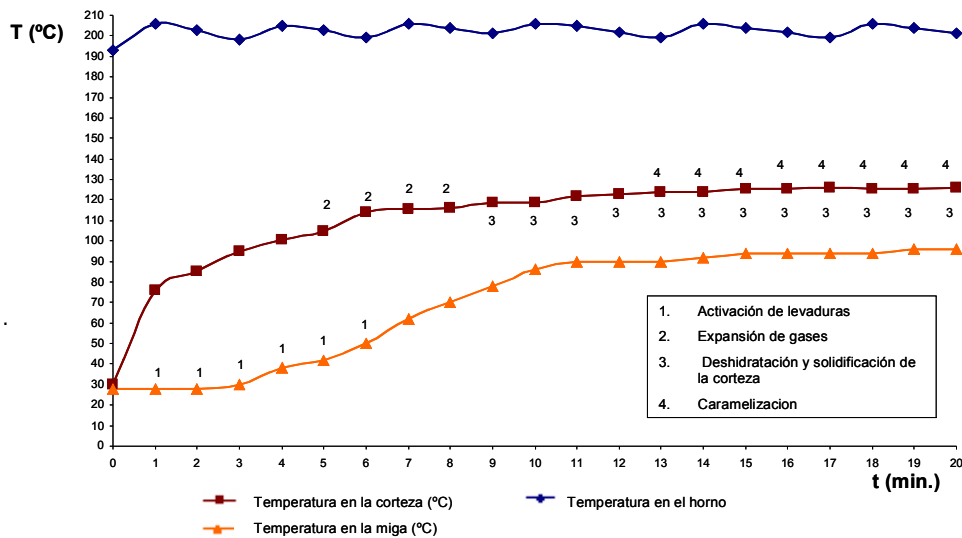
**Figura 17.** Curva de temperatura respecto al tiempo durante la cocción para pan común con sacarosa.



**Figura 18.** Curva de temperatura respecto al tiempo durante la cocción para pan común con estevia.



**Figura 19.** Curva de temperatura respecto al tiempo durante la cocción para pan común con esteviósido.



Los resultados obtenidos de estos ensayos muestran que a la condición de temperatura establecida no es posible obtener un pan con color en menos de 17 minutos para estevia y 13 minutos para esteviósido. Esto debido a que este es el tiempo necesario para que estos panes lleguen a los 120 °C y pueda empezar la caramelización. Se deduce a partir de estas figuras que la sacarosa influye positivamente en la transferencia de calor en el pan; mientras que para un pan común con estevia, el tamaño de partícula de la hoja<sup>9</sup> interfiere en la transferencia de calor por convección disminuyendo el área de transferencia y

<sup>9</sup> La estevia utilizada contiene celulosa la cual no homogeniza ni forma enlaces con el resto de los ingredientes del pan; como si ocurre con la sacarosa.

por conducción al cambiar la estructura porosa del pan debido a que no hay un buen desarrollo de la estructura homogénea.

El margen de error de estas mediciones esta determinado principalmente por las lecturas del pirómetro óptico al medir la temperatura de la corteza debido a interferencias causadas por el vidrio del horno; y por errores aleatorios al interpretar los datos especificados por el termómetro bi metálico.

### 3.3. Caracterización del nuevo producto

#### 3.3.1 Análisis físico-químicos y microbiológicos

##### 3.3.1.1 pH y Tabla nutricional

Los valores de pH para pan común con estevia y esteviósido dados en la Tabla 11, están dentro del rango establecido por la norma NTC 1363 en su numeral 4, en el que se establece el rango de pH del extracto acuoso entre 5,3 y 6.

La Tabla 11 reporta también valores de pH para un pan sin endulzante y para un pan común con sacarosa, al comparar estos valores se evidencio que la presencia de estevia y esteviósido no afecta el pH en el alimento.

**Tabla 11.** Variación de pH en el tiempo de los productos ya aprobados.

Tiempo (días)	pH según el endulzante						
	PRUEBA						
	Sin endulzante	Sacarosa		Estevia		Esteviósido	
1	5,89	5,49	6,04	5,72	6,02	5,80	5,88
2	5,89	5,34	5,90	5,71	6,00	5,80	5,90
3	5,88	5,20	5,87	5,70	5,97	5,79	5,93

Fuente. Anexo C.1; C.2; C.3 y C.4

La Tabla 12 muestra parte de los resultados fisicoquímicos realizados a panes con estevia, con esteviósido, con sacarosa y sin endulzante. Estos resultados indican una disminución leve del valor calórico de los panes con estevia y esteviósido respecto al pan con sacarosa. Los resultados del pan sin endulzante indica el valor calórico aportado por cada endulzante en el pan. Con estos resultados se comprueba la hipótesis que los diabéticos podrían consumir estos productos debido a la disminución del valor calórico y al aumento de la fibra. Una ventaja es que los glucósidos de esteviol no son degradados en la microflora intestinal [12], sin embargo una limitación que presenta la estevia ante los diabéticos; son los pocos estudios realizados y no garantizan una evidencia segura. [13]

**Tabla 12.** Tabla nutricional de los productos ya aprobados.

	Sin endulzante	Sacarosa			Estevia			Esteviósido		
HUMEDAD (%)	31,82	20,12	18,14	24,13	26,89	24,72	23,9	28,21	23,28	27,4
PROTEINA (%)	9,44	9,18	8,64	8,05	9,41	8,23	9,5	8,8	9,72	8,13
FIBRA (%)	1,69	0,15	0,23	0,2	0,58	0,68	0,64	0,82	0,64	0,63
CARBOHIDRATOS (%)	46,49	60,46	62,18	58,01	49,89	50,92	55,63	51,19	44,37	51,94
VALOR. CALORICO (Kcal/100 g)	300	355	364	356	338	338	339	323	340	329
Promedio Calórico	300	358,33			338,33			330,67		

Fuente. Anexo C.1; C.2; C.3 y C.4

### 3.3.1.2 Análisis microbiológicos

Los resultados de los análisis microbiológicos a los productos ya aprobados se encuentran Tabla 13, estos resultados indican que los panes desarrollados son aptos para el consumo. Se descarta por lo tanto la posibilidad, que la estevia sea una fuente de contaminación para el producto, a pesar de su naturaleza orgánica.

**Tabla 13.** Resultados microbiológicos de los productos aprobados.

ANÁLISIS	PAN COMÚN CON ESTEVIA	PAN COMÚN CON ESTEVIÓSIDO	VALOR DE REFERENCIA
	RESULTADOS	RESULTADOS	
Recuento Total de mesofilos	1900 UFC / g	40 UFC/ g	Máx. 10.000
Coliformes Totales	< 3 Bac / g	<3 Bac / g	9
Coliformes Fecales	< 3 Bac / g	<3 Bac / g	<3
Estafilococo coagulasa (+)	<100 UFC / g	<100UFC/ g	<100
Recuento de mohos y levaduras.	<10 UFC / g	<10 UFC/ g	Máx. 200

FUENTE. Anexos D.1 y D.2

### 3.3.2 Actividad del Agua y vida útil

Los resultados de  $a_w$ , listados en la Tabla 14, son una aproximación de los valores de actividad de agua para muestras de pan con estevia, esteviósido, y sacarosa; hallándose que los valores de  $a_w$  para las muestras de pan con estevia y esteviósido son mayores que las de sacarosa.

**Tabla 14.** Actividad de agua para pan de acuerdo al endulzante utilizado.

Tipo de endulzante	$a_w$		Vida útil (días)
	P1 ( $a_w$ )	P2 ( $a_w$ )	
Endulzante			
Estevia	0,839	0,825	4
Esteviósido	0,815	0,785	5
Sacarosa	0,793	0,762	8

Este fenómeno se debe a que la estevia y el esteviósido carecen de características físico-químicas de retención de agua como las que posee la sacarosa [2]. Por esta razón; la fijación de agua en los panes con estevia y esteviósido, localizada como agua libre; aumenta, es decir; es mayor la

cantidad de agua que es retenida en la superficie o corteza seca solo por fuerzas de capilaridad, y por ende hay mayor agua disponible para interactuar con el medio, especialmente para interactuar con los microorganismos. Estos valores de actividad de agua corroboran los resultados de vida útil que indican 4 días para el pan con estevia y 5 para el pan con esteviósido. La relación actividad de agua – vida útil es inversa, ya que al aumentar el  $a_w$ , disminuye la vida útil.

La naturaleza de la flora contaminante fue *Aspergillus*, este microorganismo se desarrollo en la corteza de los panes debido a su presencia en el medio. Estos microorganismos poseen un  $a_w$  MÍNIMO para su crecimiento de 0.78 [3]; lo que los habilita para el ataque de los panes elaborados. Cabe aclarar que el pan con sacarosa es un alimento catalogado como perecedero, por su corta duración (8 días); que no es atacado fácilmente por los microorganismos presentes en el medio, ya que su contenido de agua esta fuertemente ligado a la sacarosa y a su estructura interna.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES**

Mediante el diseño y el desarrollo experimental se obtuvo resultados referentes a la influencia de la estevia en hoja seca y el esteviósido en el proceso de elaboración de pan, mediante el método directo.

Los resultados se refieren a aquellas etapas del proceso en las cuales los edulcorantes utilizados generaron cambios radicales respecto al marco de referencia (pan con sacarosa) y que no fueron posibles dentro del diseño y desarrollo experimental planteado; modificarlas en beneficio de un producto similar al pan con sacarosa.

Las etapas con mayor incidencia fueron: la fermentación y la cocción.

En la fermentación el efecto global causado por la estevia en hoja y el esteviósido fue el aumento del tiempo de fermentación. En esta etapa no fue posible bajo el planteamiento del proyecto, disminuir el tiempo.

La cocción fue la etapa más afectada, ya que esta es una etapa clave donde se generan características organolépticas típicas del pan; como color de la corteza y los aromas. Los panes que se desarrollaron con estevia y esteviósido; carecieron de coloración y aromas similares al pan debido a que los

endulzantes usados no presentan propiedades fisicoquímicas similares a la sacarosa.

Los panes desarrollados mostraron una vida útil muy corta respecto al pan con sacarosa, lo cual hace que la viabilidad de la implementación de estos endulzantes en la industria panificable aún este en juicio.

En cuanto al beneficio económico para la industria panificadora, se ven reflejados en la disminución del costo del endulzante en un 45% respecto a la estevia y en un 26% respecto al esteviósido. Sin embargo el costo de producción para un pan con estevia y esteviósido se ve incrementado por el aumento en el gasto energético tanto en el horno pues incrementa el tiempo de cocción en un 33.3% en comparación con un pan con sacarosa a las mismas condiciones en el horno.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- ✓ Evaluar la posibilidad de elaborar panes con estos endulzantes, pero con otro sistema de elaboración de pan; como el método mixto o el método esponja; ya que estos métodos representan una buena opción para desarrollar sabores y aromas; que no fueron posibles bajo el método trabajado.
- ✓ Evaluar la viabilidad de aumentar la vida útil del alimento; con porcentajes entre un 2 al 4% de sacarosa respecto al peso de la harina, para así no solo mejorar la vida útil, si no también características de calidad.
- ✓ Se deben aprovechar los resultados obtenidos en este trabajo de investigación para proponer el uso de estos edulcorantes en otros alimentos.
- ✓ La actividad antimicrobial de la estevia en hoja y el esteviósido, debería ampliar investigaciones orientadas a buscar un beneficio o aprovechamiento de esta propiedad de la planta.
- ✓ Para que estos panes sean aptos para personas con problemas de diabetes; se debe realizar un estudio para observar si realmente existe un efecto positivo; es decir una notable disminución en los niveles de azúcar en la sangre en personas con este tipo de enfermedad.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Arpita Mondal, A.K.Data., 2008. Bread Baking - A Review. Journal of Food Engineering (86), 465-474.
- [2] Belitz, H.D., Grosch, W., 1997. Química de los Alimentos. 2º Edición. Editorial Acribia, S.A. 4-8; 776-789.
- [3] Beuchat, Larry R, 1978. Food and Beverage Mycology. Avi Publishing Company. 45 -73.
- [4] Bica, Maria Cristina., Bratucu, Gheorghe., 2007. Researches Concerning Temperature variation in Dough during Bread Baking. Summer University on it in Agriculture and Rural Development. Eroilor, (29), Brasov, Romania.
- [5] Borzani, Walter., 2004. Measurement of the gassing Power of Bakers' Yeast: Correlation between the dough Volume and the incubation time. Brazilian Archives of Biology and Technology an International Journal. (24), 213-217.
- [6] Bourgeois, C.M., Larpent, J.P. 1995. Microbiología Alimentaria. Editorial Acribia. Volumen 1. 23-174
- [7] Bourgeois, C.M., Larpent, J.P. 1995. Microbiología Alimentaria. Editorial Acribia. Volumen 2. 57-65
- [8] Callejo, M. J. 2002. Industrias de Cereales y Derivados. Ed. AMV-Mundi-Prensa, Madrid.
- [9] Chen, C.S. 1989. Water activity-concentration models for solution of sugar, salts and acids. Journal Food of Science 54:1318
- [10] Coultate, T.P. 1996. Manual de Química y bioquímica de los alimentos. Editorial Acribia. 2ª Edición. 28-47; 131.
- [11] Fellows, Peter. 1994. Tecnología del procesado de alimentos. Principios y prácticas. Editorial Acribia S.A. 9 – 120.
- [12] Gardana, Claudio., Simonetti, Paolo., Canzi, Enrica., 2003. Metabolism of Stevioside and Rebaudioside A from *Stevia Rebaudiana* Extracts by Human Microflora. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51, 6618-6622.
- [13] Gougeon, Réjeanne., Spidel, Mark., Lee, Kristy. 2004. Canadian Diabetes Association National Nutrition Committee Technical Review: Non- nutritive

Intense Sweeteners in Diabetes Management. Canadian Journal of Diabetes. 28(4): 385-399.

[14] Guinet, Ronald., Godon, Bernard., 1994. La Panification Française. Editorial Lavoisier. 137-141

[15] Kinghorn, A.D., Kim N.C. 2006. Discovering new natural sweeteners. Washington DC, American Chemical Society. Vol 12. 292-302.

[16] Larrañaga Coll, Ildelfonso Juan., Carballo Fernández, Julio M., Rodríguez Torres, Maria del Mar., 2002. Control e Higiene de los alimentos. Editorial McGraw Hill. Capitulo 3. 27-67.

[17] Mesas, J.M., Alegre, M.T., 2002. El Pan y su Proceso de Elaboración. Ciencia y tecnología Alimentaria. Vol 3. (5) 307-313.

[18] Miller, Dennis D., 2001 Química de Alimentos: Manual de Laboratorio. Editorial Limusa Wiley. 6 – 21.

[19] Tadhani, Manis., Subas, Rema., 2006. In Vitro Antimicrobial Activity of Stevia Rebaudiana Bertoni Leaves. Tropical Journal of Pharmaceutical Research. 5(1): 557-560.

[20] Tejero, F. 1992-1995. Panadería Española. (2 Vols.). Ed. Montagud, Barcelona.

[21] Vanaclocha, Ana Casp., Requeña, José Abril., 2003. Tecnología de alimentos. Procesos de conservación de alimentos. Editorial Mundi-prensa. 2ª Edición. 35-100.

## **PÁGINAS WEB**

[22] [www.fransiscotejero.com](http://www.fransiscotejero.com)

[23] [www.bakingbusiess.com](http://www.bakingbusiess.com)

## ANEXO A

### ESPECIFICACIONES DE MATERIA PRIMA Y GENERALIDADES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PAN

La fabricación de pan es una operación unitaria importante en la industria de alimentos. Aunque se ha practicado la elaboración de pan desde un tiempos primitivos, el entendimiento cuantitativo del los procesos físico-químicos en panadería es aún muy limitado. Para entender el proceso de panificación desde el punto de vista ingenieril es importante estudiar el proceso completamente.

#### **1.1 MATERIA PRIMA**

##### **1.1.1 Harina de trigo**

Componente de mayoritario en la elaboración de pan, donde el resto de los ingredientes se calculan como un porcentaje respecto a la cantidad de harina [1]. Tiene la propiedad de formar una pasta bastante flexible y porosa capaz de retener los gases formados en la fermentación. La calidad de la harina es un elemento esencial en la calidad del pan [7]. La harina contiene concentraciones relativamente bajas de mono, di, y trisacáridos. Las  $\alpha$  y  $\beta$  amilasas presentes en la harina degradan una pequeña proporción del almidón a maltosa y otros azúcares, estos son fermentados por la levadura generando  $\text{CO}_2$  que levantan la masa [10].

En Colombia la harina para consumo humano es producida moliendo y mezclando de trigo de las variedades *triticum aestivum L.* y/o *triticum compactum Host* y deben cumplir los requisitos establecidos en la norma NTC 267.

En el proyecto se trabaja con dos lotes de harina: lote M/N TOKIO IV y lote M/N LAURETTA de la marca Harina de Trigo Panificable Fortificada COOPASAN, producida a partir de trigo variedad *triticum sp.*

##### **1.1.2 Sal (NaCl)**

La sal aumenta la estabilidad de la masa, además de ser un ingrediente esencial en el pan, ayudar a controlar la fermentación para un producto de buen volumen y textura. Es una sustancia que posee alta retención de agua. En los ensayos se utilizó siempre el 2% de sal REFISAL.

### **1.1.3 Margarina**

Las margarinas son emulsiones que contienen 84% de materia grasa, 16% de agua y en menores cantidades sal y emulsificantes [14]. Ayuda a dar textura a la masa<sup>10</sup> y al pan, además de proporcionarle sabor y suavidad. Se trabajó con Margarina Dagosto.

### **1.1.4 Levadura**

La levadura comúnmente utilizada en panadería es *Saccharomyces Cerevisiae*, con ella la masa de pan se esponja gracias a la producción de CO<sub>2</sub> generado por las levaduras durante la fermentación. Se trabajó con levadura fresca prensada marca LEVAPAN.

### **1.1.5 Agua**

Segundo componente en cuanto a masa y el que hace posible el amasado de la harina al hidratarla y facilitar la formación del gluten; junto con el trabajo mecánico del amasado, confieren a la masa sus características plásticas.

### **1.1.6 Edulcorantes**

Entre sus funciones cabe destacar el sabor dulce que transmiten a los productos, fuentes de alimento para la levadura, contribuyen al aroma, así como el color de la corteza.

Se utilizó estevia (*Stevia Rebaudiana*) especie Morita II, hoja de estevia seca de Sabana de Torres (Santander). Contiene del 6-10%<sup>11</sup> en esteviósido, es 30 veces más dulce que el azúcar (1:30) y su sabor es amargo dejando un sabor residual en la cavidad bucal. Se trabajó con tres lotes de estevia de la misma procedencia: la presentación del primer lote fue en hoja seca triturada; en los otros dos lotes la hoja seca fue tratada en un molino de cuchillas (abertura de la malla 1 mm.) en el Laboratorio de Procesos de Ingeniería Química y empacada en bolsas de polietileno de baja densidad.

En cuanto al esteviósido el proveedor fue BIOSTEVIA S.A. y el producto corresponde a la línea extracto puro de estevia estándar que es 170<sup>12</sup> veces más dulce que el azúcar (1:170). Es un polvo blanco, sin olor, sabor amargo, con punto de fusión de 196-198 °C. Por último se hace referencia al azúcar refinado (99.8% sacarosa) debido a que fue marco de referencia en el

---

<sup>10</sup> Entiéndase por masa, la masa panificable sin cocción.

<sup>11</sup> Según información del proveedor.

<sup>12</sup> Información del proveedor.

desarrollo del proyecto. Se adiciona al pan para aumentar la velocidad de la fermentación, generar sabores, color y aromas. La invertasa extracelular de la levadura, hidroliza la sacarosa en glucosa y fructuosa. Además es una sustancia que posee una alta capacidad de retención de agua (higroscópica). Se utilizó azúcar refinada INCAUCA.

## **1.2 ELABORACIÓN DE PAN**

### **1.2.1 Sistemas de elaboración**

Existen tres sistemas generales de elaboración de pan que vienen determinados principalmente por el tipo de levadura utilizado [8] [20] y son los que se describen a continuación:

Directo: Se caracteriza por utilizar exclusivamente levadura comercial (2-4%). Requiere un periodo de reposo de la masa de unos 60-120 minutos antes de la división de la misma.

Mixto: Utiliza simultáneamente masa madre (levadura natural) y levadura comercial. Requiere un reposo previo a la división de la masa de sólo 10–20 minutos.

Espanja: Consiste en elaborar una masa líquida (esponja) con el 30 – 40% del total de la harina, la totalidad de la levadura (comercial) y tantos litros de agua como kilos de harina. Se deja reposar unas horas, se incorpora el resto de la harina y de agua y a partir de ahí se procede como en el método directo.

COOPASAN requería un sistema de elaboración de fácil implementación en las panificadoras de sus asociados, por esta razón se decidió por el sistema de elaboración directo ya que es el más utilizado en la industria panificadora en Santander.

1.2.1.1 Etapas del proceso de elaboración directo aplicado en los ensayos del desarrollo experimental

Para cada etapa se indica la función y las variables que intervienen en ellas. Estas etapas fueron las que se hicieron en los ensayos.

#### 1.2.1.1.1 Mezclado y amasado

Sus objetivos son lograr la mezcla íntima de los distintos ingredientes y conseguir, por medio del trabajo físico del amasado, las características plásticas de la masa así como su perfecta oxigenación. El mezclado y amasado suele ejercer un efecto importante sobre las propiedades funcionales y las características organolépticas de los alimentos [12]. En esta etapa influye el

tipo de amasadora, la velocidad y la duración de amasado [17]. La operación de mezclar y amasar produce un aumento de la temperatura de la masa, causado principalmente por el calor producido por la hidratación de la harina al iniciar la absorción del agua y por el calor generado por la fricción de la masa durante la etapa. La temperatura de la masa para obtener su adecuado desarrollo debe permanecer entre 28 a 33 ° C. [22] [23]

En los ensayos se trabajo con una amasadora sobadora a espiral marca *NOVA*, clasificada según las revoluciones como amasadora rápida [2]. La amasadora maneja dos velocidades; velocidad uno de 900 rpm y la velocidad dos de 1800 rpm. El tiempo para cada velocidad es independiente. La duración de esta etapa esta entre 10-20 minutos.

#### 1.2.1.1.2 División y Pesaje; Boleado o Heñido

Etapas realizadas manualmente donde primeramente la masa es pesada y cortada en piezas más pequeñas; luego se le da forma esférica a las masas más pequeñas para favorecer la producción de CO<sub>2</sub> y esponjamiento. Duración total de las etapas 4 minutos.

#### 1.2.1.1.3 Formado

Realizado manualmente con un cilindro, se estira el fragmento de masa apretando lo más posible pero sin desgarrar la masa y luego enrollándolo sobre si mismo para darle forma de barra. Duración de la etapa 2 minutos.

#### 1.2.1.1.4 Fermentación

Consiste básicamente en una fermentación alcohólica llevada a cabo por la levadura que transforma los azúcares fermentables en etanol, CO<sub>2</sub> y algunos productos como; ésteres, aldehídos, y cetonas. Las levaduras son las que originan el hinchamiento de la masa con la producción de CO<sub>2</sub>, gracias a la gran rapidez para fermentar la glucosa. La fermentación comienza desde la etapa de mezclado y amasado de todos los ingredientes deteniéndose cuando la temperatura interna del pan alcanza 43°C y finalizando ya dentro del horno cuando alcanza unos 54°C en su interior. Esta fase suele realizarse en cámaras de fermentación climatizadas entre 26-28°C y 75%-85% de humedad durante 90 a 120 minutos, aunque los tres parámetros pueden variar según las necesidades del panadero. La fermentación se llevo a cabo en la cámara de fermentación incorporada al horno.

#### 1.2.1.1.5 Cocción

El horno utilizado en los ensayos fue un horno a convección rotatorio marca NOVA El horno hace uso del aire caliente y vapor de agua para transmitir calor por convección y modificar las características de los alimentos. El objetivo del horneado consiste en alterar las características organolépticas de los alimentos y de ampliar la variedad de sabores, aromas y texturas en el pan. El horneado destruye las enzimas y los microorganismos, reduciendo en cierto grado, la actividad del agua del pan

La transferencia de calor por conducción se realiza a través de las bandejas sobre las que descansa. Los alimentos tienen un coeficiente de conductividad térmica bajo, lo que hace que la transmisión de calor sea lenta, prolongando el tiempo necesario para la cocción [12].

El pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard, se acelera por el calor durante la cocción debido a la reacción de azúcares reductores con proteínas o aminoácidos, para producir una serie de pigmentos de color pardo oscuro y modificaciones en el olor y sabor de los alimentos. La sacarosa carece de la función reductora, pero en alimentos como el pan, esta se puede hidrolizar en glucosa y fructuosa [20].

ANEXO B

FORMATO PARA PRUEBAS ORGANOLÉPTICAS

ENCUESTA PARA PRUEBAS ORGANOLEPTICAS

Fecha:-----  
Nombre:-----  
Celular:-----

MUESTRA A

1. Evalúe el sabor del pan calificando su grado de aceptación de 1 a 10. Tenga en cuenta que 10 llena todas sus expectativas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Con referencia a la cantidad de dulce encontrado en este pan, considere usted.

Le falta dulce:

Buena de dulce:

Muy Dulce:

3. Considere la textura del pan;

Dura:

Suave:

Muy suave:

4. Considere el aroma del pan;

Muy agradable:

Agradable:

No agradable:

No es perceptible:

5. Considere el color de la corteza del pan;

Muy buena:

Normal:

Aceptable:

Impropia:

Desagradable:

MUESTRA B

1. Evalúe el sabor del pan calificando su grado de aceptación de 1 a 10. Tenga en cuenta que 10 llena todas sus expectativas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Con referencia a la cantidad de dulce encontrado en este pan, considere usted.

Le falta dulce:

Buena de dulce:

Muy Dulce:

3. Considere la textura del pan;

Dura:

Suave:

Muy suave:

4. Considere el aroma del pan;

Muy agradable:

Agradable:

No agradable:

No es perceptible:

5. Considere el color de la corteza del pan;

Muy buena:

Normal:

Aceptable:

Impropia:

Desagradable:

A B

DE LAS ANTERIORES MUESTRAS A Y B ¿CUÁL LE GUSTO MÁS?

**ANEXO C**  
**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS REALIZADOS AL**  
**PRODUCTO FINAL**

**C.1 PAN SIN ENDULZANTE**



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
NIT. 804.076.152-8



REPORTE DE RESULTADOS					
CÓDIGO	R-057	VERSION	0.8	FECHA	07/01/05

Ciudad y Fecha: Bucaramanga, 22 de Noviembre de 2007	
Solicitante: CIABRO	Nº: 073368
Dirección: Kra. 27 Calle 9 Ciudad Universitaria	Producto: Pan sin Dulce
Teléfono: 6344000	Descripción: Producto Terminado
Nº de lote: //	Fecha de Vencimiento: //
Lugar de Muestreo: Empresa	Solicitud Nº: //
Fecha de Muestreo: 18 de Noviembre de 2007	Responsable de Muestreo: Solicitante
Fecha de Análisis: 10 de Noviembre de 2007	Tamaño de la Muestra: 270 g.
Límite Solicitado: Físicoquímica	Tipo de Envase o Frasco: Plástico

**RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS**

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA
HUMEDAD	NTC 629	31,82 %	
MINERALES	NTC 292	2,11 %	
PROTEÍNA	NTC 292	3,44 %	
GRASA	NTC 608	8,46 %	
FIBRA	NTC 698	1,08 %	
CARBOHIDRATOS	CÁLCULO	46,48 %	
VALOR CALÓRICO	CÁLCULO	300 (Kcal/100 g)	
ACIDEZ (EXPRESADO COMO ACIDO SULFÚRICO)	NTC 267	DIA 1: 0,20 % DIA 2: 0,21 % DIA 3: 0,23 %	
pH	POTENCIOMÉTRICO	DIA 1: 5,88 Unid. De pH DIA 2: 5,88 Unid. De pH DIA 3: 5,88 Unid. De pH	

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

*[Signature]*



**ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR**  
**QUÍMICO**  
**PQ. 0996**

*[Signature]*

**MARTHA CECILIA PATIÑO SOCHA**  
**DIRECTOR TÉCNICO**  
**PQ. 1425**

## C.2 PAN CON SACAROSA



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
MT. 804.018.152-6



REPORTE DE RESULTADOS					
CÓDIGO	R - 061	VERSIÓN	0.0	FECHA	07/01/06

Ciudad y fecha: Bucaramanga, 26 de Octubre de 2007	
Solicitante: CIAGRO	Nº: 072934
Dirección: Cra. 27 Calle 9 Ciudad Universitaria	Producto: Pan Común con Azúcar
Teléfono: 0341000	Descripción: Producto Terminado
Nº de lote: //	Fecha de vencimiento: //
Lugar de Muestreo: Empresa	Solicitud Nº: //
Fecha de Muestreo: 22 de Octubre de 2007	Responsable de Muestreo: Solicitante
Fecha de Análisis: 22 de Octubre de 2007	Tamaño de la Muestra: 50 g
Person Sollicitador: Físicoquímica	Tipo de Empaque o Contenedor: Plástico

### RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA
HUMEDAD	NTC 528	18,14 %	
MINERALES	NTC 282	1,87 %	
PROTEÍNA	NTC 282	8,94 %	
GRASA	NTC 888	8,94 %	
FIBRA	NTC 068	0,23 %	
CARBOHIDRATOS	CÁLCULO	62,18 %	
VALOR CALÓRICO	CÁLCULO	304 (Kcal/100 g)	
ACIDEZ (EXPRESADO COMO ACIDO SULFÚRICO)	NTC 287	DIA 1: 0,25 % DIA 2: 0,27 % DIA 3: 0,28 %	
pH	ESTABILIDAD TIPO	DIA 1: 5,49 Unid. De pH DIA 2: 5,34 Unid. De pH DIA 3: 5,20 Unid. De pH	

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

 <b>ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR</b> QUÍMICO PQ. 0896	 <b>MARTHA GEGHERASTINO SOCHA</b> DIRECTOR TÉCNICO PQ. 1426
---	---



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
NIT. 804.016.152-8

REPORTE DE RESULTADOS					
CODIGO	M-051	VERSION	9.0	FECHA	07/01/05

Ciudad y fecha: Bucaramanga, 27 noviembre de 2007	
Solicitante: CIAGRO	Nº: 070446
Dirección: Km. 27 Calle 9 Ciudad Universitaria	Producto: Pan Común con Azúcar
Teléfono: 8344000	Descripción: Producto Terminado
Nº de lote: //	Fecha de vencimiento: //
Lugar de muestreo: Empresa	Solicitud Nº: //
Fecha de muestreo: 22 de noviembre de 2007	Responsable de muestreo: Solicitante
Fecha de Análisis: 22 de noviembre de 2007	Tamaño de la muestra: 230 g.
Examen solicitado: Físicoquímico	Tipo de empaque o envase: Plástico

**RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS**

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA
HUMEDAD	NTC 529	20,12 %	
MINERALES	NTC 282	1,82 %	
PROTEÍNA	NTC 282	9,18 %	
GRASA	NTC 638	6,07 %	
FIBRA	NTC 638	0,15 %	
CARBOHIDRATOS	CÁLCULO	60,46 %	
VALOR CALÓRICO	CÁLCULO	355 (Kcal/100 g)	

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

 <b>ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR</b> QUÍMICO PQ. 0296	 SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL MEDIO AMBIENTE	 <b>MARTHA CECILIA PATIÑO SOCHA</b> DIRECTOR TÉCNICO PQ. 1426
---	--	---



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
NIT. 804.016.152-8



REPORTE DE RESULTADOS					
CODIGO	R 051	VERSION	0.0	FECHA	07/01/05

Ciudad y Fecha: Bucaramanga, 29 de Febrero de 2008

Solicitante: CIAGRO

Dirección: Km. 27 Calle 8 Ciudad Universitaria

Teléfono: 6344000

Nº de lote: N

Lugar de Muestra: Empresa

Fecha de Muestra: 25 de Febrero de 2008

Fecha de Análisis: 25 de Febrero de 2008

Examen Solicitado: Físicoquímico

Nº: 000626

Tipo de Muestra: Pan de Azúcar

Descripción: Producto Terminado

Fecha de Vencimiento: N

Solicitud Nº: N

Responsable de Muestra: Solicitante

Tamaño de la Muestra: 550 g

Tipo de Envase o Fraseo: Plástico

**RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS**

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA
HUMEDAD MINIMALES PROTEÍNA GRASA FIBRA CARBOHIDRATOS VALOR CALÓRICO	NTC 626 NTC 282 NTC 282 NTC 608 NTC 608 CALCULO CALCULO	24,18 % 1,85 % 8,05 % 1,50 % 0,20 % 69,07 % 356 (Kcal/100 g)	
ACIDEZ (EXPRESADO COMO ACIDO SÚLFÚRICO)	NTC 287	DIA 1: 0,15 % DIA 2: 0,16 % DIA 3: 0,18 %	
pH	POTENCIOMÉTRICO	DIA 1: 6,04 Unid. De pH DIA 2: 5,90 Unid. De pH DIA 3: 5,87 Unid. De pH	

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

  
**ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR**  
 QUÍMICO  
 PQ. 0996



  
**MARTHA CECILIA PATINO SOCIA**  
 DIRECTOR TÉCNICO  
 PQ. 1426

### C.3 PAN CON ESTEVIA



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
NIT. 804.016.152-0

REPORTE DE RESULTADOS					
CODIGO	R-061	VERSION	0.0	FECHA	07/04/05

Ciudad y fecha: Bucaramanga, 20 de octubre de 2007	
Solicitante: CIAGRO	Nº: 070445
Dirección: Cra. 27 Calle 5 Ciudad Universitaria	Producto: Pan Común con Stevia
Teléfono: 6044000	Descripción: Producto Terminado
Nº de lote: W	Fecha de vencimiento: / /
Lugar de muestreo: Empresa	Solicitud Nº: /
Fecha de muestreo: 24 de octubre de 2007	Responsable de muestreo: Solicitante
Fecha de Análisis: 24 de octubre de 2007	Tamaño de muestra: 210 g
Examen solicitado: Físicoquímico	Tipo de empaque o envase: Plástico

#### RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA
HUMEDAD	NTC 578	23,89 %	
MINERALES	NTC 282	1,87 %	
PROTEÍNA	NTC 292	9,41 %	
GRASA	NTC 698	11,26 %	
FIBRA	NTC 665	0,50 %	
CARBOHIDRATOS	CÁLCULO	49,89 %	
VALOR CALÓRICO	CÁLCULO	336 (Kcal/100 g)	

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

 <b>ALBIO ENRIQUE ESPINDOSA SAFAR</b> QUÍMICO PQ. 6996	 SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL MEDIO AMBIENTE	 <b>MARTHA CECILIA PATIÑO SOCHA</b> DIRECTOR TÉCNICO PQ. 1425
--	--	---



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
NIT. 894.016.152-8



REPORTE DE RESULTADOS					
CODIGO	R - 051	VERSION	0.0	FECHA	07/01/05

Ciudad y fecha: Bucaramanga, 08 de Noviembre de 2007		Nº: 073108
Solicitante: CIAGRO	Producto: Pen Común con Stevia	Descripción: Producto Terminado
Dirección: Km. 27 Calle 6 Ciudad Universitaria	Fecha de Vencimiento: //	Solicitud Nº: //
Teléfono: 5974000	Responsable de Muestreo: Solicitante	Tamaño de la Muestra: 300 g.
Nº de lote: //	Tipo de Empaque o Envase: Plástico	
Lugar de Muestreo: Empresa		
Fecha de Muestreo: 01 de Noviembre de 2007		
Fecha de Análisis: 01 de Noviembre de 2007		
Examen Solicitado: Fisicoquímico		

**RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS**

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA
HUMEDAD	NTC 526	24,72 %	
MINERALES	NTC 282	1,99 %	
PROTEÍNA	NTC 752	8,25 %	
GRASA	NTC 638	5,31 %	
FIBRA	NTC 608	0,69 %	
CARBOHIDRATOS	CÁLCULO	70,92 %	
VALOR CALÓRICO	CÁLCULO	308 (Kcal/100 g)	
ACIDEZ (EXPRIMIDO COMO ACIDO SULFÚRICO)	NFC 287	DIA 1: 0,18 % DIA 2: 0,22 % DIA 3: 0,28 % DIA 4: 0,35 %	
pH	POTENCIOMÉTRICO	DIA 1: 5,72 Unid. De pH DIA 2: 5,71 Unid. De pH DIA 3: 5,70 Unid. De pH DIA 4: 5,68 Unid. De pH	
<p>CONCEPTO: Al cuarto día se evidencia la presencia del inicio de crecimiento de mohos.</p> <p>Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA.</p>			
<p>ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR QUÍMICO PQ. 0496</p>		<p>MARTHA CECILIA PATINO SOCHA DIRECTOR TÉCNICO PQ. 1426</p>	





**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
NT. 304.016.152-9



REPORTE DE RESULTADOS					
CÓDIGO	R-051	VERSIÓN	0.0	FECHA	07/01/05

Ciudad y Fecha: Bucaramanga, 29 de Febrero de 2008	
Solicitante: CIACRO	Nº: 080627
Dirección: Cra. 27 Calle 9 Ciudad Universitaria	Tipo de Muestra: Pan de Estevia
Teléfono: 6344000	Descripción: Producto Terminado
Nº de lote: //	Fecha de Vencimiento: //
Lugar de Muestreo: Empresa	Solicitud Nº: //
Fecha de Muestreo: 25 de Febrero de 2008	Responsable de Muestreo: Solicitante
Fecha de Análisis: 25 de Febrero de 2008	Tamaño de la Muestra: 510 g.
Examen Solicitado: Fisicoquímico	Tipo de Empaque o Envase: Plástico

**RESULTADOS FISICOQUÍMICOS**

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA
HUMEDAD	NTC 529	23,90 %	
MINERALES	NTC 230	1,95 %	
PROTEÍNA	NTC 282	6,50 %	
GRASA	NTC 658	8,77 %	
FIBRA	NTC 658	0,64 %	
CARBOHIDRATOS	CÁLCULO	55,93 %	
VALOR CALÓRICO	CÁLCULO	339 (Kcal/100 g)	
ACIDEZ (EXPRESADO COMO ACIDO SULFURICO)	NTC 267	DIA 1: 0,16 % DIA 2: 0,18 % DIA 3: 0,20 %	
pH	POTENCIOMETRICO	DIA 1: 6,02 Unid. De pH DIA 2: 6,00 Unid. De pH DIA 3: 6,97 Unid. De pH	

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

  
**ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR**  
 QUÍMICO  
 P.Q. 0596



  
**MARTHA CECILIA PATINO SOCHA**  
 DIRECTOR TÉCNICO  
 P.Q. 1426

## C.4 PAN CON ESTEVIÓSIDO



SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE  
NIT. 804.016.152-8



REPORTE DE RESULTADOS					
CÓDIGO	R-051	VERSION	0.0	FECHA	07/05/06

Ciudad y Fecha: Bucaramanga, 15 de Noviembre de 2007

Solicitante: CIABRO	Nº: 072381
Dirección: Kra. 27 Calle 9 Ciudad Universitaria	Producto: Pan comun esteviosido
Teléfono: 6644000	Descripción: Producto Terminado
Nº de lote: 11 - 08	Fecha de Vencimiento: //
Lugar de Muestras: Empresa	Solitud Nº: //
Fecha de Muestreo: 11 de Noviembre de 2007	Responsable de Muestreo: Solicitante
Fecha de Análisis: 11 de Noviembre de 2007	Tamaño de la Muestra: 300 g
Examen Solicitado: Fisicoquímico	Tipo de Empaque o Envase: Plastico

### RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA
HUMEDAD	NTC 509	27,40 %	
MINERALES	NTC 282	2,69 %	
PROTEÍNA	NTC 282	8,13 %	
GRASA	NTC 668	9,81 %	
FIBRA	NTC 668	0,63 %	
CARBOH DRATOS	CÁLCULO	51,04 %	
VALOR CALÓRICO	CÁLCULO	329 (Kcal/100 g)	
ACIDEZ (EXPRESADO COMO ACIDO SULFURICO) DIA 1	NTC 267	0,26 %	
ACIDEZ (EXPRESADO COMO ACIDO SULFURICO) DIA 2	NTC 267	0,26 %	
ACIDEZ (EXPRESADO COMO ACIDO SULFURICO) DIA 3	NTC 267	0,30 %	

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

 <b>ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR</b> QUÍMICO P.Q. 0996	 SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL MEDIO AMBIENTE	 <b>MARTHA CECILIA PATIÑO SOCHA</b> DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 1426
--	--	--



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
NIT. 804.016.152-J



REPORTE DE RESULTADOS					
CÓDIGO	R-051	VERSION	0.0	FECHA	07/01/06

Ciudad y Fecha: Bucaramanga, 22 de Noviembre de 2007	
Solicitante: CIAGRO	Nº: 973387
Dirección: Kza. 27 Calle 8 Ciudad Universitaria	Producto: Pan con L. Esteviosido
Teléfono: 6344000	Descripción: Producto Terminado
Nº de lote: //	Fecha de vencimiento: //
Lugar de Muestreo: Empresa	Solicitud Nº: //
Fecha de Muestreo: 16 de Noviembre de 2007	Responsable de Muestra: Solicitante
Fecha de Análisis: 16 de Noviembre de 2007	Tamaño de la Muestra: 240 g.
Examen Solicitado: Fisicoquímico	Tipo de Envase o Bivase: Plástico

**RESULTADOS FISICOQUÍMICOS**

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA
HUMEDAD	NTC 573	28,21 %	
MINERALES	NTC 282	1,77 %	
PROTEÍNA	NTC 282	8,80 %	
GRASA	NTC 658	9,21 %	
FIBRA	NTC 668	0,82 %	
CARBOHIDRATOS	CÁLCULO	51,19 %	
VALOR CALÓRICO	CÁLCULO	323 (Kcal/100 g)	
ACIDEZ (EXPRESADO COMO ACIDO SULFÚRICO)	NTC 267	DIA 1: 0,17 % DIA 2: 0,17 % DIA 3: 0,18 %	
pH	POTENCIOMÉTRICO	DIA 1: 6,80 Unid. De pH DIA 2: 5,60 Unid. De pH DIA 3: 5,79 Unid. De pH	

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

 <b>ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR</b> QUÍMICO P.Q. 0996	 <b>SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL MEDIO AMBIENTE</b>	 <b>MARTHA CECILIA PATIÑO SOCHA</b> DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 1426
--	---	--



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
NIT. 804.016.152-8



REPORTE DE RESULTADOS					
CODIGO	R-051	VERSION	0.0	FECHA	07/01/05

Ciudad y Fecha: Bucaramanga, 29 de Febrero de 2008		Nº: 080528
Solicitante: CIAGRO	Tipo de Muestra: Pan Con Esteviosido	Descripción: Producto Terminado
Dirección: Kra. 27 Calle 8 Ciudad Universitaria	Fecha de Vencimiento: //	Solicitud Nº: //
Teléfono: 6344000	Lugar de Muestreo: Empresa	Responsable de Muestreo: Solicitante
Nº de lote: //	Fecha de Muestreo: 25 de Febrero de 2008	Tamaño de la Muestra: 520 g.
Fecha de Análisis: 26 de Febrero de 2008	Examen Solicitado: Físicoquímico	Tipo de Impacto o Invasión: Plástico

**RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS**

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA
HUMEDAD	NTC 529	23,28 %	
MINERALES	NTC 282	1,96 %	
PROTEÍNA	NTC 203	9,72 %	
GRASA	NTC 698	8,77 %	
FIBRA	NTC 630	0,04 %	
CARBOH DRATOS	CÁLCULO	44,37 %	
VALOR CALÓRICO	CÁLCULO	340 (Kcal/100 g)	
ACIDEZ (EXPRESADO COMO ACIDO SULFÚRICO)	NTC 267	D/A 1: 0,18 % D/A 2: 0,10 % D/A 3: 0,22 %	
pH	POSILOGOMÉTRICO	D/A 1: 5,08 Unid. De pH D/A 2: 6,80 Unid. De pH D/A 3: 6,03 Unid. De pH	

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

 <b>ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR</b> QUÍMICO PQ. 0896	 <b>MARTHA CECILIA PATINO SOCHA</b> DIRECTOR TÉCNICO PQ. 1426
---	---

## ANEXO D

### RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS AL PRODUCTO FINAL

#### D.1 PAN CON ESTEVIA



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL MEDIO AMBIENTE**  
NIT. 804.018.152-8



REPORTE DE RESULTADOS					
CÓDIGO	R-051	VERSIÓN	0.0	FECHA	07/01/05

Ciudad y fecha: Bucaramanga, 23 noviembre de 2007	
Solicitante: CIABRO	Nº: 073367
Dirección: Carrera 27 Calle 5 Ciudad Universitaria	Tipo de muestra: Pan común con Estevia
Teléfono: 6344000	Descripción:
Nº de lote: 5	Fecha de vencimiento: /
Lugar de muestreo: Empresa	Solicitud Nº: 5
Fecha de muestreo: 10 de noviembre de 2007	Responsable de muestreo: Solicitante
Fecha de Análisis: 18 de noviembre de 2007	Tamaño de la muestra: 240 g
Examen solicitado: Microbiología	Tipo de empaque o envase: Plástico

#### RESULTADOS MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADOS	VALORES REFERENCIA
RECuento TOTAL DE MESOFILOS	Conteo en Placa Agar PC	18x10 <sup>2</sup> UFC/g	Máx. 10.000
COLIFORMES TOTALES	NMP Fermentación tubo	<3 Bac/g	9
COLIFORMES FIABLES	FMP Fermentación tubo	<3 Bac/g	<3
ESTAFILOCOCO COAGULASA (+)	Recuento placa Huid Pense	<100 UFC/g	<100
RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS	Recuento Rosa de Bengala	<10 UFC/g	Máx. 200

**CONCEPTO:** La muestra analizada cumple con los requisitos microbiológicos según la norma INVIMA para pan.  
Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIVAMA.



*Claudia Mendoza Duarte*  
**CLAUDIA MENDOZA DUARTE**  
MICROBIÓLOGA DE ALIMENTOS  
REG. 426 FOLIO 123

*Marta Cecilia Fatino Socha*  
**MARTHA CECILIA FATINO SOCHA**  
DIRECTOR TÉCNICO  
PQ. 1426

## D.2 PAN CON ESTEVIÓSIDO



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
NIT. 804.016.152-8



REPORTE DE RESULTADOS					
CÓDIGO	R - 051	VERSION	0.0	FECHA	07/11/05

Ciudad y fecha: Bucaramanga, 26 noviembre de 2007		Nº: 073388
Solicitante: CIAGRO	Tipo de muestra: <b>Pan común</b> esteviósido	Descripción: //
Dirección: Carrera 27 Calle 8 Ciudad Universitaria	Fecha de vencimiento: //	Solicitud Nº: //
Teléfono: 6344000	Lugar de muestreo: Empresa	Responsable de muestreo: Solicitante
Nº de lote: //	Fecha de muestreo: 16 de noviembre de 2007	Tamaño de la muestra: 250 g
Fecha de análisis: 16 de noviembre de 2007	Examen solicitado: Microbiológico	Tipo de empaque o envase: Plástico

### RESULTADOS MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADOS	VALORES REFERENCIA
RECuento TOTAL DE MESOFILOS	Conteo en Placa Agar DC	< 40 UFC / g	Máx. 10.000
COLIFORMES TOTALES	NMP Fermentación tubo	< 3 Bac / g	3
COLIFORMES FECIALES	NMP Fermentación tubo	< 3 Bac / g	< 3
ESTAFILOCOCO COAGULASA (+)	Recuento placa Baird Parker	< 100 UFC / g	< 100
RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS	Recuento Rosa de bengala	< 10 UFC / g	Máx. 200

CONCEPTO: La muestra analizada cumple con los requisitos microbiológicos según la norma INVIMA para pan.  
Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA.



*Claudia Mendoza Duarte*  
CLAUDIA MENDOZA DUARTE  
MICROBIÓLOGA DE ALIMENTOS  
REG. 426 FOLIO 123

*Martha Cecilia Patiño Socha*  
MARTHA CECILIA PATIÑO SOCHA  
DIRECTOR TÉCNICO  
PG. 1426

# ANEXO E

## NORMA TECNICA COLOMBIANA (NTC 1363) PAN COMÚN REQUISITOS GENERALES

### NORMAS Y PROCEDIMIENTOS REGLAMENTARIOS DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Tabla 10. Plan de muestreo para productos típicos producidos industrialmente

Masa (peso) Unitaria (tamaño de muestra) de	Categoría de			
	A	B	C	D
<b>Grupo 1</b>				
Productos con masa de 500 g (1 libra) o menor	5400	5401 - 21600	21601 - 52500	52501 - 112000
<b>Grupo 2</b>				
Productos con masa superiores 500 g (1 libra) e inferior a 2 kg (4 libras)	3600	3601 - 14400	14401 - 48000	48001 - 96000
<b>Grupo 3</b>				
Productos con masa superior a 2 kg (4 libras) e inferior a 5 kg (10 libras)	1800	1801 - 8400	8401 - 18000	18001 - 36000
<b>Grupo 4</b>				
Productos con masa superior a 5 kg (10 libras)	900	901 - 4500	4501 - 18000	18001 - 32000

Tabla 11. Plan de muestreo simple

	A	B	C	D
Tamaño de muestra	3	6	3	21
Número de defectuosos permitidos	0	1	2	3

NTC 1363 (Primer edición)

INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
PAN COMÚN REQUISITOS GENERALES

### 1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos y los métodos de ensayo para el pan común.

### 2. REFERENCIAS Y CLASIFICACIÓN

#### 2.1 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se establecen la siguiente:

- 2.1.1 Pan común: Producto, según el modo de la preparación de una masa o masa de pan, que mezcla ese diamante compuesto de harina de trigo, levadura, agua potable y sal, la cual puede contener grasa de origen vegetal o animal, aceite refinado, manteca, lactina, margarina cristales y cualquier aditivo.

130 - Norma Técnica

### 2.2 CLASIFICACIÓN

2.2.1 El pan común se clasifica según sus agregados, en:

2.2.1.1 Pan francés: Aquel de corteza tostada que contiene principalmente harina de trigo, agua, levadura y sal (con o sin aceite de grasa y azúcar (ver tabla 1)).

2.2.1.2 Pan Mando: Aquel de corteza blanca que contiene principalmente harina de trigo, agua, levadura y sal (con o sin aceite de grasa y azúcar (ver tabla 1)).

### 3. CONDICIONES GENERALES

3.1 La parte superior y los puntos laterales de la corteza del pan no deben tener ampollas.

3.2 El moho debe ser uniforme de todo el volumen de masa o la corteza o en sus superficies, si tener moho o moho en la parte superior.

3.3 La masa debe ser elástica, porosa y uniforme, no debe ser pegajosa ni desmenuzable.

3.4 El olor y el sabor deben ser las características del pan común homogéneo, sin olores, sabores y libre de olores y sabores desagradables.

3.5 Para la adición de harinas de otros cereales, mieles y otros ingredientes que hayan sido procesados en materia que sea apta para la alimentación humana. Los panes elaborados con estas harinas deben cumplir con los requisitos que aparecen en el artículo 1.

### 4. REQUISITOS

4.1 El pan común deberá cumplir con los requisitos indicados en la tabla 1.

4.2 No se permitirá la adición de colorantes.

4.3 Para efectos de comercialización, el pan deberá ser vendido de acuerdo con la masa (peso de la unidad normal).

### 5. TOMA DE MUESTRAS Y RECEPCIÓN DEL PRODUCTO

#### 5.1 TOMA DE MUESTRAS

Se efectuará de acuerdo con lo indicado en el Anexo B (NTC 1363).

#### 5.2 ACEPTACIÓN O RECHAZO

Si un muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta Norma, se rechazará el lote. En caso de discrepancia entre los ensayos sobre la muestra se podrá hacer la elección. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para rechazar el lote.

Tabla 1.  
Requisitos de pan común

Requisitos	Pan blanco		Pan francés	
	Mín.	Más.	Mín.	Más.
Grasa (g/100 g de harina)	4.0	10.0		3.0
Azúcar (g/100 g de harina)	6.0	10.0		3.0
Humedad, en % de masa		40		40
Cenizas insolubles en ácido, en % en base seca		0.1		0.1
pH de extracto acuoso	5.3	6.0	5.3	6.0
Fibra cruda, en % en base seca		0.5		0.5
Proteínas, en % en base seca	8.0		8.0	
Volumen específico en cm <sup>3</sup> /g	4.5	6.0	4.0	6.0

6. ENSAYOS

6.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.

Se selecciona una pieza representativa del pan y se pesa con aproximación a 0,2 g, luego se cubre la pieza en una hoja grande de papel almidón y se corta en rebanadas de firme de espesor

6.2 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la Norma ICONTEC 282.

6.3 DETERMINACIÓN DE LAS PROTEÍNAS

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la Norma ICONTEC 282.

6.4 DETERMINACIÓN DE LA GRASA

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la Norma CONTEC 363.

6.5 DETERMINACIÓN DEL AZÚCAR

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la Norma ICONTEC 440.

6.6 DETERMINACIÓN DEL pH DEL EXTRACTO ACUOSO

6.6.1 Reactivos: Agua destilada o desmineralizada de pH 6,2 a 7. Inmediatamente antes de usar el agua se hierve durante 10 min. y luego se enfía a la temperatura ambiente. Si el pH del agua no está dentro del intervalo especificado, se debe destilar en un equipo de vidrio.

6.6.2 Preparación del extracto acuoso de material. Se pesan 10 g de pan y se filtran en un mortero hasta obtener una pasta fina, se agregan 100 cm<sup>3</sup> de agua y se mezcla cuidadosamente, se deja reposar durante 15 min. se filtra la mezcla, se recoge el filtrado en un vaso de precipitados y se le determina el pH en un potenciómetro correctamente calibrado de vidrio.

6.7 DETERMINACIÓN DE LAS CENIZAS EN ÁCIDO

6.7.1 Reactivos: Ácido clorhídrico 0N.

6.7.2 Procedimiento

6.7.2.1 Se cortan las rebanadas en pedruzcos pequeños y se pesan exactamente 10 g en una capsula de porcelana, previamente secada en la estufa a 100° C ± 2° C durante 4h se enfría en un desecador. Luego se calienta el residuo con un mechero 1h y se somete a la calcinación en una mufla a 550° C ± 600° C durante 1h, luego se enfría la capsula en un desecador.

6.7.2.2 Se adiciona a las cenizas 10 cm<sup>3</sup> de ácido clorhídrico, se cubre la capsula con un vidrio de reloj y se calienta durante 10 min. con un mechero de agua, después se filtra el contenido de la capsula a través de un papel de filtro Whatman no. 42 o su equivalente, se lava el residuo con agua hasta que el agua de lavado sea neutra, luego se pasa el papel de filtrado y el residuo a la capsula, se lleva a la estufa a 135° C ± 2° C durante 3h, se lleva luego a la mufla a una temperatura entre 500° C y 600° C durante 30min, se enfría en un desecador y se pesa. Se repite el proceso de calcinar durante 30min, enfriar y pesar hasta que la diferencia entre dos pesadas sucesivas sea menor a 1mg. Se registra la masa final.

6.7.3 Cálculos: El contenido de cenizas insolubles en ácido se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C.I. = \frac{10,000 (m_1 - m_2)}{(m_1 - m) \times (100 - h)}$$

Siendo:

C.I. = Cenizas insolubles en ácido en porcentaje en masa, en base seca.

m<sub>1</sub> = Masa de la capsula con las cenizas insolubles en ácido en gramos.

m<sub>2</sub> = Masa de la capsula con el pan tomado para análisis, en gramos.

m = Masa de la capsula vacía, en gramos.

h = Contenido en humedad, en porcentaje.

6.8 DETERMINACIÓN DE LA FIBRA CRUDA

6.8.1 Reactivos

- a. Eter de petróleo.
- b. Ácido sulfúrico 1,25% (m/v) exactamente preparado.
- c. Hidróxido de sodio 1,25% (m/v) exactamente preparado.
- d. Etanol de 95% en volumen.

6.8.2 Procedimiento

6.8.2.1 Se pesan 2,5 g de muestra libre de humedad y se somete a extracción con éter de petróleo en un aparato Soxhlet, durante 1h, luego se transfiere el material desengrasado a un matraz

de 1 cm<sup>2</sup>. Se calienta hasta ebullición en un vaso de precipitados 200 cm<sup>3</sup> de ácido clorhídrico y después se calienta el ácido en caliente el matraz y se calienta a refluxo durante 30 min. se debe revolver constantemente el contenido del matraz evitando que el pan se adhiera a las paredes y no esté en contacto con el ácido.

6.9.2.2 Se filtra el contenido del matraz a través de un lienzo fino (14 hilos por cm<sup>2</sup>) colocado en un embudo; se lava el residuo con agua caliente hasta que el agua de lavado sea neutra, lo cual se comprueba con papel tornasol.

6.9.2.3 En un vaso de precipitados se calienta ebullición de 200 cm<sup>3</sup> de hidróxido de sodio; se transfiere el residuo que quedó en el lienzo al matraz y se adiciona el hidróxido de sodio hirviendo; se calienta a refluxo el matraz durante 30 min; se retira inmediatamente el matraz y se filtra a través de un lienzo (14 hilos x cm<sup>2</sup>). Se lava cuidadosamente el residuo con agua hirviendo y se transfiere a un crisol Gooch que ha sido preparado previamente con una capa de asbesto fina pero compacta.

6.9.2.4 Después se lava el residuo, primero con agua caliente y luego con 15 cm<sup>3</sup> de alcohol anhidro. Se seca el contenido de crisol a 105°C ± 2°C en una estufa hasta masa constante; se enfria y se pesa. Luego se calcula el contenido del crisol de una muestra a 600 °C ± 2% hasta que se haya eliminado todo el carbono; se enfria en un desecador y luego se pesa.

6.9.3 Cálculos. El contenido de fibra se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F = \frac{100(m_1 - m_2)}{m}$$

Siendo:

F = Fibra cruda, en porcentaje en masa, en base seca

m<sub>1</sub> = Masa de crisol Gooch y su contenido antes de calcinarlo, en gramos.

m<sub>2</sub> = Masa del crisol Gooch con abstratos y cenizas, en gramos.

m = Masa del pan libre de humedad empleado para análisis, en gramos.

## 6.9 DETERMINACIÓN DE COLEFANTES

Véase número 3.1

## 6.10 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN ESPECÍFICO

### 6.10.1 Aparatos.

- Balanza analítica con sensibilidad a 0.01 g.
- Vaso de precipitados de 1000 cm<sup>3</sup>
- Recipiente para calentar parafina.
- Sembrante similar al indicado en la Figura 1.

172 - Normalización Técnica

### 6.10.2 Procedimiento

6.10.2.1 Se calienta una superficie de parafina a 80°C - 90°C. Luego se pesa el pan y se calienta el soporte y se sumerge rápidamente en la parafina por dos veces consecutivas, con un periodo de reposo de 30 s entre cada inmersión.

6.10.2.2 Se pesa el vaso de precipitados con 800 cm<sup>3</sup> de agua; luego se sumerge el pan parafinado en el agua y se toma la lectura de la nueva pesada; esta diferencia de pesos representa al volumen del pan en el agua. Este procedimiento se repite con diez panes y se promedian los resultados.

6.10.3 Cálculos. El volumen específico del pan se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{A - B}{C \times d}$$

Siendo:

V = Volumen específico, en cm<sup>3</sup>/g.

A = Masa (peso) del pan parafinado en el agua, en gramos.

B = Masa (peso) del vaso de precipitados + 800 cm<sup>3</sup> de agua, en gramos.

C = Masa (peso) del pan, en gramos.

d = Densidad del agua, en g/cm<sup>3</sup>

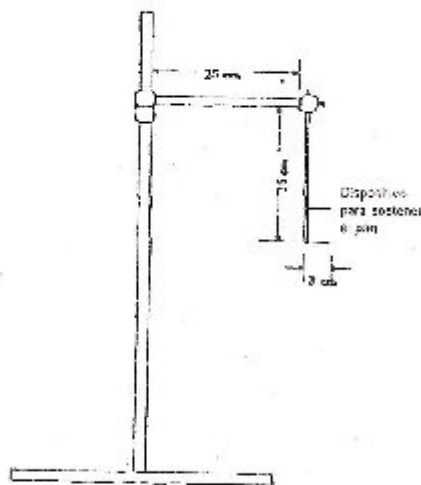


Figura 1. soporte

## 7. EMPAQUE Y ROTULADO

### 7.1 EMPAQUE.

El pan comido deberá expenderse envuelto o empacado en un material adecuado, no tóxico, que asegure la buena conservación del producto.