

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Estudio experimental del uso de auxiliares tecnológicos y harinas alternativas en la elaboración de un postre dulce para personas con intolerancia al gluten.”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIEROS DE ALIMENTOS**

Presentada por:

Carmen Lisbeth Colcha Aguas  
Richard Xavier Culcay Peralta

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2013

## AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios, por tenerme aun con vida hasta este momento, y darme las fuerzas y la voluntad para seguir adelante.

A mis padres, Patricio y Leonor, por todos sus consejos y palabras de aliento cuando más los necesitaba. Gracias por estar conmigo siempre y por reconfortarme en los días más difíciles.

A mi hija, que ha sido mi inspiración para realizar este proyecto, ya que a pesar de que ha hecho que mi tiempo se acorte, por estar junto a ella, día a día viéndola crecer, por

fin podrá enorgullecerse de que su mamá es una profesional.

A mi esposo, a quien amo tanto y agradezco por tenerme tanta paciencia, estar a mi lado en todo momento y por darme su amor todos los días, lo que me motiva a cumplir todo lo que me proponga.

En fin, a todos los que de alguna manera colaboraron en la realización de este trabajo, a la Ing. Ana María Costa Directora de Tesis, que nos brindó su apoyo incondicional, y estuvo siempre pendiente en cada paso que dimos para cumplir esta meta.

Por último, pero no menos importante, a mi mejor amigo y compañero de Tesis, Richard, por

siempre ser mi consejero y saberme  
escuchar. Te quiero mucho amigo.  
Gracias a Dios lo hemos logrado  
juntos!

Les agradezco de corazón.

**Carmen Lisbeth**

## AGRADECIMIENTO

En esta parte de mi vida tengo tanto por agradecer, A DIOS por haberme dado la oportunidad de tener a mi MAMA y PAPA siempre; ya que son mi mayor orgullo los cuales han dado tanto por mí, todos los días de sacrificios, malas noches, lagrimas y nunca se han dado por vencidos. Y aunque no se los diga a diario los quiero demasiado. A ellos les dedico mi título y que sigan luchando por lograr lo mismo para mis maravillosas hermanas MAYRA y VANESSA a ellas les deseo todo el éxito para que siempre logren sus más grandes sueños y que siempre contarán conmigo donde sea.

A mi gran amiga y compañera CARMEN, con la cual pasamos por tantas cosas para lograr este éxito le deseo lo mejor en su vida profesional, personal para que siga luchando y llenándose de grandes éxitos con su nueva familia.

No olvido grandes amigos que han pasado por mi vida, con los cuales compartí tanto y pude aprender mucho a pesar de ya no verlos, siempre los recordare para todos ellos un gran abrazo principalmente para FUAD y a otros que mantengo contacto les deseo éxito en sus vidas de igual para sus nuevas familias como la de EVELYNE.

A la Ing. Ana María Costa, ya que siempre contamos con su apoyo para cumplir este proyecto

Sin olvidarme de mi mejor amigo SANTIAGO que siempre ha creído en mi potencial para lograr mis propósitos, le agradezco por soportarme durante estos 14 años en los cuales me ha dado grandes consejo éxitos siempre para ti.

Y no quiero concluir sin agradecer a ZEDGE por quien he tenido corajes pero también por quien aprendí a madurar; ver que la vida siempre va a estar llena de nuevos retos, oportunidades y saber que una caída no es la derrota también le digo que siga luchando por todo lo que más anhela. ಡಿಸೆಂಬರ್ 18 ಸಾವಿರ

ಎರಡು ಮತ್ತು ಹನ್ನೊಂದು ಅದಕ್ಕೆ ಯಾವಾಗಲೂ

ನನ್ನ ಹೃದಯ ಎಂದ

GRACIAS POR TODO

***Richard Xavier***

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar a Dios, por hacerlo posible.

A mi familia: mi hija, por llenarme de felicidad, cada vez que me dice mamá. A mi esposo por creer en mí y apoyarme. Y a mis padres, por tener las palabras precisas siempre.

A mi amigo Giovanni, quien se fue dejándome un profundo dolor. Aunque no pudiste graduarte de Ingeniero, si lo hiciste como amigo y siempre te llevaré en mi corazón.

Se los dedico con mucho amor.

**Carmen Lisbeth.**



## DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANAS

A MIS AMIGOS

A MI FAMILIA

A TI

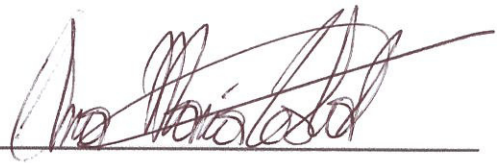
***Richard Xavier***

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Dr. Kléber Barcia V., PHD.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



---

Ing. Ana María Costa V.  
DIRECTORA DE TESIS



---

Ing. Priscila Castillo S.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

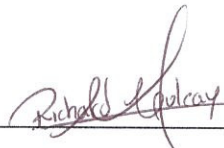
“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



---

Carmen L. Colcha A.



---

Richard X. Culcay P.

## HIPÓTESIS

1. De entre las distintas combinaciones de harinas de Soya y Maíz (50%-50%, 60%-40% y 70%-30%), alguna obtendrá los resultados más aceptables de sabor, al enmascarar la sensación a grano de estas harinas y de dureza, proporcionando mejor estabilidad a la masa.
2. El uso de la dosis más apropiada del Estabilizante (Goma Xántica), va a influir directamente en la dureza del producto final para celíacos, brindando mayor elasticidad y homogeneidad a la masa.
3. La adición de la correcta dosis del Gasificante (Polvo Leudante para Celíacos), ayudará a que se produzca la cantidad idónea de dióxido de carbono, para que la masa se estire de manera aceptable y se obtenga un producto más ligero y esponjoso.

4. La utilización del correcto porcentaje de Conservante (Propionato de Calcio), permitirá alcanzar el tiempo de vida útil deseado y retrasará por mayor tiempo el crecimiento microbiológico en el cake.

## **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un postre dulce tipo magdalena sin gluten y de alto contenido proteico como alternativa para personas celiacas.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Obtener la formulación de un postre sin gluten con características de olor, sabor, color y dureza, similares al producto de referencia comercial.
2. Cuantificar el aporte proteico del producto a partir de la fórmula propuesta con las características más aceptables.

3. Determinar la fórmula del producto, mediante pruebas sensoriales de preferencia del sabor, olor, dureza y apariencia del mismo, con respecto a la muestra patrón.
  
4. Determinar el costo de fabricación del producto para definir el precio de venta al público del Cake.

## RESUMEN

El proyecto en estudio trata del proceso de desarrollo de un postre tipo cupcake o en español, magdalena, a base de harinas sin gluten y auxiliares tecnológicos (Goma Xántica, Polvo Leudante para Celiacos y Propianato de Calcio). Para ello, se utilizaron varios diseños experimentales, que permitieron evaluar el comportamiento del producto en cada formulación, con respecto a: características organolépticas, dureza y estabilidad (tiempo de vida útil y deterioro microbiológico).

Mediante las experimentaciones mencionadas, se obtuvo que: La dosis de Harinas de 60% Soya-40% Maíz, logró mayor aceptabilidad en cuanto a sabor y dureza, ya que la mayor cantidad de harina de Soya enmascaró el sabor a grano que producía la de Maíz y debido a sus propiedades emulsificantes proporcionó mayor estabilidad a la masa. El uso del 0.5% de goma Xántica, mejoró el comportamiento de la masa al darle mayor homogeneidad y elasticidad en el horneado. La formulación con 3% de Polvo Leudante favoreció

el aumento del volumen del producto y la dosis de Conservante (Propionato de Calcio), prolongó el tiempo de vida del cake y retrasó el crecimiento microbiano.

Gracias a la ayuda de estos auxiliares, el producto en estudio, obtuvo buenas características de dureza, sabor, olor y apariencia, muy similares a las de los productos con Gluten que se encuentran en el mercado y se convirtió en una nueva alternativa de postre para los enfermos de Celiacía.



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGIA.....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XI
INDICE DE TABLAS.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Historia de la Repostería.....	4
1.2 Generalidades del cake.....	5
1.3 Elaboración de cake sin gluten.....	6
1.4 Auxiliares tecnológicos para elaboración de postres sin gluten.....	7
1.5 Características de la intolerancia al gluten.....	10

## CAPITULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
2.1 Descripción de Materiales y Equipos.....	19
2.2 Proceso de elaboración del cake.....	27
2.2.1 Descripción de ingredientes.....	31
2.2.2 Descripción de aditivos.....	35
2.3 Descripción del Problema de estudio.....	39

## CAPITULO 3

3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	42
3.1 Descripción del proyecto de experimento.....	42
3.1.1 Especificación de Variables de entrada.....	43
3.1.2 Especificación de Variables de salida.....	44
3.2 Diseño experimental del Porcentaje de harinas.....	45
3.2.1 Cálculos Variable Textura.....	50
3.2.3 Cálculos Variable Sensorial.....	52
3.3 Diseño experimental del Porcentaje de Estabilizantes.....	58
3.3.1 Cálculos Variable Textura.....	62
3.4 Diseño experimental del Porcentaje de Gasificantes.....	64
3.4.1 Cálculos Variable Textura.....	68
3.5 Diseño experimental del Porcentaje de Conservantes.....	70
3.5.1 Cálculos Variable Tiempo de vida útil.....	74
3.6 Resultados del Diseño Experimental.....	78

## CAPITULO 4

4. EVALUACIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	79
4.1 Pruebas de formulaciones.....	79
4.2 Selección de muestras.....	94
4.3 Análisis Sensorial.....	95
4.4 Análisis de Estabilidad.....	108
4.4.1 Evaluación de textura.....	109
4.4.2 Evaluación microbiológica.....	112

## CAPITULO 5

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	116
5.1 Determinación de resultado sensorial óptimo.....	116
5.2 Determinación de resultado de estabilidad óptimo.....	120
5.3 Descripción de fórmula prototipo ideal.....	123
5.4 Caracterización del producto.....	125
5.4.1 Contenido nutricional.....	125
5.4.2 Costos de fabricación.....	126
5.4.3 Tiempo de vida útil.....	131
5.5 Comparación con productos similares del mercado.....	132
5.5.1 Comparación Sensorial.....	132
5.5.2 Comparación nutricional.....	133

## CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....134

ANEXOS.....139

BIBLIOGRAFÍA.....174

## ABREVIATURAS

CT	Cálculo Total de la Varianza
Ctvs.	Centavos
ES	Error Estándar
ESS	Error de las sumas
F	Factor estadístico de prueba
FcalJ	F Calculado de los Jueces
FcalP	F Calculado de los Productos
g IJ	Grados de libertad jueces
g IP	Grados de libertad producto
g IT	Grados de libertad total
GL	Grados de Libertad
H0	Hipótesis nula
Hi	Hipótesis alternativa
HSM	Harina Soya y Maíz
k	Número de tratamientos
M1	Muestra 1
M2	Muestra 2
MC Ajust	Media de cuadrados Ajustado
Nj	Número de jueces
Nm	Número de muestras
Np	Número de productos
P	Probabilidad
p	Tamaño del conjunto de medias
PT	Promedio Total de las Muestras
PT2	Puntajes totales al cuadrado
R2	Valor R cuadrado
Rp	Menor diferencia entre las medias de un conjunto de tamaño p.
rp	Rangos studentizados de menor significancia

## ABREVIATURAS

S	Varianza
$s^2$	Cuadrado medio del error
SC	Suma de cuadrados
SC Ajust	Suma de cuadrados Ajustado
SC Sec	Suma de cuadrados Secuencial
SCJ	Suma de cada Juez
SCP	Suma de cada Producto
SCT	Suma Total de cada Puntaje
T	Valor de la tabla T'Student
T2	totales al cuadrado
TACC	Trigo, Avena, Cebada y Centeno
VE	Varianza del Error
VJ	Varianza de jueces
VP	Varianza de productos

## SIMBOLOGÍA

$\Sigma$	Sumatoria
=	Igual
pH	Potencial de Hidrógeno
T°	Temperatura
ufc	Unidades formadoras de colonias
Rpm	Revoluciones por minuto
$\alpha$	Nivel de Significancia ó Alfa
g	Gramos
%	Porcentaje
>	Mayor
<	Menor
° C	Grados Centígrados
CO <sub>2</sub>	Anhídrido carbónico
A	Vitamina A
B	Vitamina B
Kg	Kilogramos

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 2.1 Moldes para horno.....	19
Figura 2.2 Pirutines o papel de horno.....	20
Figura 2.3 Rollos de Polipropileno Biorientado.....	21
Figura 2.4 Equipo Texturómetro.....	22
Figura 2.5 Batidora/Amasadora.....	23
Figura 2.6 Horno Semi industrial.....	24
Figura 2.7 Selladora de Fundas.....	25
Figura 2.8 Balanza electrónica.....	26
Figura 2.9 Termómetro infrarrojo.....	26
Figura 2.10 Cronómetro digital.....	27
Figura 3.1 Resultados 50% H. Soya – 50% H. Maíz.....	47
Figura 3.1 Resultados 50% H. Soya – 50% H. Maíz.....	47
Figura 3.1 Resultados 50% H. Soya – 50% H. Maíz.....	47
Figura 3.2 Resultados 60% H. Soya – 40% H. Maíz.....	48
Figura 3.3 Resultados 70% H. Soya – 30% H. Maíz.....	49
Figura 3.4 Medición en Equipo Texturómetro.....	49



Figura 3.5	Resultados 0.25% Goma Xántica.....	60
Figura 3.6	Resultados 0.50% Goma Xántica.....	61
Figura 3.7	Resultados 0.75% Goma Xántica.....	62
Figura 3.8	Resultados 2% Gasificante.....	66
Figura 3.9	Resultados 2.5% Gasificante.....	67
Figura 3.10	Resultados 3% Gasificante.....	68
Figura 3.11	Gráfica de Normalidad Dureza (Harinas).....	78
Figura 3.12	Gráfica de residuos Dureza (Harinas).....	78
Figura 3.13	Gráfica de Caja Dureza (Harinas).....	79
Figura 3.14	Gráfica de Normalidad Dureza (Estabilizantes).....	81
Figura 3.15	Gráfica de Residuos Dureza (Estabilizantes).....	82
Figura 3.16	Gráfica de Caja Dureza (Estabilizantes).....	83
Figura 3.17	Gráfica de Normalidad Dureza (Gasificantes).....	84
Figura 3.18	Gráfica de Residuos Dureza (Gasificantes).....	84
Figura 3.19	Gráfica de Cajas Dureza (Gasificantes).....	85
Figura 5.1	Gráfico Estadístico de la Valoración del Olor.....	117
Figura 5.2	Gráfico Estadístico de la Valoración del Sabor.....	117
Figura 5.3	Gráfico Estadístico de la Valoración de Apariencia.....	118
Figura 5.4	Gráfico Estadístico de la Valoración de Dureza.....	119
Figura 5.5	Gráfica del comportamiento de Dureza Cake Celiacos.....	120
Figura 5.6	Gráfica del comportamiento Dureza Cake Competencia.....	121
Figura 5.7	Gráfica de Crecimiento Microbiano del Cake Celiacos.....	122
Figura 5.8	Gráfica de Crecimiento Microbiano del Cake Celiacos.....	123

Figura 5.9 Gráfico de Comparación Sensorial de Parámetros.....133

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1	Formulación con Harina de Trigo.....45
Tabla 2	Formulación 50% Soya – 50 % Maíz.....46
Tabla 3	Formulación 60% Soya – 50 % Maíz.....47
Tabla 4	Formulación 70% Soya – 30 % Maíz.....48
Tabla 5	Análisis de Varianza Harinas.....51
Tabla 6	Escala Hedónica.....53
Tabla 7	Resultados de Grados de Libertad.....54
Tabla 8	Resultados Análisis de Varianza.....54
Tabla 9	Resultados Nivel 5 y 1.....56
Tabla 10	Datos de aceptación/rechazo de las mezclas de harinas.....57
Tabla 11	Formulación 0.25% g goma Xántica/kg harina.....59
Tabla 12	Formulación 0.5% g goma Xántica/kg harina.....60
Tabla 13	Formulación 0.75% g goma Xántica/kg harina.....61
Tabla 14	Análisis de Varianza Estabilizantes.....63
Tabla 15	Formulación 2% Gasificante /kg harina.....65
Tabla 16	Formulación 2.5% Gasificante /kg harina.....66

Tabla 17	Formulación 3 % Gasificante /kg harina.....	67
Tabla 18	Análisis de Varianza Estabilizantes.....	69
Tabla 19	Formulación 1 g Propionato de calcio.....	71
Tabla 20	Formulación 1.25 g Propionato de calcio.....	72
Tabla 21	Formulación 1.5 g Propionato de calcio.....	73
Tabla 22	Análisis Estadístico Preservantes.....	75
Tabla 23	Análisis de Varianza Harinas.....	80
Tabla 24	Fórmula final Cake para Celiacos.....	93
Tabla 25	Escala Hedónica.....	96
Tabla 26	Codificación de muestras.....	96
Tabla 27	Resultados prueba Olor.....	99
Tabla 28	Resultados prueba Apariencia.....	102
Tabla 29	Resultados prueba Textura.....	105
Tabla 30	Resultados prueba Sabor.....	108
Tabla 31	Medición de Textura Cake para Celiacos.....	110
Tabla 32	Medición de Textura Producto Competencia.....	111
Tabla 33	Crecimiento microbiano Cake para Celiacos.....	114
Tabla 34	Crecimiento microbiano Cake Competencia.....	115
Tabla 35	Contenido nutricional Cake para Celiacos.....	123
Tabla 36	Costo de material de empaque.....	126
Tabla 37	Costo de maquinarias y accesorios.....	128
Tabla 38	Costo de servicios básicos.....	129

Tabla 39	Costo de mano de obra.....	130
Tabla 40	Costo Total del Producto.....	131

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de las personas no podemos imaginarnos una vida sin poder comer pan, pasteles, o postres. Esta es la realidad de quienes padecen la enfermedad celíaca, un mal que se caracteriza por la intolerancia al gluten, sustancia que se encuentra en harinas como: trigo, avena, cebada y centeno, las cuales tradicionalmente se emplean para la elaboración de los productos antes mencionados.

Así es como, las industrias de alimentos de los países con mayor incidencia de intolerancia al Gluten, han ido desarrollando a través de los años, alternativas de consumo para estas personas, tales como: mezclas para pasteles, condimentos, productos de panificación, suplementos nutricionales, entre otros.

Por esta razón, el objetivo del presente estudio es elaborar un postre para celíacos tipo magdalena, más conocido como cupcake, empleando harinas de Soya y Maíz, y la ayuda de auxiliares tecnológicos para facilitar el

comportamiento de la masa y obtener características similares a las de un producto con gluten.

Además de esto, se busca lograr resultados favorables en el valor nutricional del producto con respecto a la competencia y un costo accesible para los consumidores.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

Alrededor del mundo existen personas que padecen una dolencia muy poco conocida llamada Celiaquía, una reacción por ingerir la proteína del gluten, que se encuentra en cereales como: trigo, cebada, centeno y avena. Esta enfermedad se puede desarrollar en cualquier momento de la vida desde la lactancia hasta la adultez avanzada. (16)

Una persona con esta enfermedad puede resultar desnutrida sin importar cuánto alimento consuma, ya que el ingerir alimentos con gluten les provoca daños a las vellosidades de los intestinos y esto impide la absorción de los nutrientes. (16)

Una de las grandes privaciones que han tenido históricamente los Celíacos es la repostería, ya que los postres en su mayoría son elaborados a base de los cereales que contienen Gluten. (16)



Por ello, satisfacer a las personas y sobre todo a los niños que padecen esta enfermedad se ha convertido en una gran necesidad para el mercado. (16)

No hay una estadística fiable de la incidencia de esta enfermedad en el Ecuador. Por otro lado, La gente de “Celiacos del Ecuador”, una página web que quiere aglutinar a los pacientes y conseguir que los supermercados tengan productos con etiquetas que indiquen si los productos son libres de gluten, indica en su portal que hay un celíaco por cada 266 habitantes. (10) En esta página web, hay alrededor de 500 ecuatorianos de distintas ciudades que padecen del mal, en su mayoría madres jóvenes, quienes en la red social intercambian información sobre cómo afrontar y sobrellevar esta enfermedad. (11)

### **1.1 Historia de la Repostería**

Este dulce surge en el siglo XIX. Antes de que surgieran los moldes para hacer muffins, solían hacerse en tazones o cazuelas de barro, siendo éste el significado de su nombre en inglés (cup y cake). También existe otro origen para su nombre, derivado de la forma de

medir los ingredientes empleados para su elaboración, ya que éstos eran medidos en una taza. (19)

Su primera mención puede rastrearse hasta el año de 1796, cuando Amelia Simms utilizó este término para una "tartaleta que se cocina en pequeñas tazas", en su libro *American Cookery*. La documentación más antigua en la que ya aparece el término cupcakes, fue en el recetario de Eliza Leslie "Setenta y cinco recetas de pasteles, tortas y dulces" publicado en 1828. (19)

En el siglo XXI, los cupcakes se pusieron de moda en Estados Unidos y hoy en día han ganado gran popularidad entre los grandes y chicos alrededor del mundo. (19)

## **1.2 Generalidades del cake**

El cupcake (literalmente pastel de o en taza), es una receta de origen estadounidense. Se conoce también como fairy cake, patty cake, pastelillo o pastel de taza. (19)

El nombre de "Fairy cake" (torta de hadas) es una descripción fantasiosa de su tamaño, ya que según los pasteleros sería apropiado para una fiesta de hadas. (19)

Los ingredientes básicos del cupcake son similares a la de cualquier otra tarta: mantequilla, azúcar, huevos y harina, y cualquier receta de este tipo puede funcionar, aunque debido a su reducido tamaño se realizan más rápido que una tarta común. Lo más habitual es que se elaboren en moldes similares a los empleados para hacer muffins. (19)

### **1.3 Elaboración de cake sin gluten**

Las harinas sin gluten poseen diferentes características con respecto a las harinas tradicionales, por lo que para preparar un producto horneado para celíacos, se requieren recetas específicas con proporciones diferentes de los ingredientes. (29)

Al no utilizar harina de trigo, las masas se comportan de manera diferente, muchas se hornean más rápido o más lento y el producto final es más seco, por lo que se desmorona fácilmente. (29)

A pesar de ello, no hay que conformarse con el hecho de que la textura de los cakes sin gluten no sea igual, ya que si existen maneras de conseguir productos finales muy similares a los que llevan trigo. (29)

#### **1.4 Auxiliares tecnológicos para elaboración de postres sin gluten**

En formulaciones convencionales con gluten, éste cumple un papel muy importante, ya que sirve para que la masa espese y que al batir se produzcan burbujas de aire, que a su vez dan como resultado productos ligeros y esponjosos. (31)

Para asemejar la función del gluten en postres horneados, se puede emplear ciertos estabilizantes en la masa, como por ejemplo: la goma Xántica. (32)

Otros auxiliares tecnológicos que se pueden emplear en productos horneados para celíacos son los gasificantes para ayudar a que la masa se eleve y preservantes antimohos para prolongar su vida útil.

(32)

### **Gomas (Estabilizantes).-**

Aumentan la absorción de agua, la estabilidad de las masas, la resistencia a la extensión. Permiten obtener panificados y productos horneados (sin gluten) con mejor volumen y apariencia. (2)

Estos hidrocoloides, permiten durante la etapa de inicio de la cocción, que la gelatinización y la formación de la miga se dé a más baja temperatura y refuerzan la fijación de ésta y de la corteza para evitar en parte el descascarillado. (32)

### **Gasificantes (Leudantes).-**

Los agentes leudantes (denominados también gasificantes), producen e incorporan gases en productos que van a ser horneados

con el objeto de aumentar su volumen y producir cierta forma y textura en su masa final. (14)

Dentro de las masas de repostería se emplean levaduras químicas (como el bicarbonato de sodio) que liberan dióxido de carbono, hinchando su volumen. Durante el horneado estas masas se estabilizan, se rigidizan y liberan el gas quedando esponjosas. (14)

#### **Preservantes (Antimohos).-**

Los propionatos, tanto el sódico como el cálcico, poseen una acción antimicrobiana frente a los hongos y al *Bacillus subtilis*, y presentan una leve reducción de la fermentación. Su dosis máxima de uso es de 3 g/kilo de harina. Cuando se agotan las dosis máximas de cualquiera de los conservantes, no se puede utilizar ningún otro y sólo se podrá reforzar con algún regulador del pH. (33)

El E-281, Propionato de calcio es más efectivo en las masas batidas que llevan bicarbonato sódico, mientras que en las masas con

levadura (pan de molde, panes especiales, pan de hamburguesa, bollería, etc.), es más eficaz el E-282 Propionato sódico. (33)

### **1.5 Características de la intolerancia al gluten**

La intolerancia al Gluten es permanente, es decir, se mantiene durante toda la vida. Aparece en personas que tienen predisposición genética a padecerla, con más frecuencia entre miembros de la misma familia. Además, los enfermos suelen ser de un mismo "grupo" genético. (12) Las personas con Síndrome de Down tienen un riesgo 100 veces superior de padecer intolerancia al gluten con respecto a la población general. (12)

Esta intolerancia produce una atrofia de las vellosidades del intestino, o destrucción en mayor o menor grado, de las zonas del mismo donde tiene lugar la absorción de los alimentos. La característica que define a esta atrofia es que es reversible, es decir que el intestino se normaliza, cuando se inicia la dieta sin gluten. (12)

# CAPÍTULO 2

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se describen los materiales y métodos utilizados para el desarrollo de la fórmula óptima del Cake para Celiacos, mediante los cuales se determinó las mejores variaciones de mezcla de harinas y aditivos.

### **Métodos.-**

A continuación se detallan los métodos y ecuaciones de cálculo utilizadas para el desarrollo de la fórmula óptima del Cake para Celiacos, mediante los cuales se determinó las mejores variaciones de mezcla de harinas y aditivos.

Para evaluar sensorialmente las diferentes formulaciones de harinas y la formulación final de nuevo producto frente a la competencia, se empleó la Escala Hedónica y el Test de Duncan.



***Escala hedónica.***

Es un método para medir preferencias. En este método la evaluación del alimento se realiza indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana. (7)

Se usa para estudiar a nivel de Laboratorio la posible aceptación de un alimento. Se pide al juez que luego de su primera impresión responda cuánto le agrada o desagrada un producto, esto lo informa de acuerdo a una escala verbal-numérica que va en la ficha. (7)

La escala tiene 9 puntos, pero a veces es demasiado extensa y puede acortarse a 7 o 5 puntos: (7)

1 = me disgusta extremadamente

2 = me disgusta mucho

3 = me disgusta moderadamente

4 = me disgusta levemente

5 = no me gusta ni me disgusta

6 = me gusta levemente

7 = me gusta moderadamente

8 = me gusta mucho

9 = me gusta extremadamente

Los resultados del panel se pueden analizar por varianza o por medio de un programa estadístico. (7)

### ***Test de Duncan.***

Es un procedimiento utilizado para realizar la comparación de rangos múltiples de medias. Este procedimiento se basa en la noción general de la distribución t-Student. (34)

El rango de cualquier subconjunto de p medias muestrales debe exceder cierto valor, antes de que se encuentre que cualquiera de las p medias es diferente. Este valor se llama rango de menor significancia para las p medias, se denota con  $R_p$  y se calcula de la siguiente manera: (34)

$$R_p = r_p \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

1.  $r_p$  son los rangos studentizados de menor significancia y dependen del nivel de significancia y del número de grados de libertad.
2.  $s^2$  es el cuadrado medio del error y se toma de la tabla de análisis de varianza.
3.  $n$  es el número de elementos para un tratamiento específico.
4.  $p$  representa el tamaño del conjunto de medias.
5.  $R_p$  puede entenderse como la diferencia mínima que debe existir entre la media mas grande y la más pequeña de un conjunto de tamaño  $p$ . (34)

Los pasos a seguir para aplicar la prueba de Duncan son:

1. Calcular el valor de cada una de las medias correspondientes a cada tratamiento y ordenarlas de mayor a menor, ya ordenadas las renumeraremos de 1 a  $p$ . Note que inicialmente  $p$  es igual al número de tratamientos  $k$ .
2. Determinar de una tabla los valores  $R_p$  para un valor de significancia  $\alpha$ .
3. Calcular los  $R_p$  de acuerdo con la expresión anterior y tomar de la tabla de análisis de varianza el valor  $s^2 = SSE / (k*(n-1))$ .
4. Probar por rangos que vayan de la media 1 a la  $p$ .

5. Si la hipótesis se cumple, es decir si  $R_p < m_{i+p} - m_i$ , se concluye.
6. Se realizan rangos más pequeños  $p = p-1$  y se regresa al paso 4 mientras  $p > 1$ . (34)

Para evaluar el comportamiento de las formulaciones, en cuanto a textura y tiempo de vida útil, se empleó el método de Análisis de Varianza, ingresando estos datos en el programa estadístico Minitab. (34)

### ***Análisis de Varianza (ANOVA).***

El análisis de varianza es una prueba que nos permite medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes variables nominales. (22)

El método de análisis de varianza para comparación de promedios parte del supuesto inicial de que no existe diferencia entre los promedios y que los resultados de la muestra son producto exclusivamente del azar. (22)

A este supuesto inicial se le conoce como la hipótesis nula y se le designa con  $H_0$ . (22)

Dada esta suposición el valor de  $\alpha$  es la probabilidad de que se obtenga una muestra como la que se obtuvo sin que exista al menos una diferencia entre los promedios, si el valor de  $\alpha$  es muy pequeño, entonces tenemos dos opciones: (22)

1. Se obtuvo una muestra muy extraña y con escasas probabilidades de ocurrir.
2. La hipótesis nula de que no hay diferencia entre los promedios es falsa siendo que los valores observados ocurrieron no por azar sino porque existe al menos una pareja de valores nominales cuyos promedios son diferentes, A esta opción se le conoce como la hipótesis alternativa y se le denomina  $H_1$ . (22)

Si el valor de  $\alpha$  es muy pequeño, se opta por la segunda opción, ya que es mucho más aceptable que las variables estén correlacionadas a que haya ocurrido un hecho rarísimo. (22)

**Programa Minitab.**

MINITAB es un programa estadístico de fácil uso, que proporciona un amplio rango de aplicaciones estadísticas. Permite resolver todo tipo de Análisis de Varianza ingresando los datos y realizando los siguientes pasos: (34)

1. Se hace un clic en Estadísticas, Anova.
2. Se escoge la opción de factores de acuerdo al número de muestras a analizar.
3. Luego aparece una ventana en la que se ingresan las columnas de valores para el análisis.

En la primera casilla se ingresa la columna que contiene los valores de respuesta. En la siguiente casilla se ingresan los niveles de factor.

Se trabaja con el nivel de significancia del 95 % que equivale al valor de 0.05 con el que se trabaja en los cálculos manuales.

4. Se hace clic en Aceptar y se obtiene una tabla en la que se muestra el valor  $p$ ; si éste es menor al valor del nivel de significancia se rechaza  $H_0$  y esto lleva a la conclusión de que las variables de entrada si afectan a la variables de salida.

5. Además de la tabla anterior, también se obtiene cuatro gráficas, con las que se concluye si el modelo es o no ideal, de acuerdo a las siguientes reglas: (34)

La primera es la Gráfica de Probabilidad Normal, en ella los puntos de los residuales deben ir hacia la recta. Con esto se puede decir que no hay desviación o diferencia significativa de la presunción de la normalidad.

La segunda es la grafica de los residuales vs los valores estimados, si los puntos se encuentran dispersos indica que no hay un patrón definido.

El tercero, Histograma de Residuales, debe mostrar un comportamiento normal o Gaussiano.

El último, es el grafico de Residuos vs el Orden de Experimentación. En el cual debe observarse que los puntos no siguen ninguna tendencia o patrón.

Si se cumplen todas estas reglas, entonces se dice que el Modelo es confiable. (34)

## 2.1 Descripción de Materiales y Equipos

En esta sección se describen los materiales e ingredientes empleados en la elaboración del Cake para Celiacos, así como el proceso de fabricación del mismo.

### Descripción de Materiales.-

#### ***Moldes para horno.***

Son usualmente de aluminio. Se emplean para depositar masas que van a ser cocinadas a temperaturas de horneado (hasta 230 ° C). El llenado de los mismos no sobrepasará los 2/3 de su altura, para evitar desbordamientos dentro del horno. (21)



**Fig. 2.1 Moldes para horno**



***Pirotines o papel para horno.***

El papel de horno, papel vegetal o papel sulfurizado, es un producto tratado químicamente para resistir altas temperaturas, aproximadamente de 220° C, sea resistente a la humedad e impermeable con las grasas, resistente a la desintegración en agua incluso en ebullición. Tiene diversas funcionalidades, de las cuales, la más utilizada sea la de cubrir la bandeja del horno, con la finalidad de hornear repostería, pan, pizzas, etc., sin necesidad de engrasar la superficie y ofreciendo antiadherencia.

(1)



**Fig. 2.2 Pirotines o papel para horno**

***Empaques de Polipropileno biorientado.***

Son capas de polipropileno fabricadas de tal forma que una cara sea de impresión brillante y la otra opaca. Dependiendo de la aplicación que se

deseo dar, se ofrece este producto en Transparente, Metalizado, Perlado y Mate. (24) Las propiedades del Polipropileno Biorientado son: Excelente calidad, brillo, alta resistencia y rigidez. Es ideal para aplicaciones de contacto directo con alimentos ya que no posee olor ni sabores que se traspasen a éstos. Las diferentes capas, convierten al producto en una barrera contra gases y humedad. (24)



**Fig. 2.3 Rollos de Polipropileno Biorientado**

#### **Descripción de Equipos.-**

##### ***Equipo Texturómetro.***

El analizador de textura Brookfield es la tercera generación de los equipos de esta clase. A éste se le agregó tensión de capacidad de prueba, las opciones de la celda de carga, el espacio para muestras grandes y una amplia gama de accesorios para una mayor precisión. (9)

El principio de funcionamiento del analizador de la textura es someter una muestra a fuerzas controladas en compresión, usando una sonda. La resistencia del material a estas fuerzas se mide por una célula de carga calibrada y se muestra en Newtons. (9)



**Fig. 2.4 Equipo Texturómetro**

***Batidora/Amasadora.***

Su función es la de batir y homogeneizar masas blandas como biscochos, pasteles, cremas, etc. Se encuentran construidas en acero esmaltado al horno y presentan un bolo de aluminio o acero inoxidable.

(17)



**Fig. 2.5 Batidora/Amasadora**

***Horno.***

Este equipo cumple un proceso muy importante al someter a la masa a temperaturas determinadas y durante tiempos de cocción característicos del tipo de alimento. (27)

Las altas temperaturas de horneado eliminan la mayoría de los posibles contaminantes, logran un aumento de la masa, al expandirse el  $\text{CO}_2$  debido al calor y provoca el endurecimiento de la corteza. (27)



**Fig. 2.6 Horno Semi industrial**

***Selladora.***

Se emplea para sellar fundas preformadas de polietileno, polipropileno, o materiales laminados, que han sido llenadas con cualquier producto sólido, líquido o en polvo. (5)



**Fig. 2.7 Selladora de Fundas**

***Balanza electrónica.***

Este instrumento se emplea para pesar masas, con una precisión comúnmente de una cienmilésima de su capacidad máxima. Su característica más importante es que poseen muy poca incertidumbre, lo que las hace ideales para utilizarse en mediciones muy precisas. (28)



**Fig. 2.8 Balanza Electrónica**

***Termómetro infrarrojo.***

También se denomina termómetro láser. Éste se utiliza para ayudar en la medición de Temperatura marcando con el láser el punto exacto donde se va a tomar. También se les denomina termómetros sin contacto haciendo referencia a la capacidad del dispositivo para medir la temperatura a distancia y sin necesidad de tocar el objeto físicamente.

(13)



**Fig. 2.9 Termómetro infrarrojo**

***Cronómetro.***

Es un reloj de precisión que se emplea para medir fracciones de tiempo muy pequeñas. Se usan en la industria para obtener un registro de fracciones temporales más breves, como milésimas de segundo y de esta manera controlar procesos. (5)



**Fig. 2.10 Cronómetro Digital**

## 2.2 Proceso de elaboración del cake

A continuación se detalla paso a paso el procedimiento de elaboración del Cake para Celiacos, especificando tiempos, temperaturas y parámetros de control de las materias primas e ingredientes.

El Diagrama de Flujo del Proceso se encuentra en el Anexo 21.

### **Recepción:**

Para la recepción de las materias primas se debe tomar en cuenta las condiciones de los ingredientes como: color, olor, sabor y realizar los análisis físico-químicos, organolépticos y microbiológicos si fuera el caso, de acuerdo a cada uno de ellas.

Todas las materias primas fueron almacenadas a las temperaturas correspondientes, es decir, los productos perecibles tales como huevos, margarinas, leche, etc., a una temperatura de 15 °C. Así mismo, los productos secos como el azúcar, harinas, aditivos y otros, fueron almacenados a temperatura ambiente.



**Pesado:**

Todas las materias primas aprobadas son transportadas para ser pesadas en la balanza, en cantidades exactas para cada prueba de formulación.

**Tamizado:**

Los aditivos, sal, harinas y polvo leudante se mezclan y se tamizan para luego ser incorporados a la masa.

**Mezclado y Batido:**

Se procede a la dosificación de los demás ingredientes: grasa vegetal y azúcar, se bate por 10 minutos a velocidad media (160 rpm). Luego, se incorporan los huevos uno a uno.

Después se adicionan los polvos, alternando con la leche y la esencia. Los ingredientes deben dosificarse a temperatura ambiente y se controla el tiempo de batido con el cronómetro.

**Dosificación:**

Con la ayuda de la manga pastelera, la masa es vertida en los moldes previamente preparados con el papel para horno (Pirutines). Se controla que el volumen no sobrepase las 2/3 partes del molde.

Ya que la presentación del producto es tipo Cupcake se emplearon moldes para horno con capacidad de 12 unidades cada uno.

**Cocción:**

Se precalienta el horno a temperatura de 250 °C por 15 minutos. Transcurrido este tiempo, se baja la temperatura a 180 °C para proceder a ingresar los moldes.

Los moldes ingresan al horno, donde se controla que la temperatura se mantenga constante (180 °C) y que el tiempo de cocción no sobrepase los 35 minutos.

**Enfriamiento/Reposo:**

Se apaga el horno y se mantiene en reposo las muestras por 15 minutos. Luego los moldes son colocados en perchas y se procede a contar las unidades salientes.

**Pesado:**

Se procede a pesar cada unidad para observar el rendimiento de la masa. Por cada Batch deberán resultar 24 unidades de 40 gramos cada uno.

**Empacado:**

El producto es retirado de los moldes y se los coloca de a dos en las laminas de Polipropileno Bioorientado. Posteriormente se procede a sellar los empaques, para evitar el ingreso de aire y su posible contaminación.

**Almacenamiento:**

El producto deberá ser almacenado en lugar fresco y seco para su correcta conservación.

### **2.2.1 Descripción de ingredientes**

El cake para Celiacos es elaborado a partir de dos harinas base tales como: Maíz y Soya. Además contiene azúcar, huevos, leche y grasa vegetal. La función en el producto de cada uno de los ingredientes antes mencionados se detalla a continuación:

#### **Harina de Soya.-**

La harina de soya es obtenida a partir de granos enteros molidos. Consta de propiedades nutricionales excepcionales. Es considerada una fuente de proteína de alta calidad rica en minerales y vitaminas, muy baja en grasas saturadas y una de las más ricas en lecitina. (8)

La Harina de Soya tiene una textura ideal para la preparación de gran variedad de productos. Como no contiene gluten, esta harina puede ser utilizada como un sustituto para aquellas personas que sean intolerantes a este componente. (8)

Su alto contenido en hierro hace que la harina de soya ayude a evitar la anemia, siendo su consumo recomendado para personas que practican deportes intensos ya que producen gran desgaste de este mineral. (8)

Ayuda a favorecer el tránsito intestinal por su alto contenido de fibra también y por ende ayuda a controlar la obesidad. Además es recomendable para mejorar el control de la glucemia en personas con diabetes, reducir el colesterol y prevenir el cáncer de colon. (8)

#### **Harina de Maíz.-**

La principal ventaja de la harina de maíz es el hecho de carecer de gluten, lo que resulta adecuado para las personas con intolerancia. (15)

La harina de maíz, presenta grandes propiedades nutritivas y ventajas frente a otras harinas, como por ejemplo la de trigo, ya que tiene similar aporte calórico, pero posee mayor aporte de

grasas saludables, entre los que destacan los ácidos grasos poliinsaturados. (15)

Su porcentaje de fibra es muy superior, al igual que su contenido en vitaminas del complejo B. Se destaca también su contenido en vitamina A y carotenos, así como el aporte en ácido fólico, por lo que es una alternativa rica en nutrientes para incorporar en la dieta. (15)

#### **Sal.-**

La sal mejora y resalta el sabor de la harina y de los demás ingredientes, controla el desarrollo de las levaduras. También ayuda a la absorción del agua, mejora el color y espesa la corteza. (25)

#### **Azúcar.-**

La Sacarosa, más conocida como azúcar, ayuda a una rápida formación de la corteza, debido a la caramelización del azúcar permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro del producto, para que pueda cocinarse y evitar la pérdida del agua. Además de ello, es higroscópica, es

decir que absorbe humedad y por lo tanto proporciona suavidad al producto. (25)

### **Grasa vegetal.-**

Mejora la apariencia de los productos horneados, gracias a su efecto lubricante. Aumenta el valor alimenticio, las grasas de panificación suministran 9.000 Calorías por kilo. Mejora la conservación, ya que disminuye la pérdida de humedad y ayuda a mantener fresco el producto. (25)

### **Huevos.-**

Es uno de los principales ingredientes en la composición de tortas/pasteles. Los huevos dan estructura y esponjosidad a las tortas/pasteles. Son utilizados como aglutinantes o emulsificantes, porque permiten que se ligen los ingredientes sólidos como las grasas con los líquidos. (25)

Los huevos son agente de crecimiento y aumentan el volumen. Suavizan la masa y la miga. Mejoran el valor nutritivo. Dan sabor y color. (25)

### **Leche.-**

Es el líquido que más se usa en las recetas de tortas/pasteles. Constituye un ingrediente enriquecedor y mejora el aroma, sabor y color de las tortas. (25)

Entre sus funciones están: Hidrata los ingredientes secos, disuelve el azúcar y la sal, proporciona suavidad, mejora el sabor, hace más ligera la masa, proporciona vapor para el crecimiento y permite que los leudantes reaccionen y produzcan dióxido de carbono. (25)

### **2.2.2 Descripción de aditivos**

Los productos horneados sin gluten son húmedos, a menudo producen muchas migas y tienen una textura diferente a los que contienen harinas con esta proteína. (29)



Debido a ello, se deben emplear distintos aditivos para mejorar el comportamiento de las harinas y obtener un producto de igual calidad que los hechos a base de trigo. (29)

Al tratarse de un producto horneado para Celiacos, se necesitó de un leudante químico para mejorar la masa. Para ello se decidió trabajar con una mezcla especialmente realizada para este grupo de personas, con el propósito de evitar algún tipo de intoxicación por Gluten, ya que el polvo de hornear común contiene trazas de trigo. (29)

Además se empleó la goma Xántica como estabilizante para la masa y el Propionato de Calcio como Preservante.

#### **Propionato de calcio.-**

Se utiliza como conservante en una gran variedad de productos, entre los que se encuentran los productos de panadería y bollería, el suero de leche y otros lácteos. (33)

Los Propianatos evitan que los microorganismos produzcan la energía que necesitan, éste se emplea como inhibidor de moho.  
(33)

Su dosis recomendada máxima es de 3 g / Kilo de Harina, de acuerdo a esta referencia se trabajará en el Diseño de Preservantes. (33)

#### **Goma Xántica.-**

Es un polisacárido extracelular producido por la bacteria *Xanthomonas Campestris B-1459* y es utilizada como espesante y en otros casos como acondicionador de masas.  
(32)

Este polímero produce un gran efecto sobre propiedades como: textura, liberación de aroma y apariencia, que contribuyen a la aceptabilidad del producto para su consumo. El nivel del uso recomendado de este aditivo es de 1% a 5% (g/Kg) en base de

harina, esta dosis producirá una textura suave y de excelente estabilidad. (32)

El Polvo Leudante está compuesto por los siguientes aditivos: Bicarbonato de sodio, Almidón de maíz y Crémor tártaro. La dosis de uso a utilizar fue la recomendada para el polvo de hornear común que es del 2-3 % en base de harina. Los aditivos antes mencionados se detallan a continuación: (29)

#### **Bicarbonato de sodio.-**

El bicarbonato de sodio (también llamado bicarbonato sódico o hidrogenocarbonato de sodio o carbonato ácido de sodio) es un compuesto sólido cristalino de color blanco muy soluble en agua. Tiene la capacidad de liberar dióxido de carbono cuando se usa junto con compuestos ácidos. Ayuda a la masa a elevarse, dándole sabor y volumen. (20)

**Crémor Tártaro.-**

El ácido tartárico ó "ácido tártrico", también conocido como Crémor Tártaro, se utiliza en diversas recetas, especialmente en repostería y confitería para aumentar el volumen de masas y preparaciones, al reaccionar con el Bicarbonato de Sodio. Se usa también para estabilizar las claras de huevo. (6)

**Almidón de Maíz.-**

El almidón de Maíz se obtiene del grano de maíz y está compuesto por las partes más finas del mismo. Este polisacárido por lo regular se utiliza en alimentos como agente para espesar y engrosar preparaciones. En repostería permite obtener mejores resultados, haciendo que todas las preparaciones sean más suaves y livianas. (23)

**2.3 Descripción del Problema de estudio**

El mayor problema para un paciente celíaco, es la gran deficiencia en el mercado de productos sin gluten. Además, los pocos productos que existen a la venta, muchas veces carecen de

buen sabor y buena calidad y son por lo general más caros. Por ejemplo, en nuestro país, existe una gran escasez de productos para celíacos. (11)

Los productos impensables que ofrece el mercado, sobretodo para niños que padecen esta enfermedad, son los postres, debido a que la mayoría están elaborados con cereales TACC. (10)

Por ello, el presente trabajo, busca contribuir con una alternativa de postre tipo cupcake compuesto de harinas sin Gluten (Soya y Maíz), que a más de tener un sabor muy agradable, brinda una opción muy nutritiva para complementar la dieta.

# CAPÍTULO 3

## 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

### 3.1 Descripción del proyecto de experimento

Con el propósito de obtener la formula más óptima para el producto, se elaboró un Diseño experimental que a su vez fue constituido por cuatro subdiseños, que constan de tres fórmulas cada uno, dando un total de doce fórmulas, a través de las cuales se fue mejorando las características del Cake en cuanto a atributos como: Sabor, Dureza y Estabilidad, a medida que se iba desarrollando cada diseño del proyecto.

Los datos para cada Subdiseño se obtuvieron de 4 evaluaciones: Pruebas Sensoriales, Pruebas de Dureza (en el Equipo Texturómetro del Laboratorio de Análisis de Alimentos), Pruebas Microbiológicas y Pruebas de Estabilidad.

Los datos de dureza fueron llevados al programa Minitab (Herramienta Estadística) y mediante varios Análisis de Varianza que arrojó el programa, se comprobó si cada variación de fórmula producía un efecto en el producto, lo cual nos indicó cual era la mejor opción a elegir.

Las mediciones de dureza de los diseños de Harinas, Estabilizantes y Gasificantes, fueron comparadas con la media del producto patrón de la competencia, ver Anexo 1. Se realizó varios Análisis de Varianza, para los que se planteó la siguiente hipótesis:

$$H_0: \mu = 12,33 \text{ Kg m/s}^2$$

$$H_i: \mu \neq 12,33 \text{ Kg m/s}^2$$

Siendo  $12,33 \text{ Kg m/s}^2$  el valor de referencia de dureza del producto patrón. Por lo que se quiere comprobar si se cumple la hipótesis nula  $H_0$ , de que los valores de las muestras de cada formulación tendrán igual valor de dureza; o si se cumple  $H_i$ , es decir que los valores de dureza de las muestras serán diferentes a  $12,33 \text{ Kg m/s}^2$ .

Los datos de crecimiento microbiológico del cake para celíacos, se compararon con el producto competencia mediante un Análisis de Contraste de Hipótesis de las medias de mohos y levaduras de las muestras evaluadas.

### **3.1.1 Especificación de Variables de entrada**

Las variables de Entrada (independientes), que se utilizaron para trabajar en el Diseño Experimental fueron 4: Harinas (Soya y Maíz), Estabilizantes, Gasificantes y Preservantes.

En primer lugar, se empleó tres distintos porcentajes de Harinas de Soya y Maíz en proporciones de (70:30, 60:40 y 50:50), para establecer la fórmula base del cake.

Para proporcionar mayor elasticidad a la masa, se utilizó tres dosis de Estabilizante (Goma Xántica), dentro del rango recomendado para este tipo de producto (2.5 gramos por cada 150 gramos de Harina).



Para mejorar la apariencia del Cake se empleó el Polvo Leudante para Celiacos en tres dosis.

Por último, se trabajó con tres cantidades de Conservante (Propionato de Calcio) y se observó el comportamiento de la Estabilidad del pastel en relación a: Tiempo de Vida Útil y Alteraciones Microbiológicas.

### **3.1.2 Especificación de Variables de salida**

Se trabajó con 3 variables independientes de salida o de respuesta: Dureza, Sabor y Tiempo de Vida Útil. Las cuales fueron evaluadas para lograr la mejor calidad del Producto en estudio, debido a que los consumidores prefieren un producto de miga suave y esponjosa, agradable al gusto.

Se realizaron varios diseños experimentales y varios análisis estadísticos de Varianza, conjuntamente encadenados, para obtener con cada diseño un producto con características similares a los del mercado.

Para cumplir con esta finalidad, se realizó Análisis de: Dureza, Sensoriales y Estabilidad de un producto de la Competencia, y los resultados fueron comparados con los de las formulaciones del Cake para Celiacos, para la fórmula que se asemejaba más al objetivo y que contaba con mayor aceptabilidad por parte de los consumidores.

### 3.2 Diseño experimental del Porcentaje de harinas

Se partió de una formulación con Trigo, que luego fue reemplazado en distintos porcentajes por las harinas de Soya y Maíz.

**TABLA 1**  
**FORMULACIÓN CON HARINA DE TRIGO**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Harina de Trigo</b>	%	44,14
<b>Azúcar</b>	%	19,27
<b>Huevos</b>	%	9,63
<b>Grasa Vegetal</b>	%	9,03
<b>Leche</b>	%	6,86
<b>Esencia Coco</b>	%	0,36
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,36
<b>Sal</b>	%	0,30
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

Ya que el proyecto trata de la elaboración de un Cake para Celiacos, es decir, personas alérgicas al Gluten, se eliminó por completo este cereal y se empleó 2 tipos de harinas que no contienen esta proteína: Soya y Maíz.

En este Diseño, las variables fueron formulaciones con diversos porcentajes de ambas harinas, las cuales se redujeron a las siguientes 3 fórmulas (Tablas 2,3 y 4):

**TABLA 2**

**FORMULACIÓN 50% H.SOYA - 50% H.MAÍZ.**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	27,09
<b>Maíz</b>	%	27,09
<b>Azúcar</b>	%	19,27
<b>Huevos</b>	%	9,63
<b>Grasa Vegetal</b>	%	9,03
<b>Leche</b>	%	6,86
<b>Esencia Coco</b>	%	0,36
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,36
<b>Sal</b>	%	0,30
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013



**Fig. 3.1 Resultados 50% H. Soya – 50% H. Maíz**

**TABLA 3**

**FORMULACIÓN 60% H.SOYA - 40% H.MAÍZ.**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	32,51
<b>Maíz</b>	%	21,67
<b>Azúcar</b>	%	19,27
<b>Huevos</b>	%	9,63
<b>Grasa Vegetal</b>	%	9,03
<b>Leche</b>	%	6,86
<b>Esencia Coco</b>	%	0,36
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,36
<b>Sal</b>	%	0,30
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013



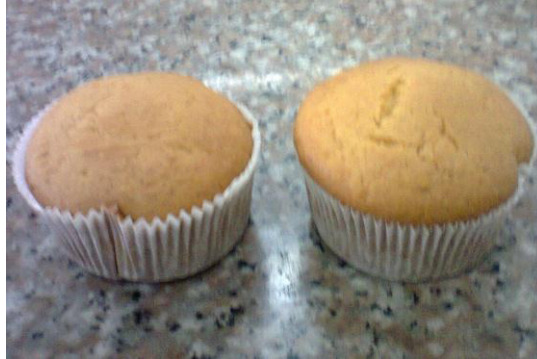
**Fig. 3.2 Resultados 60% H. Soya – 40% H. Maíz**

**TABLA 4**

**FORMULACIÓN 70% H.SOYA - 30% H.MAÍZ.**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	37,93
<b>Maíz</b>	%	16,26
<b>Azúcar</b>	%	19,27
<b>Huevos</b>	%	9,63
<b>Grasa Vegetal</b>	%	9,03
<b>Leche</b>	%	6,86
<b>Esencia Coco</b>	%	0,36
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,36
<b>Sal</b>	%	0,30
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013



**Fig. 3.3 Resultados 70% H. Soya – 30% H. Maíz**

Por cada una de las 3 formulaciones se obtuvieron 30 muestras, de las cuales se procedió a evaluar mediante el Equipo Texturómetro sus comportamientos en cuanto a Dureza. Como se mencionó antes, se tomó como patrón de referencia un producto que encabeza la preferencia de los consumidores en el mercado local.



**Fig. 3.4 Medición en Equipo Texturómetro**

En los Anexos 2,3 y 4, se muestran los datos del Análisis de Dureza por cada mezcla de formulación.

### **3.2.1 Cálculos Variable Dureza**

Primeramente se procede a realizar el Planteamiento del Diseño de la siguiente manera:

Modelo Lineal general: Dureza vs. Mezcla

Factor = Mezcla

Tipo = Fijo

Niveles = 3

Valores = 1.2.3

Luego, se procede a ingresar en el Programa Minitab los valores de dureza medidos en el Equipo Texturómetro y se obtiene:

**TABLA 5**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA HARINAS**

Fuente	GL	SC sec.	SC. Ajust.	MC Ajust.	F	P
<b>Mezcla</b>	2	0,067209	0,06720	0,033604	90,17	<b>0,000</b>
<b>Error</b>	87	0,032423	0,032423	0,000373		
<b>Total</b>	89	0,099632				

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

Con los valores de la Tabla 5, se interpretó lo siguiente:

El valor  $R^2$  fue 67,46%, siendo  $> 65 \%$ , con lo que podemos corroborar que el Modelo SI es confiable.

La probabilidad del error con la que se trabajó es de 95% (0.95);

Entonces:  $\alpha = 1-0.95$ ;  $\alpha = 0.05$

Y debido a que el valor de P es 0, decimos:

$P = 0 < 0.05$ , entonces  $P < \alpha$

Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), ya que la dureza resultante de las combinaciones de harinas utilizadas no alcanza el valor de referencia deseado de 12,33 Kg m/ s<sup>2</sup>.



Es decir, que las variables de mezclas no influyeron en la dureza del Cake como se esperaba y para escoger la mejor formulación de Harinas, se observó la media de dureza que más se acercó al valor patrón en el Diagrama de Cajas. (Ver 3.6 Resultados del Diseño Experimental).

### **3.2.3 Cálculos Variable Sensorial**

El Análisis Sensorial de la prueba de combinación de harinas se realizó mediante Pruebas Sensoriales Afectivas con Jueces no entrenados y en condiciones de ambiente normales.

Se emplearon 30 muestras de cada una de las formulaciones anteriores (Tablas 2,3 y 4), es decir 90 muestras en total y 30 Jueces para evaluarlas.

El formato escogido fue la Prueba Hedónica de Aceptación o Preferencia. La escala que se empleó se muestra a continuación (Tabla 6):

**TABLA 6**  
**ESCALA HEDÓNICA**

<b>Puntos</b>	<b>Criterio</b>
<b>5</b>	Gusta Mucho
<b>4</b>	Gusta Poco
<b>3</b>	Ni Gusta, Ni Disgusta
<b>2</b>	Disgusta Poco
<b>1</b>	Disgusta Mucho

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

El modelo que se escogió para calificar las muestras se encuentra en el Anexo 5.

Los resultados de las calificaciones de los Jueces en la Prueba Sensorial Hedónica, pueden verse en el Anexo 6. Con estos valores, se realizaron los cálculos de Grados de Libertad (Ver Anexo 7).

Los resultados de los cálculos se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA 7**  
**RESULTADOS GRADOS DE LIBERTAD**

<b>CT</b>	954
<b>SCT</b>	71
<b>g de i= (jxp)</b>	89
<b>scj</b>	27,79
<b>g de 1 = p-1</b>	2
<b>g IJ</b>	29
<b>scp</b>	6,29
<b>Error SS</b>	37,04

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

Con los valores de la tabla 7, se realizó el Análisis de Varianza, para encontrar el valor F (Ver Anexo 8). Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA 8**  
**RESULTADOS ANÁLISIS DE VARIANZA**

<b>VJ</b>	0.9852
<b>VP</b>	3.1444
<b>VE</b>	0.6387
<b>Fcal J</b>	1.50
<b>Fcal P</b>	4.92

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

Se buscan los valores de F tabulado al 5% para los jueces y los productos, en la tabla de Valores Críticos de Distribución (Anexo 9). El Numerador del F tabulado de los Jueces se buscó con su Grado de Libertad y el Denominador con el Grado de libertad del Error, de igual manera para el F tabulado de los productos. (Ver tabla 23).

Debido a que el valor de F calculado es superior al F tabulado,  $F_{\text{calc}} > F_{\text{teor}}$ ; es necesario continuar con otro test que permita saber qué formulación fue preferida significativamente. Para este fin se aplicó el Test de Duncan de Comparaciones o Rango Múltiple.

Se buscó los valores  $Q_p$  para un nivel de 5% y 1% con 40 Grados de Libertad del Error (Ver Anexos 10 y 11). Luego, usando el valor del Error de la Tabla del Análisis de Varianza (VE), para  $p=2$  y  $p=3$  y el Número de Jueces ( $N_j$ ), se calculó el Error Estándar (ES), mediante la siguiente ecuación:

**Error Estándar (ES)**

$$ES = \sqrt{\frac{VE}{Nj}} = \sqrt{\frac{0,6387}{30}} = 0,1459$$

El error estándar por lo tanto en este caso fue de 0,1459.

Este valor se multiplicó por los valores Qp anteriores y se obtuvo los Rp.

$$Rp = 0,1459 \times 2,86 = 0,42$$

$$Rp = 0,1459 \times 3,01 = 0,44$$

$$Rp = 0,1459 \times 3,82 = 0,56$$

$$Rp = 0,1459 \times 3,99 = 0,58$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados del test.

**TABLA 9: RESULTADOS NIVEL 5 Y 1**

	nivel 5%		nivel 1%	
	p=2	p=3	p=2	p=3
Qp	2,86	3,01	3,82	3,99
Rp	0,42	0,44	0,56	0,58

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

Se realizó las comparaciones, ordenando los promedios de menor a mayor de la Tabla de datos de Aceptación/Rechazo de las mezclas de harinas:

**TABLA 10**  
**DATOS DE ACEPTACIÓN/RECHAZO**  
**DE LAS MEZCLAS DE HARINAS**

	HSM 001	HSM 002	HSM 003
PROM	2,90	3,33	3,53

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

Se compararon las diferencias entre los promedios de dos o tres medias:

$$\text{HSM003} - \text{HSM002} = 3,53 - 3,33 = 0,20$$

$$\text{HSM003} - \text{HSM001} = 3,53 - 2,90 = 0,63$$

$$\text{HSM002} - \text{HSM001} = 3,33 - 2,90 = 0,43$$

Luego, se comparó el rango entre las medias máximas y mínimas con los valores Rp del Nivel 1 y 5. Esto nos dio como resultado que existía diferencia significativa entre las muestras HSM003 y HSM001.

$0,63 > 0,58$	$0,43 < 0,58$	$0,20 < 0,58$
$0,63 > 0,56$	$0,43 < 0,56$	$0,20 < 0,56$
$0,63 > 0,44$	$0,43 < 0,44$	$0,20 < 0,44$
$0,63 > 0,42$	$0,43 > 0,42$	$0,20 < 0,42$

La interpretación de los resultados del Test se muestra en el ítem 3.6 Resultados del Diseño Experimental.

### **3.3 Diseño experimental del Porcentaje de Estabilizantes**

Para iniciar con esta parte, se tomó como base la formulación más óptima que se obtuvo del diseño anterior (Tabla 3), la cual tiene las mejores características sensoriales y de dureza.

Para mejorar la elasticidad de la masa, se utilizaron tres fórmulas con distintas dosis de Estabilizante (Goma Xántica), las mismas que se muestran a continuación (Tabla 11,12 y 13).

**TABLA 11**  
**FORMULACIÓN 0.25% GOMA XÁNTICA/Kg HARINA**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	29,44
<b>Maíz</b>	%	19,63
<b>Azúcar</b>	%	17,45
<b>Huevos</b>	%	13,08
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,27
<b>Leche</b>	%	7,09
<b>Esencia Coco</b>	%	0,33
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,33
<b>Sal</b>	%	0,27
<b>Estabilizante</b>	%	0,12
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013





**Fig. 3.5 Resultados 0.25% Goma Xántica**

**TABLA 12**

**FORMULACIÓN 0.5% GOMA XÁNTICA/Kg HARINA**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	29,40
<b>Maíz</b>	%	19,60
<b>Azúcar</b>	%	17,42
<b>Huevos</b>	%	13,07
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,25
<b>Leche</b>	%	7,08
<b>Esencia Coco</b>	%	0,33
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,33
<b>Sal</b>	%	0,27
<b>Estabilizante</b>	%	0,25
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013



**Fig. 3.6 Resultados 0.5% Goma Xántica**

**TABLA 13**

**FORMULACIÓN 0.75% GOMA XÁNTICA/Kg HARINA**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	29,37
<b>Maíz</b>	%	19,58
<b>Azúcar</b>	%	17,40
<b>Huevos</b>	%	13,05
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,24
<b>Leche</b>	%	7,07
<b>Esencia Coco</b>	%	0,33
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,33
<b>Sal</b>	%	0,27
<b>Estabilizante</b>	%	0,37
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013



**Fig. 3.7 Resultados 0.75 % Goma Xántica**

Se seleccionó 30 muestras de cada formulación, a las que se les realizó Análisis de Dureza. Los resultados se presentan en los Anexos 12,13 y 14.

### **3.3.1 Cálculos Variable Dureza**

Se procede a realizar el Planteamiento del Diseño de la siguiente manera:

Modelo Lineal general: Dureza vs. Mezcla

Factor = Mezcla

Tipo = Fijo

Niveles = 3

Valores = 1.2.3

Al igual que en el Diseño anterior, se procedió a ingresar en el Programa Minitab los valores de dureza medidos y se obtuvo:

**TABLA 14**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA ESTABILIZANTES**

Fuente	GL	SC sec.	SC. Ajust.	MC Ajust.	F	P
Mezcla	2	0,037042	0,037042	0,018521	94,53	<b>0,000</b>
Error	87	0,017047	0,017047	0,000196		
Total	89	0,054089				

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

De acuerdo a los valores de la Tabla 14, se interpretó lo siguiente:

El valor  $R^2$  fue 68,48%, siendo  $> 65\%$ , con lo que pudimos corroborar que el Modelo SI es confiable.

La probabilidad del error con la que se trabajó es de 95% (0.95);

Entonces:  $\alpha = 1-0.95$ ;  $\alpha = 0,05$

Y debido a que el valor de P es 0, decimos:

$P = 0 < 0.05$ , entonces  $P < \alpha$

Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), ya que la dureza resultante de las combinaciones de harinas utilizadas no alcanza el valor de referencia deseado de  $12,33 \text{ Kg m/s}^2$ . Es decir, que las variables de mezclas no influyeron en la dureza del Cake como se esperaba.

Para poder seleccionar la formulación más óptima del Diseño de Emulsificantes, se observó en el Diagrama de Cajas el valor de la media de dureza que más se acercó a la media de la competencia. (Ver 3.6 Resultados del Diseño Experimental).

### **3.4 Diseño experimental del Porcentaje de Gasificantes**

Para este diseño, al igual que en los anteriores, se utilizó como base la formulación que más se asemejó al cake de la competencia (Tabla 12).

Como variable se adicionó 3 dosis de Gasificante (Polvo Leudante especial para Celiacos), éste se empleó para aumentar la esponjosidad del producto.

En las siguientes tablas 15, 16 y 17, se muestran las 3 formulaciones antes mencionadas:

**TABLA 15**  
**FORMULACIÓN 2% GASIFICANTE /Kg HARINA**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	29,12
<b>Maíz</b>	%	19,41
<b>Azúcar</b>	%	17,26
<b>Huevos</b>	%	12,94
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,13
<b>Leche</b>	%	7,01
<b>Esencia Coco</b>	%	0,32
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,32
<b>Sal</b>	%	0,27
<b>Estabilizante</b>	%	0,24
<b>Gasificante</b>	%	0,97
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013



**Fig. 3.8 Resultados 2% Gasificante**

**TABLA 16**

**FORMULACIÓN 2,5 % GASIFICANTE/Kg HARINA**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	29,05
<b>Maíz</b>	%	19,37
<b>Azúcar</b>	%	17,21
<b>Huevos</b>	%	12,91
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,10
<b>Leche</b>	%	6,99
<b>Esencia Coco</b>	%	0,32
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,32
<b>Sal</b>	%	0,27
<b>Estabilizante</b>	%	0,24
<b>Gasificante</b>	%	1,21
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013



**Fig. 3.9 Resultados 2.5% Gasificante**

**TABLA 17**

**FORMULACIÓN 3% GASIFICANTE/Kg HARINA**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	28,98
<b>Maíz</b>	%	19,32
<b>Azúcar</b>	%	17,17
<b>Huevos</b>	%	12,88
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,07
<b>Leche</b>	%	6,98
<b>Esencia Coco</b>	%	0,32
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,32
<b>Sal</b>	%	0,27
<b>Estabilizante</b>	%	0,24
<b>Gasificante</b>	%	1,45
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013





**Fig. 3.10 Resultados 3 % Gasificante**

Luego, se utilizó el Equipo Texturometro para evaluar las 30 muestras de cada formulación en cuanto a Dureza y se obtuvo los datos que se muestran en los Anexos 15,16 y 17.

#### **3.4.1 Cálculos Variable Dureza**

Para este Diseño, se realizó el siguiente planteamiento:

Modelo Lineal general: Dureza vs. Mezcla

Factor = Mezcla

Tipo = Fijo

Niveles = 3

Valores = 1.2.3

Se procedió a ingresar los datos de dureza de las Tablas 15,16 y 17, en el Programa Minitab y se obtuvo el siguiente Análisis de Varianza:

**TABLA 18**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA GASIFICANTES**

Fuente	GL	SC sec.	SC. Ajust.	MC Ajust.	F	P
Mezcla	2	0,077509	0,077509	0,038754	115,09	0,000
Error	87	0,029297	0,029297	0,000337		
Total	89	0,106806				

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

De acuerdo a los valores de la Tabla 18, se interpretó lo siguiente:

El valor  $R^2$  fue 72,57 %, siendo  $> 65$  %, es decir que el Modelo SI es confiable.

La probabilidad del error con la que se trabajó es de 95% (0.95);

Entonces:  $\alpha = 1-0.95$ ;  $\alpha = 0,05$

Y debido a que el valor de P es 0, decimos:

$P = 0 < 0.05$ , entonces  $P < \alpha$

Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), ya que la dureza resultante de las combinaciones de harinas utilizadas no alcanza el valor de referencia deseado de 12,33 Kg m/s<sup>2</sup>. Es decir, que las variables de mezclas no influyeron en la dureza del Cake como se esperaba.

Para seleccionar la mejor formulación del presente Diseño, se observó en el Diagrama de Cajas el valor de la media de dureza que más se acercó a la media del patrón. (Ver 3.6 Resultados del Diseño Experimental).

### **3.5 Diseño experimental del Porcentaje de Preservantes**

En el Diseño de Preservantes, se analizó la Vida Útil, lo cual indicó una referencia de estabilidad del producto.

Se empleó tres dosis del Persevante (Propianato de Calcio), en la fórmula base más óptima, resultante del diseño anterior (Tabla 17).

Al finalizar esta parte, se obtuvieron las tres últimas fórmulas que serán evaluadas para así obtener la fórmula ideal, las mismas que se muestran a continuación:

**TABLA 19**

**FORMULACIÓN 1 g PROPIONATO DE CALCIO**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	28,95
<b>Maíz</b>	%	19,30
<b>Azúcar</b>	%	17,15
<b>Huevos</b>	%	12,87
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,06
<b>Leche</b>	%	6,97
<b>Esencia Coco</b>	%	0,32
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,32
<b>Sal</b>	%	0,27
<b>Estabilizante</b>	%	0,24
<b>Gasificante</b>	%	1,45
<b>Preservante</b>	%	0,11
<b>Total</b>	<b>%</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

TABLA 20

## FORMULACIÓN 1,25 g PROPIONATO DE CALCIO

INGREDIENTES	UNIDAD	CANTIDAD
Soya	%	28,94
Maíz	%	19,29
Azúcar	%	17,15
Huevos	%	12,86
Grasa Vegetal	%	12,06
Leche	%	6,97
Esencia Coco	%	0,32
Esencia Vainilla	%	0,32
Sal	%	0,27
Estabilizante	%	0,24
Gasificante	%	1,45
Preservante	%	0,13
<b>Total</b>	<b>%</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

**TABLA 21**  
**FORMULACIÓN 1,5 g PROPIONATO DE CALCIO**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	28,93%
<b>Maíz</b>	%	19,29%
<b>Azúcar</b>	%	17,14%
<b>Huevos</b>	%	12,86%
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,05%
<b>Leche</b>	%	6,96%
<b>Esencia Coco</b>	%	0,32%
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,32%
<b>Sal</b>	%	0,27%
<b>Estabilizante</b>	%	0,24%
<b>Gasificante</b>	%	1,45%
<b>Preservante</b>	%	0,16%
<b>Total</b>	%	<b>100%</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

Al igual que en los diseños anteriores, se tomó como referencia al producto de la competencia y se escogió 30 muestras de cada fórmula del Cake para Celiacos para ser evaluadas de manera microbiológica.

Ambos productos se analizaron luego de 30 días (Tiempo de Vida Útil sugerido), para observar la estabilidad de los mismos.

Los datos de crecimiento microbiano de las 30 muestras de cada formulación y del producto de la competencia pueden verse en el Anexo 18.

### **3.5.1 Cálculos Variable Vida Útil**

El Diseño de Preservantes, se resolvió mediante un Análisis Estadístico de Contraste de Hipótesis de Medias, asumiendo que el comportamiento de los datos tenía una distribución normal, (ya que el tamaño de todas las muestras es igual a 30) y considerando éstas como una muestra grande.

Se planteó para todas las muestras la siguiente hipótesis:

$H_0: \mu = 416.7 \text{ ufc/g}$

$H_1: \mu \neq 416.7 \text{ ufc/g}$ ;

Siendo 416.7, la media de crecimiento de mohos y levaduras del cake patrón (competencia).

**TABLA 22**

**ANALISIS ESTADÍSTICO PRESERVANTES**

<b>Variable</b>	<b>Tamaño de la muestra</b>	<b>Media (ufc)</b>	<b>Desviación estándar (ufc)</b>	<b>T</b>	<b>P</b>
<b>Propionato de Calcio 1 gr</b>	30	570,0	70,2	11,96	0,000
<b>Propionato de Calcio 1,25gr</b>	30	506,7	64	7,70	0,000
<b>Propionato de Calcio 1,5 gr</b>	30	466,67	54,67	5,01	0,000

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

Observando la tabla, se notó que para los tres casos el valor  $p=0$ , lo que indicó que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula.



Por lo que se dice que las medias de crecimiento microbiológico entre las muestras de cake para celíacos, son diferentes al valor referencia.

Sin embargo observando el valor estadístico de prueba (T), tenemos que para el cake con propionato de calcio 1 gr se obtiene el mayor valor del estadístico, para el cake con dosis de 1,25 gr un valor menor, y que a su vez para el cake con dosis de 1,5 gr, el valor es menor a los dos antes mencionados, siendo todos valores positivos.

Esto nos indica que la media aritmética muestral es mayor a la media del cake patrón mostrada, para todos los casos. Pero, al existir un valor del estadístico de prueba menor  $T = 5,01$  (dosis propionato 1,5 gr), decimos, que éste es el que tiene un crecimiento microbiano más parecido al del cake patrón.

Además, en la tabla 22, se obtuvo que la desviación estándar (S), de la muestra con dosis de Propianato de 1,5 gr, fue de 54,67; indicando que los datos obtenidos para esta muestra no se encuentran tan alejados de la media del patrón.

### **3.6 Resultados del Diseño Experimental**

Los resultados de todos los Diseños se descifraron de los Gráficos de Residuos y Cajas de cada parámetro, a excepción del Diseño Sensorial de Harinas que se resolvió mediante un Análisis de Varianza y del Diseño de Preservantes que se resolvió por Análisis de Contraste de Hipótesis.

#### **Diseño experimental Harinas**

##### ***Variable Dureza***

La Figura 3.11 indica que en el Diseño de la variable Dureza de Harinas si se cumplió el supuesto de la Normalidad del Error, debido a que todos los puntos muestran tendencia hacia la recta.



Fig. 3.11 Gráfica de Normalidad Dureza (Harinas)

La Figura 3.12 demuestra que se cumple con la dispersión de datos, ya que se observa que los valores son heterogéneos y no se repiten, es decir, que los puntos no siguen ninguna tendencia.

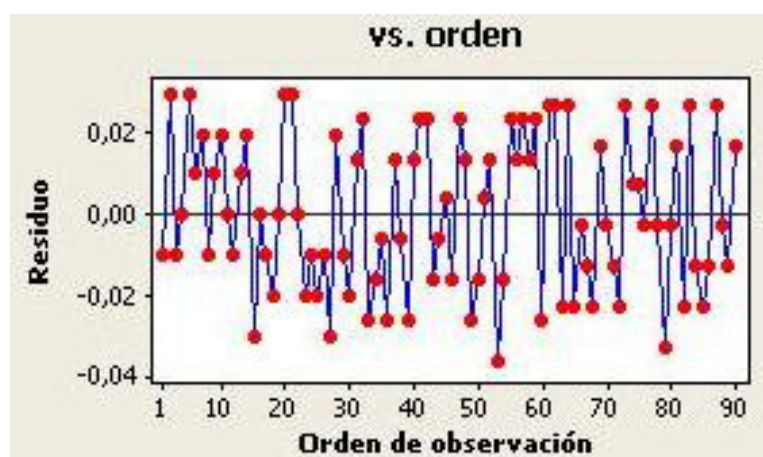
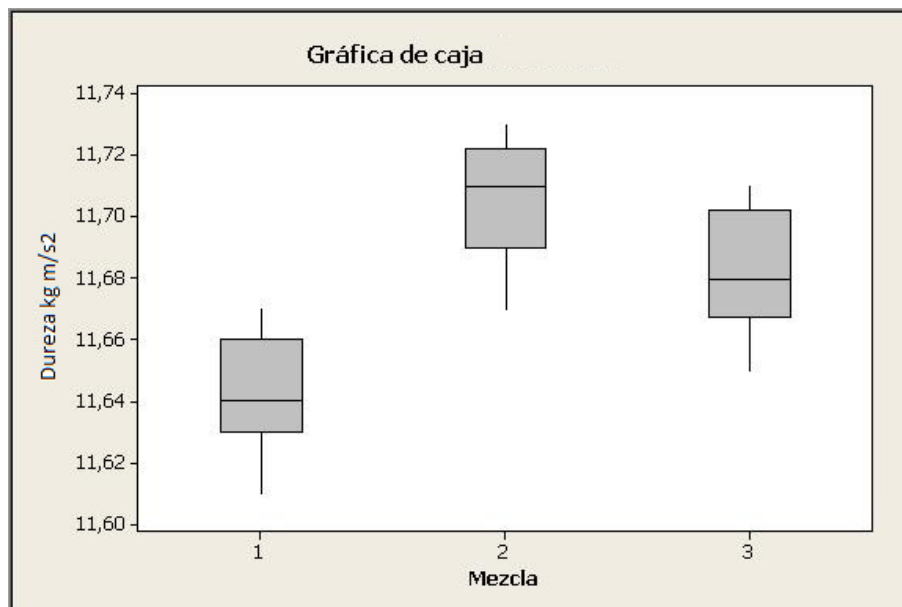


Fig. 3.12 Gráfica de residuos Dureza (Harinas)

La Gráfica de Cajas (Figura 3.13), muestra que la media de dureza de la variable Mezcla 2 (Formulación 60% Soya-40% Maíz), fue la que más se acercó al valor de la media de referencia para este diseño (12,33 Kg m/s<sup>2</sup>). Por lo que fue escogida como la mejor opción de la Prueba de Harinas.



**Fig. 3.13 Gráfica de Caja Dureza (Harinas)**

### ***Variable Sensorial***

Para obtener el resultado de la mejor combinación de harinas se realizó un Análisis de Varianza, el mismo que se muestra a continuación:

**TABLA 23**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA (HARINAS)**

<b>Causas de variación</b>	<b>g de l</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Varianza</b>	<b>F calcul.</b>	<b>F tabul. (5%)</b>
Jueces	29	27,79	0,9582	1,50	1,656
Productos	2	6,29	3,1444	4,92	3,15
Error	*58	37,04	0,6387	-	-
Total	89	71,12	-	-	-

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

\*El grado de libertad del error se obtuvo de la diferencia de los otros grados de libertad. Debido a que el valor de F calculado es superior al F tabulado,  $F_{calc} > F_{teor}$ . Esto quiere decir, que los jueces establecieron preferencias significativas por alguno de las muestras.

Para saber que muestras fueron las preferidas por los jueces se realizó el Test de Duncan.

De acuerdo a los resultados del Test, existió menor diferencia entre las muestras HSM 002 y HSM 003, con un valor de 0,20. Es decir que ambas fueron preferidas significativamente por los jueces.

Por lo que, para escoger la mejor formulación se seleccionó la muestra que obtuvo una media más cercana al valor patrón de 12,33 Kg m/s<sup>2</sup>. Es decir, que la mezcla HSM 002 (60% Soya-40%Maíz), fue la que se estableció como fórmula base para el siguiente diseño.

### Diseño experimental Estabilizantes

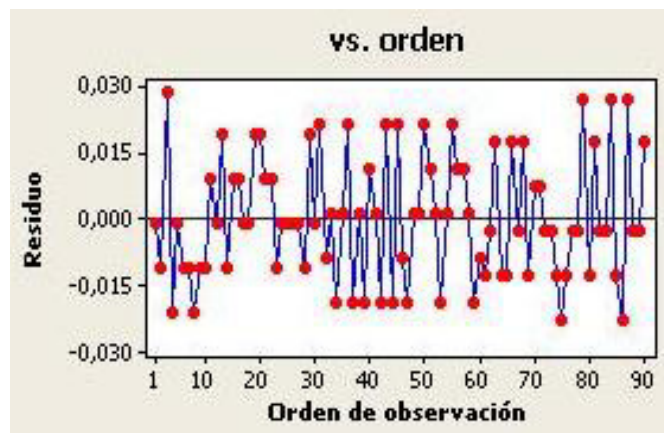
#### *Variable Dureza*

La Figura 3.14, indica que si se cumplió el supuesto de la Normalidad del Error en el Diseño de Dureza de Estabilizantes, debido a que los puntos de los residuales se encuentran sobre la recta.



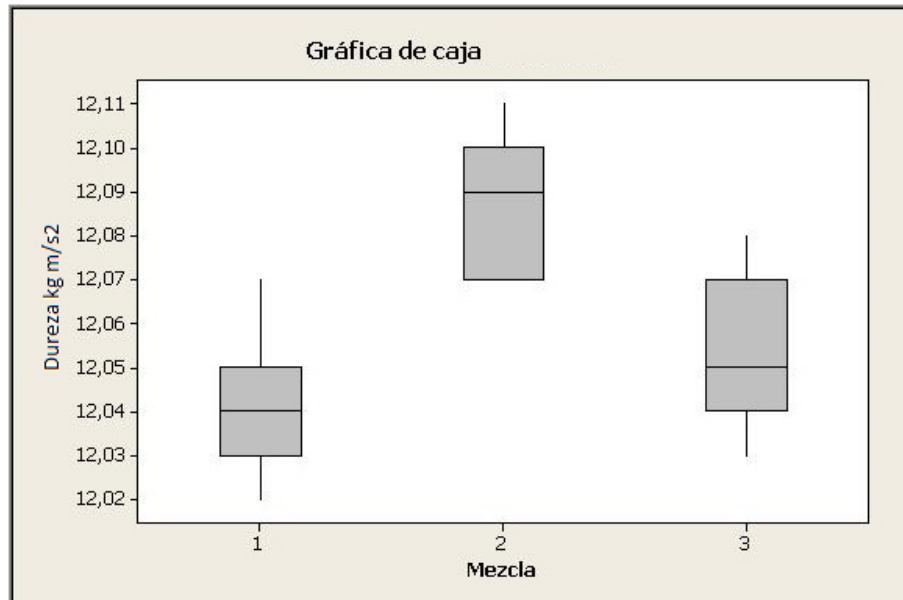
Fig. 3.14 Gráfica de Normalidad Dureza (Estabilizantes)

En la Figura 3.15, se observó que los puntos son heterogéneos, no se repiten, ni cumplen ninguna tendencia. Lo cual demuestra que si se cumplió con la dispersión de datos.



**Fig. 3.15 Gráfica de residuos Dureza (Estabilizantes)**

En la Figura 3.16, se observó que la media de dureza de la variable Mezcla 2 (0.5% de Goma Xántica), se acercó más a la media de dureza del Cake Competencia ( $12,33 \text{ Kg m/s}^2$ ). Por lo que fue seleccionada como la mejor formulación del Diseño de Estabilizantes.



**Fig. 3.16 Gráfica de Caja Dureza (Estabilizantes)**

### **Diseño experimental Gasificantes**

#### ***Variable Dureza***

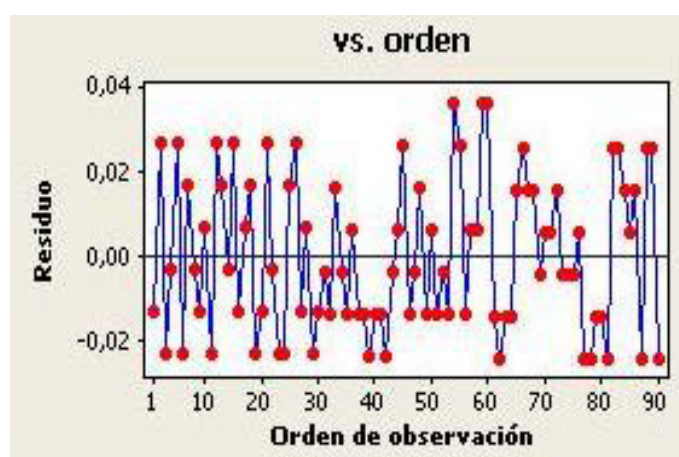
La Figura 3.17, demuestra que en este caso también se cumplió el supuesto de la Normalidad del Error, ya que los puntos que se observan tienen tendencia hacia la recta.





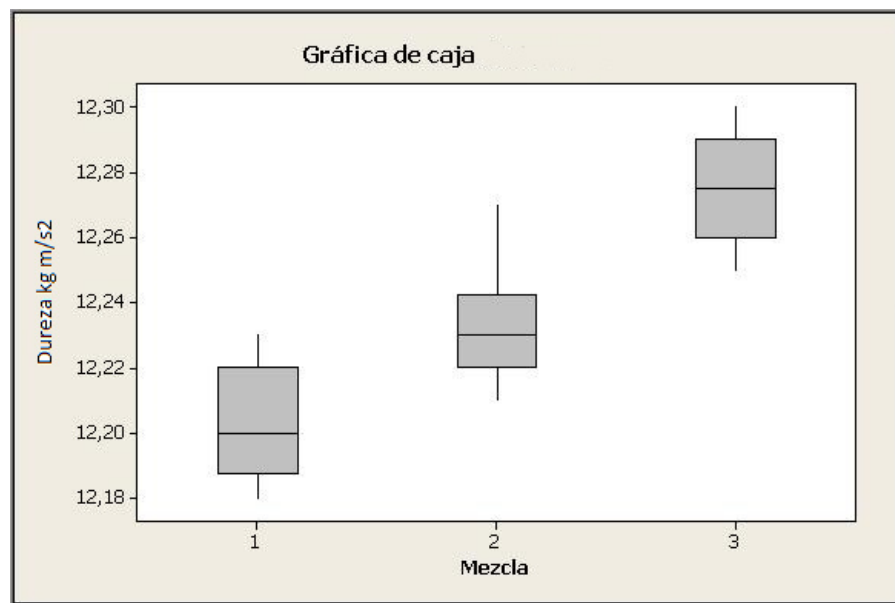
**Fig. 3.17 Gráfica de Normalidad Dureza (Gasificantes)**

En la Figura 3.18, se observó que en el Diseño de Dureza de Gasificantes, se cumple con la dispersión de datos, debido a que los puntos son heterogéneos y carecen de tendencia.



**Fig. 3.18 Gráfica de Residuos Dureza (Gasificantes)**

La Figura 3.19 mostró que la mejor opción de los Gasificantes fue la variable Mezcla 3 (con dosis de 3% de Polvo Leudante), ya que la media de dureza de la misma, se acercó más a la media de dureza del patrón (12,33 Kg m/s<sup>2</sup>).



**Fig. 3.19 Gráfica de Cajas Dureza (Gasificantes)**

### **Diseño experimental Preservantes**

#### ***Variable Tiempo de Vida Útil***

En este diseño, se comparó los valores estadísticos de prueba y las desviaciones estándar entre las muestras de cake para celíacos.

Se escogió la muestra con dosis de 1,5 gr de Propianato de Calcio, ya que obtuvo los menores valores ( $T= 5,01$  y  $S= 54,67$ ), indicando que es la muestra que más se acercó al producto competencia.

# **CAPÍTULO 4**

## **4. EVALUACIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **4.1 Pruebas de formulaciones**

Mediante el Método de Prueba y Error se planteó las diferentes formulaciones del Cake para Celiacos, de las que se descartó las que más se alejaron de las características organolépticas y de dureza deseadas.

Posteriormente se preseleccionaron tres formulaciones, con las cuales se iniciaron las pruebas para verificar que combinación de harinas de Soya y Maíz era la más conveniente como fórmula base.

Luego a esta formulación se le fue adicionando los diferentes porcentajes de aditivos mejoradores de Dureza, Volumen y Vida útil respectivamente.

Finalmente, por cada Subdiseño Experimental se obtuvieron las fórmulas que más se apegaron a las características del producto patrón, las mismas que se muestran a continuación:

### ***Diseño Experimental de Harinas***

En este Diseño, se empleó tres porcentajes de combinaciones de harinas de Soya y Maíz, 70/30, 60/40 y 50/50. Siendo la de Soya la que se usó en mayor porcentaje, debido a que la de Maíz le daba un sabor a grano muy pronunciado a la masa.

Se realizó dos pruebas, una Evaluación Sensorial en cuanto al sabor que más agradó a los jueces y otra de Mediciones de Dureza para obtener la mejor masa. La formulación que generó mejores resultados fue la siguiente:

**TABLA 3**  
**FORMULACIÓN 60% H. SOYA - 40% H. MAÍZ.**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	32,51
<b>Maíz</b>	%	21,67
<b>Azúcar</b>	%	19,27
<b>Huevos</b>	%	9,63
<b>Grasa Vegetal</b>	%	9,03
<b>Leche</b>	%	6,86
<b>Esencia Coco</b>	%	0,36
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,36
<b>Sal</b>	%	0,30
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

### ***Diseño Experimental de Estabilizantes***

Para este diseño, se tomó como base la formulación resultante del Diseño de Harinas y se agregó tres dosis de estabilizantes como variables.

La dosis recomendada de Goma Xántica es del 1 al 5 % en relación al peso de Harina, sin embargo, no se pudo emplear esta dosis ya que

el exceso de este aditivo producía un efecto pegajoso y una masa demasiado blanda que no subía. Por lo que se tuvo que hacer pruebas con porcentajes menores tales como: 0.25%, 0.5 % y 0.75%.

Luego de realizar mediciones de Dureza a las muestras de cada combinación, se seleccionó como mejor fórmula la siguiente:

**TABLA 12**

**FORMULACIÓN 0.5% GOMA XÁNTICA / Kg HARINA**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	29,40
<b>Maíz</b>	%	19,60
<b>Azúcar</b>	%	17,42
<b>Huevos</b>	%	13,07
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,25
<b>Leche</b>	%	7,08
<b>Esencia Coco</b>	%	0,33
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,33
<b>Sal</b>	%	0,27
<b>Estabilizante</b>	%	0,25
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

### ***Diseño Experimental de Gasificantes***

A la formulación resultante del diseño anterior, se le adicionó tres dosis de Polvo Leudante para Celiacos. Estas cantidades fueron basadas en la dosis recomendada del Polvo de Hornear común, del 2 al 3% del peso de harina. Por cada mezcla se realizó mediciones de Dureza y de acuerdo a estos resultados se obtuvo la siguiente fórmula:

**TABLA 17**

#### **FORMULACIÓN 3% GASIFICANTE /Kg HARINA**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	29,05
<b>Maíz</b>	%	19,37
<b>Azúcar</b>	%	17,21
<b>Huevos</b>	%	12,91
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,10
<b>Leche</b>	%	6,99
<b>Esencia Coco</b>	%	0,32
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,32
<b>Sal</b>	%	0,27
<b>Estabilizante</b>	%	0,24
<b>Gasificante</b>	%	1,21
<b>Total</b>	%	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013



### ***Diseño Experimental de Preservantes***

Partiendo de la mejor fórmula del Diseño de Gasificantes, se realizó pruebas con tres cantidades de Propianato de Calcio, tomando como referencia la dosis máxima para este aditivo de 3g/kg de Harina. A estas formulaciones se las evaluó en el Equipo Texturómetro, de las que se obtuvo como más óptima la siguiente:

**TABLA 21**

#### **FORMULACIÓN 1,5 g PROPIONATO DE CALCIO**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	28,93
<b>Maíz</b>	%	19,29
<b>Azúcar</b>	%	17,14
<b>Huevos</b>	%	12,86
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,05
<b>Leche</b>	%	6,96
<b>Esencia Coco</b>	%	0,32
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,32
<b>Sal</b>	%	0,27
<b>Estabilizante</b>	%	0,24
<b>Gasificante</b>	%	1,45
<b>Preservante</b>	%	0,16
<b>Total</b>	<b>%</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

Recopilando los datos de todos los Diseños, se obtuvo como fórmula final unificada la siguiente:

**TABLA 24**  
**FÓRMULA FINAL CAKE PARA CELIACOS**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Soya</b>	%	28,93
<b>Maíz</b>	%	19,29
<b>Azúcar</b>	%	17,14
<b>Huevos</b>	%	12,86
<b>Grasa Vegetal</b>	%	12,05
<b>Leche</b>	%	6,96
<b>Esencia Coco</b>	%	0,32
<b>Esencia Vainilla</b>	%	0,32
<b>Sal</b>	%	0,27
<b>Estabilizante</b>	%	0,24
<b>Gasificante</b>	%	1,45
<b>Preservante</b>	%	0,16
<b>Total</b>	<b>%</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## **4.2 Selección de muestras**

Para evaluar la aceptación y el comportamiento de la fórmula final del producto, se realizó dos tipos de análisis: Sensorial y de Estabilidad.

Se seleccionó un total de 140 muestras del Cake para Celiacos, siendo 20 para el Análisis Sensorial de Parámetros y 120 para el Análisis de Estabilidad. Se trabajó con el mismo número de muestras del Producto Patrón (Competencia).

Tomando en cuenta que las muestras que se deben presentar al panelista deben ser típicas del producto, idénticas hasta donde sea posible, se seleccionó aquellas que no mostraban diferencia aparente entre sí y con características más cercanas a la competencia.

### **4.3 Análisis Sensorial**

Este análisis se realizó mediante Pruebas Sensoriales Afectivas con jueces No entrenados. El formato escogido fue la Prueba Hedónica de Aceptación o Preferencia.

Con la ayuda de una encuesta, se pudo notar que los factores de importancia en los que se basan los consumidores para adquirir este tipo de productos son: Apariencia, Olor, Sabor y Dureza. De modo que, para demostrar nuestras fortalezas y debilidades frente a la competencia, se realizó una Prueba Hedónica para comparar cada uno de estos parámetros.

Se trabajó con veinte jueces en total y veinte muestras por prueba, en condiciones de ambiente normales. La escala hedónica que se empleó se muestra a continuación:

**TABLA 25**  
**ESCALA HEDÓNICA**

<b>Puntos</b>	<b>Criterio</b>
<b>9</b>	Gusta Extremadamente
<b>8</b>	Gusta Mucho
<b>7</b>	Gusta Moderadamente
<b>6</b>	Gusta Poco
<b>5</b>	Ni Gusta, Ni Disgusta
<b>4</b>	Disgusta Poco
<b>3</b>	Disgusta Moderadamente
<b>2</b>	Disgusta Mucho
<b>1</b>	Disgusta Extremadamente

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

La ficha de evaluación que se empleó se encuentra en el Anexo 20 y los códigos de identificación de las muestras se detallan a continuación:

**TABLA 26**  
**CÓDIFICACIÓN DE MUESTRAS**

<b>A1985</b>	<b>B8459</b>
Cake para celíacos	Cake competencia

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

Para resolver todos los análisis sensoriales de cada parámetro, se empleó la tabla de Distribución T Student. Se eligió el valor T partiendo de la fórmula  $n-1$ , siendo  $n$ =número de jueces. En este caso el valor era  $n=20$ , por lo tanto  $n-1 = 19$ ; con una probabilidad del 95 %, el valor de t Student que se escogió fue 1,729 (Ver Anexo 19).

Para saber que muestra tuvo la mayor aceptación, si el  $T_{cal} < T_{student}$  se escoge el atributo del cake competencia, si  $T_{cal} > T_{student}$  se escoge el atributo del cake para celíacos; pero si el  $T_{cal}$  es 0 no se escoge ninguna debido a que ambas muestras tienen la misma aceptación.

#### **Prueba Sensorial de Olor.-**

Se realizó una tabla con las calificaciones que se obtuvieron en la Prueba Sensorial del parámetro Olor (Ver Anexo 22). Con estos valores se calculó lo siguiente:

**Cálculos Prueba de Olor****Sumatoria de la muestra 1:**

$$\sum M1 = 140$$

**Sumatoria de la muestra 2:**

$$\sum M2 = 122$$

**Diferencia de los promedios de totales:**

$$\bar{d} = \frac{M1}{n} - \frac{M2}{n} = \frac{140}{20} - \frac{122}{20} = 0,9$$

**Suma de las diferencias al cuadrado:**

$$\sum D_i^2 = 116$$

**Suma de los cuadrados de la diferencia:**

$$\sum (D)^2 = (18)^2 = 324$$

**Análisis de Varianza:**

$$S = \frac{\sqrt{(\sum D_i^2) - \frac{(\sum D)^2}{n}}}{n - 1} = \frac{\sqrt{116 - \frac{324}{20}}}{20 - 1} = 0,525$$

**Valor T obtenido de la tabla T Student para n-1:**

$$\frac{d}{\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)} > T$$

$$\frac{0,9}{\left(\frac{0,52578921}{\sqrt{20}}\right)} > 1,729 = \frac{0,9}{\left(\frac{0,52578921}{4,47213595}\right)} = 7,655$$

$$7,655 > 1,729$$

Los resultados de los cálculos se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA 27**  
**RESULTADOS PRUEBA OLOR**

$\Sigma(D^2_i)$	<b>116</b>
$\Sigma(D)^2$	324
$d''$	0,9
<b>S</b>	0,52578921
<b>n</b>	20
<b>T</b>	<b>1,729</b>
<b>T calculado</b>	<b>7,655</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

El resultado calculado del valor T es 7,655 y fue comparado con el T de 1,729 (que se obtuvo de la Tabla T' Student), siendo en este caso T calculado > T teórico.



Por lo tanto, se concluyó que el Cake para Celiacos superó a la competencia en la Prueba Sensorial del Parámetro Olor.

### **Prueba Sensorial de Apariencia.-**

Se realizó una tabla con las calificaciones que se obtuvieron en la Prueba Sensorial del parámetro Apariencia (Ver Anexo 23). Con estos valores se calculó lo siguiente:

#### **Cálculos Prueba Apariencia**

***Sumatoria de la muestra 1:***

$$\sum M1 = 126$$

***Sumatoria de la muestra 2:***

$$\sum M2 = 126$$

***Diferencia de los promedios de totales:***

$$\bar{d} = \frac{M1}{n} - \frac{M2}{n} = \frac{126}{20} - \frac{126}{20} = 0$$

**Suma de las diferencias al cuadrado:**

$$\sum D_i^2 = 36$$

**$\Sigma (D)^2$  (Suma de los cuadrados de la diferencia):**

$$\sum (D)^2 = (0)^2 = 0$$

**S (Análisis de varianza):**

$$S = \frac{\sqrt{(\sum D_i^2) - \frac{(\sum D)^2}{n}}}{n-1} = \frac{\sqrt{36 - \frac{0}{20}}}{20-1} = 0,315$$

**T (Valor T obtenido de la tabla T Student para n-1):**

$$\frac{d}{\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)} > T$$

$$\frac{0}{\left(\frac{0,31578947}{\sqrt{20}}\right)} > 1,729 = \frac{0}{\left(\frac{0,31578947}{4,47213595}\right)} = 0$$

$$0 > 1,729$$

Los resultados de los cálculos anteriores se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA 28**  
**RESULTADOS PRUEBA APARIENCIA**

$\Sigma(D^2_i)$	36
$\Sigma(D)^2$	0
$d^-$	0
<b>S</b>	0,31578947
<b>n</b>	20
<b>T</b>	<b>1,729</b>
<b>T calculado</b>	<b>0</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

El resultado calculado del valor T es 0 y fue comparado con el T de 1,729 (que se obtuvo de la Tabla t Student), siendo en este caso  $T_{calculado} < T_{teórico}$ .

En este caso, se concluyó que no había diferencia significativa entre las dos muestras. Por lo tanto, en cuanto al parámetro Apariencia, ambos productos fueron preferidos por los jueces en igual proporción.

### **Prueba Sensorial de Dureza.-**

Se realizó una tabla con las calificaciones que se obtuvieron en la Prueba Sensorial del parámetro dureza (Ver Anexo 24). Con estos valores se calculó lo siguiente:

#### **Cálculos Prueba Dureza**

***Sumatoria de la muestra 1:***

$$\sum M1 = 110$$

***Sumatoria de la muestra 2:***

$$\sum M2 = 151$$

***Diferencia de los promedios de totales:***

$$\bar{d} = \frac{M1}{n} - \frac{M2}{n} = \frac{110}{20} - \frac{151}{20} = -2,05$$

***Suma de las diferencias al cuadrado:***

$$\sum D_i^2 = 103$$

***Suma de los cuadrados de la diferencia:***

$$\sum (D)^2 = (41)^2 = 1681$$

**Análisis de varianza:**

$$S = \frac{\sqrt{(\sum D_i^2) - \frac{(\sum D^2)}{n}}}{n-1} = \frac{\sqrt{103 - \frac{1681}{20}}}{20-1} = 0,229$$

**Valor T obtenido de la tabla T Student para n-1:**

$$\frac{d}{\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)} > T$$

$$\frac{-2,05}{\left(\frac{0,22911367}{\sqrt{20}}\right)} > 1,729 =$$

$$\frac{-2,05}{\left(\frac{0,22911367}{4,47213595}\right)} = -40,01454$$

$$-40,014 > 1,729$$

Los resultados de los cálculos anteriores se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA 29**  
**RESULTADOS PRUEBA DUREZA**

$\Sigma(D^2_i)$	<b>103</b>
$\Sigma(D)^2$	1681
$d^-$	-2,05
<b>S</b>	0,22911367
<b>n</b>	20
<b>T</b>	<b>1,729</b>
<b>T calculado</b>	<b>-40,014</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

El resultado calculado del valor T es -40,014 y fue comparado con el T de 1,729, siendo en este caso  $T_{\text{calculado}} < T_{\text{teórico}}$ . Siendo el valor T calculado negativo, se dice que en lo referente a Dureza hay mucha diferencia significativa entre las dos muestras.

Con los antecedentes mencionados, se concluyó que el Cake Competencia fue el favorecido por los Jueces en esta Prueba Sensorial.

### **Prueba Sensorial de Sabor.-**

Se realizó una tabla con las calificaciones que se obtuvieron en la Prueba Sensorial del parámetro Sabor (Ver Anexo 25). Con estos valores se calculó lo siguiente:

#### **Cálculos Prueba Sabor**

##### ***Sumatoria de la muestra 1:***

$$\sum M1 = () + () + () + \dots = 8 + 7 + 8 \dots = 158$$

##### ***Sumatoria de la muestra 2:***

$$\sum M2 = () + () + () + \dots = 6 + 7 + 7 \dots = 143$$

##### ***Diferencia de los promedios de totales:***

$$\bar{d} = \frac{M1}{n} - \frac{M2}{n} = \frac{158}{20} - \frac{143}{20} = 0,75$$

##### ***Suma de las diferencias al cuadrado:***

$$\sum D_i^2 = () + () + () + \dots = 4 + 0 + 1 \dots = 45$$

##### ***Suma de los cuadrados de la diferencia:***

$$\sum (D)^2 = (15)^2 = 225$$

**Análisis de varianza:**

$$S = \frac{\sqrt{(\sum D_i^2) - \frac{(\sum D)^2}{n}}}{n-1} = \frac{\sqrt{45 - \frac{225}{20}}}{20-1} = 0,305$$

**Valor T obtenido de la tabla T Student para n-1:**

$$\frac{d}{\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)} > T$$

$$\frac{0,75}{\left(\frac{0,3057618}{\sqrt{20}}\right)} > 1,729 =$$

$$\frac{0,75}{\left(\frac{0,3057618}{4,47213595}\right)} = 10,9696$$

$$10,9696 > 1,729$$

Los resultados de los cálculos anteriores se muestran en la siguiente tabla:



**TABLA 30**  
**RESULTADOS PRUEBA SABOR**

$\Sigma(D^2_i)$	<b>45</b>
$\Sigma(D)^2$	225
$d^{\bar{\bar{}}$	0,75
<b>S</b>	0,30576184
<b>n</b>	20
<b>T</b>	<b>1,729</b>
<b>T calculado</b>	<b>10,9696</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

#### **4.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

Para la Prueba de Estabilidad, se colocó las muestras en su empaque final (Polipropileno Biorentado) y se observó el comportamiento del Cake frente a la competencia en dos tipos de pruebas: una de Dureza y una Microbiológica.

#### **4.4.1 Evaluación de Dureza**

La Dureza fue comparada entre la formulación final del Cake para Celiacos y el producto patrón de la competencia. Este parámetro se midió cada cinco días a partir de la fecha de elaboración de ambos, hasta llegar a los treinta días de Vida Útil.

Al realizar las mediciones, se pudo notar que el comportamiento de la fórmula elegida del Cake se asemejaba mucho al patrón (Competencia), ya que existía poca alteración en la Dureza de ambos productos.

Lo antes mencionado se puede apreciar en las Tablas 31 y 32 que se muestran a continuación:

En la tabla de medición de dureza del Cake para Celiacos, se observó que el comportamiento de este factor a los treinta días bajó hasta un promedio de 12,003 Kg m/s<sup>2</sup>; Aún con este valor de dureza, se notó que el producto mantuvo casi intactas sus características organolépticas, siendo apto para el consumo hasta esa fecha.

**TABLA 31**

**MEDICIÓN DE DUREZA CAKE PARA CELIACOS**

Muestras Cake	Días Transcurridos					
	5	10	15	20	25	30
1	12,26	12,21	12,19	12,1	12,02	11,95
2	12,28	12,19	12,17	12,11	12,04	12,02
3	12,28	12,23	12,17	12,16	12,12	12,08
4	12,27	12,25	12,2	12,12	12,05	11,91
5	12,28	12,22	12,15	12,09	12,03	11,99
6	12,25	12,26	12,15	12,1	12,05	12,02
7	12,26	12,21	12,19	12,12	12,1	12,04
8	12,3	12,22	12,2	12,14	12,09	12,05
9	12,25	12,23	12,18	12,13	12,05	11,96
10	12,29	12,24	12,26	12,13	12,08	12,01
<b>Promedio</b>	12,272	12,226	12,186	12,12	12,063	<b>12,003</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

En la tabla de medición de dureza del Cake Competencia, se observó que el comportamiento de este factor a los treinta días bajó hasta un promedio de 12,123 Kg m/s<sup>2</sup>; Se apreció que con este valor de dureza, el producto también mantuvo sus características organolépticas.

**TABLA 32**

**MEDICIÓN DE DUREZA PRODUCTO COMPETENCIA**

Patrón Inacake	Días Transcurridos					
	5	10	15	20	25	30
1	12,43	12,4	12,36	12,26	12,16	12,1
2	12,39	12,38	12,42	12,29	12,13	12,14
3	12,48	12,4	12,3	12,27	12,12	12,1
4	12,46	12,51	12,4	12,26	12,15	12,12
5	12,48	12,4	12,5	12,34	12,19	12,12
6	12,42	12,39	12,37	12,32	12,16	12,14
7	12,39	12,49	12,36	12,27	12,17	12,13
8	12,51	12,5	12,35	12,32	12,15	12,15
9	12,45	12,36	12,38	12,35	12,14	12,13
10	12,47	12,45	12,36	12,28	12,19	12,1
<b>Promedio</b>	12,448	12,428	12,38	12,296	12,156	<b>12,123</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

#### 4.4.2 Evaluación microbiológica

Al igual que en la prueba anterior, en la Evaluación Microbiológica se comparó los comportamientos del Cake para Celiacos y el producto patrón (competencia). Debido a que no se encontró una Norma Nacional para estos productos, se tomó como referencia la Norma internacional que utiliza Inalecsa, para controlar el crecimiento microbiológico de sus productos, RM N° 615-2003/SA/DM (Norma Sanitaria que establece los criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano), que establece el límite máximo de crecimiento de mohos en  $1 \times 10^3$ , es decir 1000ufc/g. Ver Anexo 31.

Se observó el Crecimiento Microbiano (Mohos y Levaduras) de ambos productos cada 5 días y como resultado se obtuvo que el Cake para Celiacos si alcanzó a cumplir los 30 días de vida, ya que no sobrepasó el límite máximo permitido de 1000 ufc/g.

De igual manera, se notó que el Cake Competencia tenía crecimiento microbiano más lento, manteniéndose por debajo del parámetro.

En la tabla de Crecimiento Microbiano del Cake para Celiacos, se observó que el promedio de colonias, transcurridos los treinta días de vida fue de 530 ufc/g.

Esto indica, que el producto no sobrepasó el máximo permitido y debido a esto el tiempo de vida útil del mismo, desde el punto de vista microbiológico será de 30 días.

Lo antes mencionado se puede apreciar en las Tablas 33 y 34.

**TABLA 33**  
**CRECIMIENTO MICROBIANO CAKE PARA CELIACOS**  
**(EN ufc/g)**

Muestras	Días Transcurridos					
	5	10	15	20	25	30
1	400	500	600	600	600	600
2	300	300	300	400	400	500
3	400	400	500	500	500	500
4	400	400	500	500	500	500
5	400	400	400	400	400	500
6	500	500	500	500	600	600
7	400	400	400	400	500	500
8	500	500	400	400	400	500
9	400	400	500	600	600	600
10	300	400	400	400	500	500
<b>Promedio</b>	400	420	450	470	500	<b>530</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

En la tabla de Crecimiento Microbiano del Cake Competencia, se observó que el promedio máximo de colonias de Mohos y Levaduras fue de 500 ufc/g. Por lo que se comprueba que este producto se mantuvo dentro del límite y si alcanzó los treinta días de vida útil.

**TABLA 34**  
**CRECIMIENTO MICROBIANO CAKE COMPETENCIA**  
**(EN ufc/g)**

<b>Muestras</b>	<b>Días Transcurridos</b>					
	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>
1	300	400	500	400	500	500
2	400	400	400	500	500	600
3	400	400	400	400	400	500
4	300	300	400	400	400	500
5	300	300	300	400	400	400
6	300	500	400	500	600	600
7	300	400	400	400	400	500
8	400	400	400	400	400	500
9	300	300	500	500	500	500
10	300	300	300	400	400	400
<b>Promedio</b>	330	370	400	430	450	<b>500</b>

Elaborado por: Carmen Colcha - Richard Culcay P., 2013



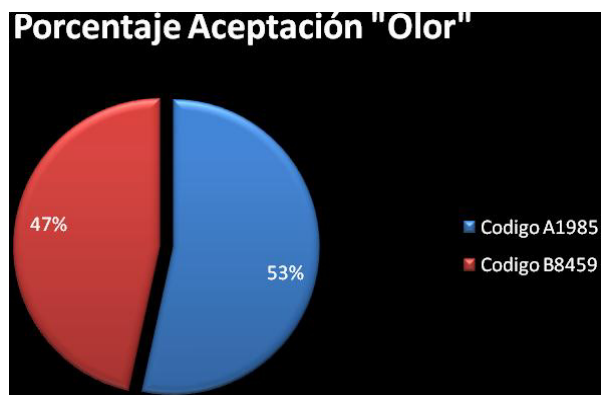
# CAPITULO 5

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Determinación de resultado sensorial óptimo

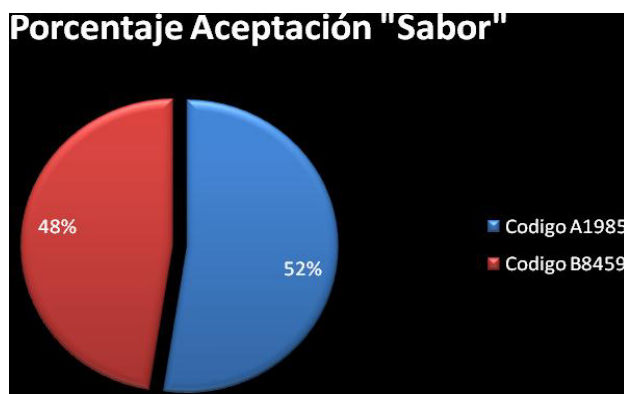
Para observar la aceptación del nuevo producto frente a la competencia, se realizó gráficos estadísticos basados en los resultados de las calificaciones de los jueces, de los cuales se pudo notar lo siguiente:

Como se puede apreciar en la Figura 5.1, en lo referente al parámetro Olor, el Cake para Celiacos fue preferido por los jueces en un porcentaje del 53%.



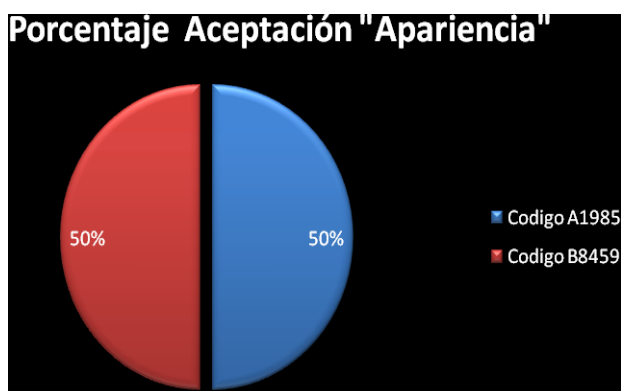
**Fig. 5.1 Gráfico Estadístico de la Valoración del Olor**

En la Figura 5.2, también se aprecia que el Cake para Celiacos fue preferido por los jueces en un porcentaje del 52% en la Prueba Sensorial de Sabor.



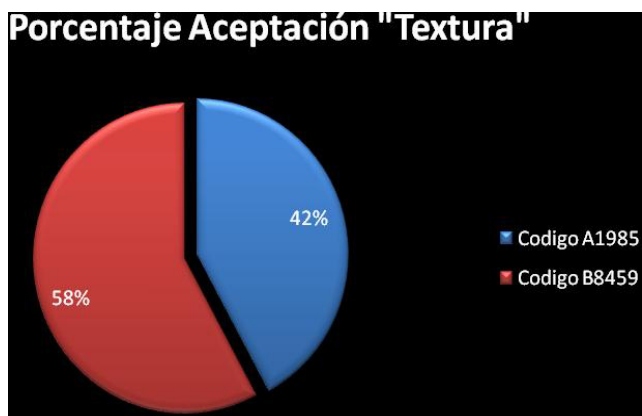
**Fig. 5.2 Gráfico Estadístico de la Valoración del Sabor**

En cuanto al parámetro Apariencia, se aprecia que los jueces no observaron diferencia alguna entre los dos productos. El porcentaje de las calificaciones se igualó al 50%. Por lo que se concluye que ambos productos tuvieron la misma aceptación por parte de los panelistas (Ver Figura 5.3).



**Fig. 5.3 Gráfico Estadístico de la Valoración de Apariencia**

Mientras que referente a Dureza, la aceptación del producto en estudio fue del 42%, es decir, que la mayoría de los panelistas prefirieron a la competencia. (Ver Figura 5.4).



**Fig. 5.4 Gráfico Estadístico de la Valoración de Dureza**

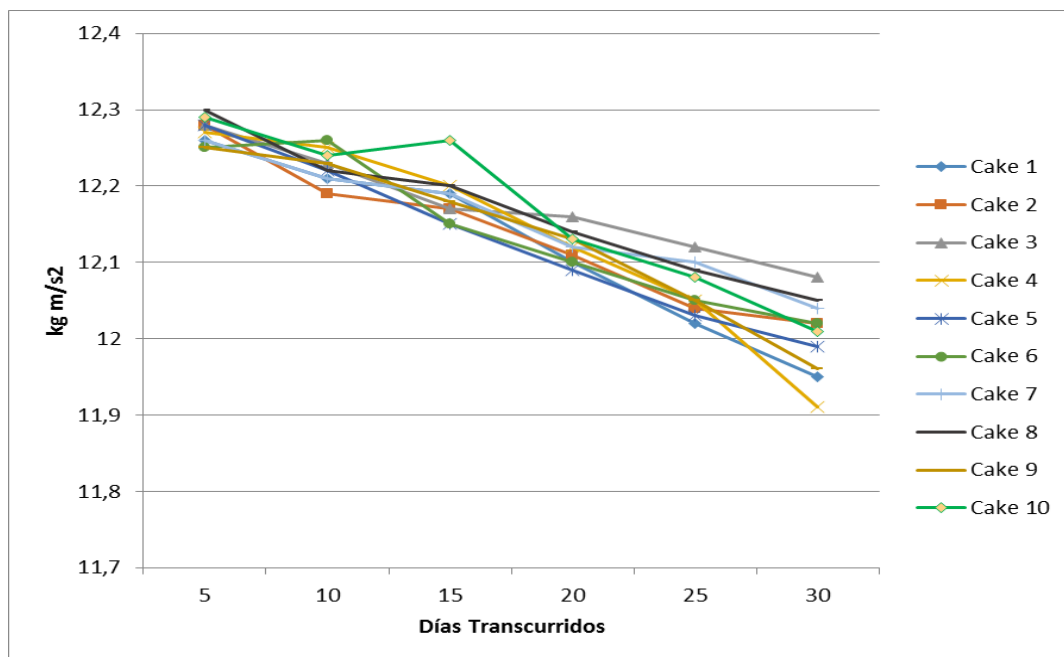
Con los antecedentes mencionados, se pudo concluir que el Cake para Celiacos es muy agradable en Sabor, Olor y Apariencia, por lo tanto si es competitivo con el producto que actualmente se encuentra en el mercado.

Además, que al ser un Cake sin Gluten, no podrá igualar la Dureza de uno que si contiene esta proteína.

## 5.2 Determinación de resultado de estabilidad óptimo

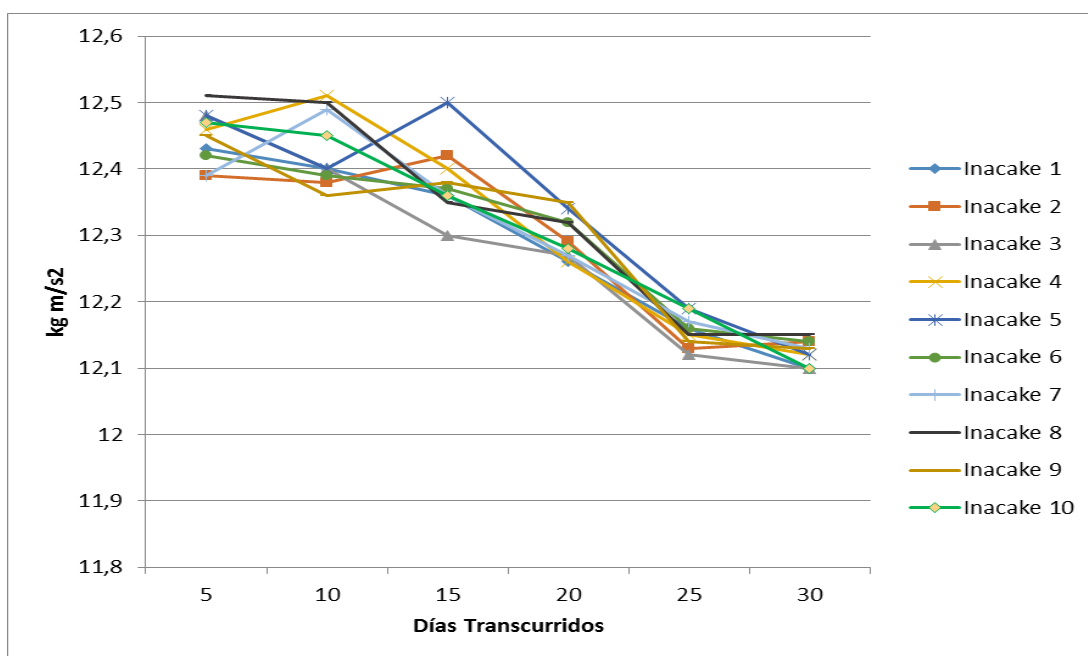
Se revisó las tablas de Medición de dureza, lo cual nos indicó que durante los primeros 20 días no existe una decreciente de dureza considerable en el Cake para Celiacos.

Mientras que, en los últimos 10 días se observó un decaimiento acelerado en el comportamiento de este factor. Esto permitió determinar el tiempo de vida útil máximo del cake (Ver Figura 5.5).



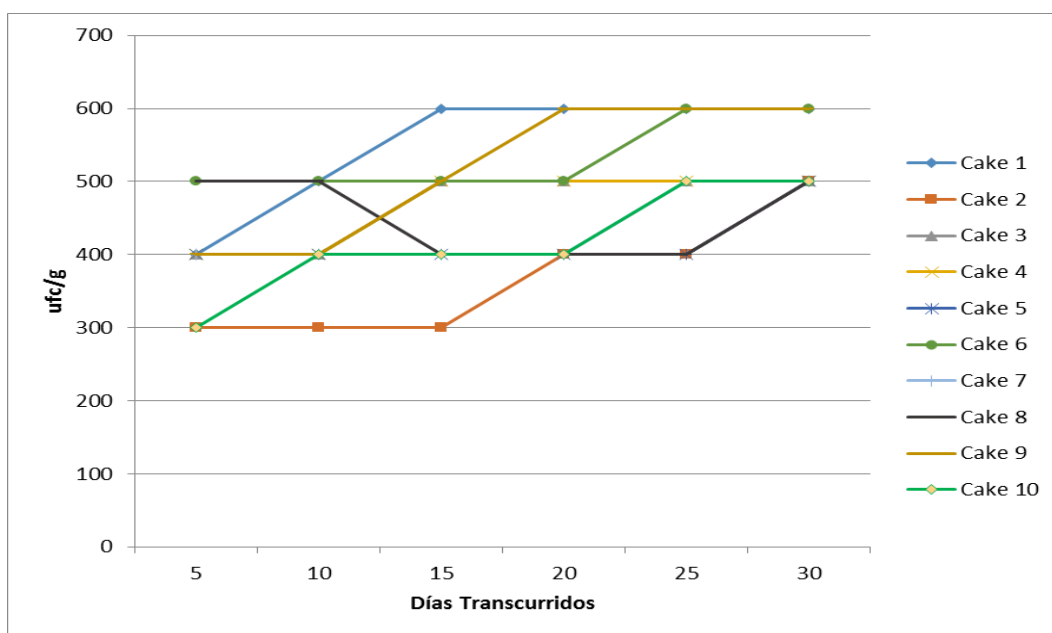
**Fig. 5.5 Gráfica del comportamiento de Dureza Cake para Celiacos**

Mientras que el Cake Competencia, durante los 30 días de Vida Útil mantiene casi intacta su dureza (Ver Figura 5.6).



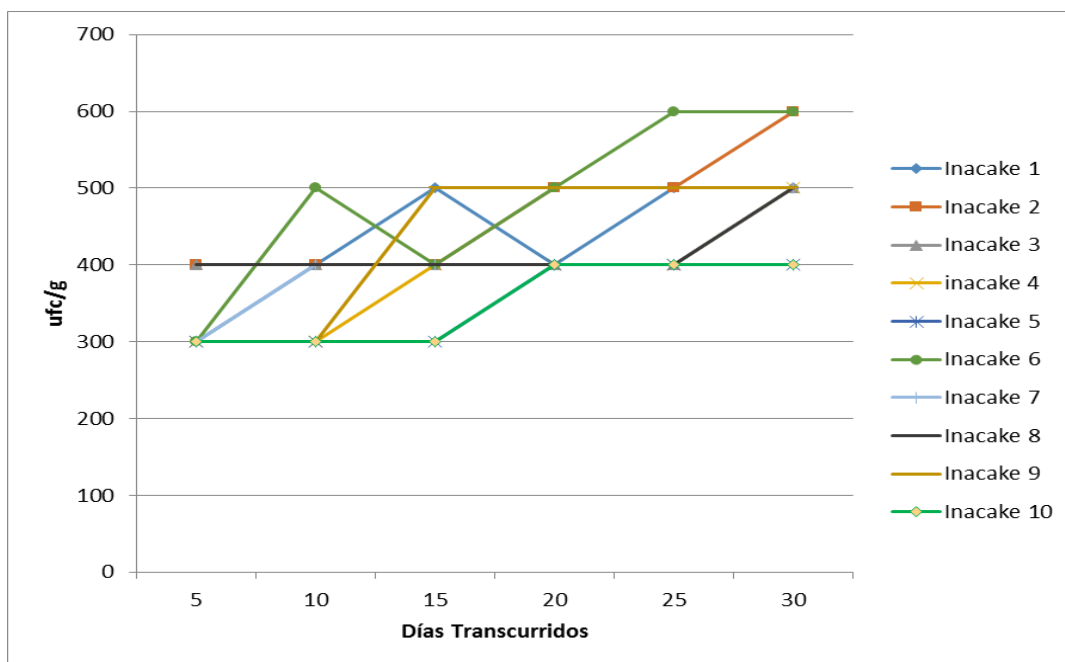
**Fig. 5.6 Gráfica del comportamiento de Dureza Cake Competencia**

En cuanto al deterioro microbiológico se observó que hasta los 30 días de Vida Útil el Cake para Celiacos no alcanza 1000 ufc que es el límite de máximo permisible de microorganismos en este tipo de productos. (Ver Figura 5.7).



**Fig. 5.7 Gráfica de Crecimiento Microbiano del Cake para Celiacos**

El cake de la competencia tampoco llegó a este número a los treinta días (Ver Figura 5.8).



**Fig. 5.8 Gráfica de Crecimiento Microbiano del Cake Competencia**

### 5.3 Descripción de fórmula prototipo ideal

Luego de realizar las pruebas pertinentes, tales como Sensoriales, de Dureza y Microbiológicas, se estableció la fórmula final del Cake para Celiacos. Ésta partió de una fórmula base de Harinas, para luego ser mejorada con aditivos.



La formula final del Cake, fue elaborada a partir de dos harinas sin Gluten aptas para Celiacos. Esta formulación contiene una relación de harinas de 60% Soya y 40% Maíz, lo que le brinda un alto contenido nutricional proteico.

Además, posee un sabor muy agradable a coco y vainilla, lo cual será muy apreciado por el mercado objetivo que principalmente son los niños y jóvenes.

Para compensar la ausencia de Gluten, se incluyó en la elaboración del cake aditivos mejoradores como: Goma Xántica (Estabilizante), Polvo Leudante para Celiacos (Gasificante) y Propionato de Calcio (Preservante). Estos ayudaron a obtener mejores resultados en la masa y producto final. Las funciones de estos aditivos en el producto se encuentran detalladas en el Capítulo 2.

## **5.4 Caracterización del producto**

En esta parte del estudio, se detallan las características del Cake para Celiacos en cuanto a: Contenido Nutricional, Costo de la Fabricación y el Tiempo de Vida Útil que se declarará en la etiqueta del mismo.

### **5.4.1 Contenido nutricional**

En la siguiente tabla, se detalla la composición nutricional del Cake para Celiacos, determinada mediante un promedio entre el contenido nutricional realizado por análisis y el obtenido mediante cálculos en base a los ingredientes del producto. Ver Anexo 28 y 29.

**TABLA 35**  
**CONTENIDO NUTRICIONAL CAKE PARA CELIACOS**

<b>Contenido nutricional (Promedio)</b>	
Proteína	18,12%
Grasa	14,50%
Carbohidratos	33,67%
Fibra	2,12%
Ceniza	5,07%
Humedad	23,86%
Vitaminas	1,95%
Minerales	0,70%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

#### **5.4.2 Costos de fabricación**

A continuación se detalla el costo de fabricación del producto, el cual se obtuvo calculando los costos de Ingredientes (Materias primas), maquinarias y accesorios que se emplearon en el mismo.

### **Costo de Materias Primas.-**

El costo de Materias Primas, se obtuvo detallando todos los ingredientes y aditivos que formaron parte del proceso de elaboración del Cake para Celiacos, tomando como referencia el peso neto promedio de cada unidad saliente de 40,78 gramos. La tabla de Costo de Materias Primas se encuentra en el Anexo 26.

### **Costo de Material de Empaque.-**

A continuación se detallan los precios del Material de Empaque. Éste se obtuvo del peso de cada unidad saliente (40,78 gramos).

**TABLA 36**  
**COSTO DE MATERIAL DE EMPAQUE**

<b>COSTOS MATERIAL DE EMPAQUE</b>		<b>CAKE 40,78gr</b>	
<b>Empaque</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>\$</b>
<b>Papel Pirutines</b>	2	0,02	0,04
<b>Funda de Polipropileno Bioorientado</b>	1	0,03	0,03
<b>TOTAL</b>			<b>0,07</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

### Costo de Maquinarias y Accesorios.-

Para obtener este costo, se tomó en cuenta los equipos y accesorios empleados en el proceso. (Ver tabla 37).

**TABLA 37**  
**COSTO DE MAQUINARIAS ACCESORIOS**

<b>COSTOS MAQUINARIAS &amp; ACCESORIOS</b>				
<b>Maquinarias</b>				
<b>Número</b>	<b>Equipo</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
1	Horno Industrial	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
2	Batidora-Amasadora	1	\$ 250,00	\$ 250,00
3	Balanza	1	\$ 256,00	\$ 256,00
4	Selladora	1	\$ 15,00	\$ 15,00
5	Cronometro	1	\$ 12,00	\$ 12,00
6	Termómetro	1	\$ 45,00	\$ 45,00
<b>Costo Total</b>				<b>\$ 5.578,00</b>
<b>Accesorios</b>				
<b>Número</b>	<b>Equipo</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
1	Manga Pastelera	1	\$ 1,50	\$ 1,50
2	Moldes	2	\$ 16,00	\$ 32,00
3	Espátula	1	\$ 1,00	\$ 1,00
<b>Costo Total</b>				<b>\$ 34,50</b>
<b>Total</b>				<b>\$ 5.612,50</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

### Costo de Servicios Básicos.-

Para obtener el costo total de Servicios Básicos, se tomó en cuenta cuantas horas al mes se consumía cada suministro, agua, luz y gas (Ver Tabla 38).

**TABLA 38**  
**COSTO DE DE SERVICIOS BÁSICOS**

<b>COSTOS SERVICIOS BÁSICOS</b>				
<b>Número</b>	<b>Suministros Básicos</b>			
	Agua			
	<b>Horas/Mes</b>	<b>Consumo(m3)</b>	<b>Precio(m3)</b>	<b>Costo Total</b>
1	1	0,02	\$ 0,390	\$ 0,008
	30	0,60		\$ 0,23
	Luz			
	<b>Horas/Mes</b>	<b>Consumo(kw)</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo Total</b>
2	1,25	2,91	\$ 0,08	\$ 0,24
	30	69,84		\$ 5,80
	Gas			
	<b>Horas/Mes</b>	<b>Consumo(Kg)</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo Total</b>
3	1,25	0,625	\$ 0,96	\$ 0,60
	30	15		\$ 14,40
<b>Total Diario</b>				<b>\$ 0,849</b>
<b>Total Mensual</b>				<b>\$ 20,43</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

### Costo de Mano de Obra.-

Para obtener el costo total de Mano de Obra, se tomó como base el sueldo básico actual de \$316, con esto se obtuvo el Costo Hora Hombre y el Costo por cada unidad fabricada (Ver Tabla 39).

**TABLA 39**

### COSTO DE MANO DE OBRA

<b>COSTOS MANO DE OBRA</b>	
<b>Básico</b>	<b>\$ 316</b>
<b>Hora Hombre</b>	<b>\$ 1,32</b>
<b>Costo Cake Unidad</b>	<b>\$ 0,057</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

### Costo Total del Producto.-

En la siguiente tabla están unificados todos los costos de elaboración del cake por unidad, tales como: envase, materia prima, mano de obra, carga fabril. Además se agregaron los costos brutos y la ganancia estimada.

De acuerdo a lo antes mencionado, se obtuvo que el Costo Total de cada Cake para Celiacos será de 0.39 ctvs. (Ver Tabla 40).

**TABLA 40**  
**COSTO TOTAL PRODUCTO**

<b>TABLA DE COSTOS POR UND/CAKE</b>		
<b>COSTOS</b>		<b>\$</b>
<b>Envase</b>		0,07000
<b>Materia Prima</b>		0,15644
<b>Mano obra</b>		0,05725
<b>Carga Fabril</b>		0,03693
<b>Costos Brutos</b>		0,32062
<b>Ganancia</b>	<b>20%</b>	0,06412
<b>PVP</b>		<b>0,38474</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

#### **5.4.3 Tiempo de vida útil**

De acuerdo a los resultados de los análisis de dureza y microbiológicos que se realizaron, se determinó que la estabilidad óptima del Cake para Celiacos es de 30 días de Vida útil, ya que



durante este tiempo mantuvo una dureza aceptable y no sobrepasó el límite máximo de deterioro microbiológico.

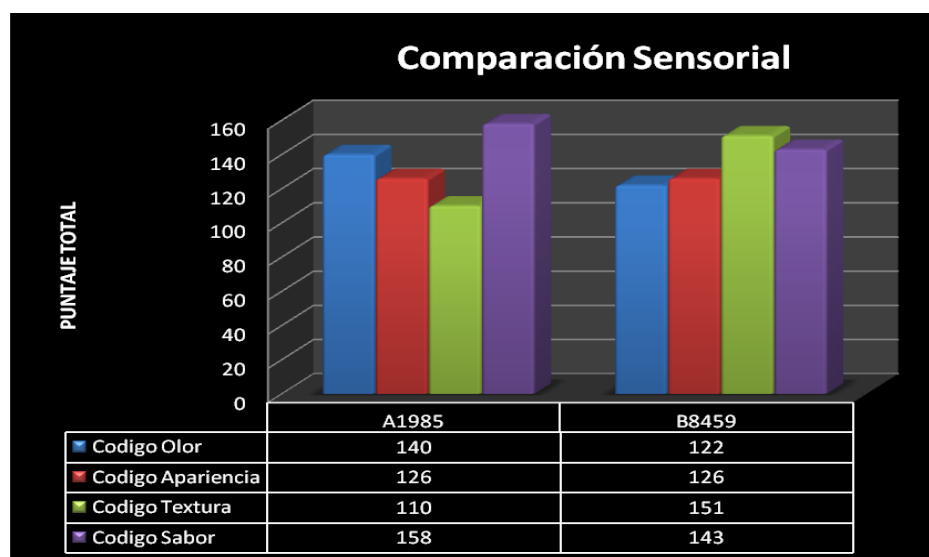
## **5.5 Comparación con productos similares del mercado**

### **5.5.1 Comparación Sensorial**

Se realizó una comparación de las calificaciones compiladas de las Pruebas Sensoriales por cada parámetro. En ella se puede apreciar las falencias y fortalezas de nuestro producto frente a la competencia (Ver Anexo 27).

Para este mismo propósito, se elaboró un Gráfico Estadístico de las calificaciones sensoriales unificadas, en donde también se puede apreciar los parámetros en los que el Cake para Celiacos superó a la competencia, éstos fueron: Olor y Sabor.

En cuanto a la Apariencia, los dos productos contaron con el mismo puntaje (Ver Figura 5.9).



**Fig. 5.9 Gráfico de Comparación Sensorial de Parámetros**

### 5.5.2 Comparación Nutricional

El producto para celíacos contiene 18,13 % de Proteínas (de acuerdo al promedio entre la tabla de composición obtenida por análisis y la obtenida por cálculos. El producto competencia declara 3 g de Proteínas, equivalente a 8,57%. Por lo que podemos decir que el producto para Celíacos es más rico nutricionalmente en comparación con la competencia.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. La formulación resultante del Diseño de Harinas (60% Soya-40% Maíz), fue la que más aceptabilidad obtuvo con respecto a sabor y dureza, debido a que la mayor cantidad de harina de Soya logró enmascarar el sabor a grano que producía la de Maíz y a la vez proporcionó mejor estabilidad a la masa.
2. Según las pruebas realizadas se pudo concluir, que el uso de auxiliares tecnológicos tales como: la Goma Xántica (Estabilizante) y el Polvo Leudante para Celiacos (Gasificante), si influyeron en la elaboración del producto, ya que el Estabilizante ayudó a la masa a formar redes elásticas, permitiendo que actúe el Gasificante para ligar el oxígeno y que el producto final obtuviera la esponjosidad deseable.

3. La utilización del correcto porcentaje de Conservante (Propionato de Calcio), permitió alcanzar el tiempo de vida útil deseado y retrasó por mayor tiempo el crecimiento microbiológico en el cake.
  
4. Para determinar la aceptación del mercado objetivo, se trabajó con la Prueba Sensorial de Escala Hedónica, mediante la cual se pudo concluir que el producto en estudio, posee características que agradan a los consumidores, por lo que puede cubrir las necesidades de un mercado al que no se le ha dado importancia en nuestro país.
  
5. A través de las pruebas sensoriales, también se pudo conocer que la debilidad más importante en el producto es la dureza. Sin embargo, para un postre sin Gluten, ésta se considera aceptable, ya que a pesar de emplear en su elaboración aditivos mejoradores, no se podrá igualar la elasticidad y esponjosidad de una masa con esta proteína.

6. El costo de elaboración del Cake para Celiacos (0.38 ctvs.), se considera como un valor estimado, debido a que no se tomó en cuenta el ítem de infraestructura o adecuaciones y en lo referente al empaque, se consideró un valor referencial.
  
7. El tiempo de vida útil del Cake se estableció en 20 días, ya que durante este tiempo, pudo mantener casi intactas sus características organolépticas y de dureza, además no sobrepasó el límite de crecimiento microbiano. Este límite se estableció al considerar los máximos permitidos en la Norma Internacional RM 615-2003/SA/DM (Norma Sanitaria que establece los criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano).

## **RECOMENDACIONES**

1. En productos sin Gluten para lograr una mejor elasticidad de la masa y un óptimo atrapamiento de oxígeno, se podrían realizar pruebas con otro tipo de gomas, tales como: Goma Guar, CMC, Tara, Grenetina y Harina de Algarrobo. Así como desarrollar nuevas combinaciones con Goma Xantano y otra de las mencionadas anteriormente.
2. En lo que respecta al sabor y olor del Cake, se podría emplear saborizantes o esencias como el Chocolate, o algún otro que imparta sensación residual más fuerte y no a granos.
3. Sería recomendable realizar un análisis nutricional completo, para de esta manera obtener datos fiables y exactos de la composición del cake y así saber que tanto es el aporte con respecto a la parte nutricional.

4. Para futuras aportaciones a una dieta más rica en Nutrientes, las industrias alimenticias podrían emplear materias primas con gran contenido de proteínas como la Soya, para la elaboración de productos prácticos de consumo o snacks.
  
5. Se recomienda que para futuros estudios se realicen costeos más exactos para obtener el P.V.P. real de producto y así poder proyectarlo a futuro con todos datos más reales y lanzarlo al mercado.
  
6. Para obtener el verdadero tiempo de vida útil del Cake, se debería considerar los límites máximos de crecimiento microbiano de un producto horneado a base de Soya o Maíz. Si se carece de normativas nacionales, se podría basar este límite en alguna normativa internacional reconocida.

# **ANEXOS**



## ANEXO 1.

## EVALUACIÓN DE TEXTURA DEL CAKE COMPETENCIA

# de Muestras	% Deformación según Dureza	# de Muestras	% Deformación según Dureza
1	12,4	16	12,5
2	12,2	17	12,5
3	12	18	12,2
4	12,4	19	12,4
5	12,1	20	12,4
6	12,4	21	12,5
7	12,3	22	12,3
8	12	23	12,2
9	12,6	24	12,4
10	12,4	25	12,5
11	12,4	26	12,1
12	12,3	27	12,1
13	12,4	28	12,3
14	12,4	29	12,4
15	12,4	30	12,5
<b>PROMEDIO</b>			12,33

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 2.

## DATOS TEXTURA: 50% H. SOYA/50% H. MAÍZ.

# de Muestras	% Deformación según Dureza	# de Muestras	% Deformación según Dureza
1	11,63	16	11,64
2	11,67	17	11,63
3	11,63	18	11,62
4	11,64	19	11,64
5	11,67	20	11,67
6	11,65	21	11,67
7	11,66	22	11,64
8	11,63	23	11,62
9	11,65	24	11,63
10	11,66	25	11,62
11	11,64	26	11,63
12	11,63	27	11,61
13	11,65	28	11,66
14	11,66	29	11,63
15	11,61	30	11,62
<b>PROMEDIO</b>			11,64

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 3.

## DATOS TEXTURA: 60% H. SOYA/40% H. MAÍZ.

# de Muestras	% Deformación según Dureza	# de Muestras	% Deformación según Dureza
1	11,72	16	11,69
2	11,73	17	11,73
3	11,68	18	11,72
4	11,69	19	11,68
5	11,70	20	11,69
6	11,68	21	11,71
7	11,72	22	11,72
8	11,70	23	11,67
9	11,68	24	11,69
10	11,72	25	11,73
11	11,73	26	11,72
12	11,73	27	11,73
13	11,69	28	11,72
14	11,70	29	11,73
15	11,71	30	11,68
<b>PROMEDIO</b>			11,71

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 4.

## DATOS TEXTURA: 70% H. SOYA/30% H. MAÍZ.

# de Muestras	% Deformación según Dureza	# de Muestras	% Deformación según Dureza
1	11,71	16	11,68
2	11,71	17	11,71
3	11,66	18	11,68
4	11,71	19	11,65
5	11,66	20	11,68
6	11,68	21	11,70
7	11,67	22	11,66
8	11,66	23	11,71
9	11,70	24	11,67
10	11,68	25	11,66
11	11,67	26	11,67
12	11,66	27	11,71
13	11,71	28	11,68
14	11,69	29	11,67
15	11,69	30	11,70
<b>PROMEDIO</b>			11,68

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

**ANEXO 5.****FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL****METODO: PRUEBA HEDÓNICA****PRODUCTO:** \_\_\_\_\_

Sírvase degustar las muestras codificadas que se presentan, pruébelas escriba el código en la parte superior y marque con una X el nivel que considere en las casillas de aceptabilidad general.

**FICHA PARA EVALUACIÓN SENSORIAL (HARINAS)**

Escala	Muestras	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
	Criterio	Aceptabilidad General	Aceptabilidad General	Aceptabilidad General
5	Gusta Mucho			
4	Gusta Poco			
3	Ni Gusta, Ni Disgusta			
2	Disgusta Poco			
1	Disgusta Mucho			
<b>Comentarios</b>				

## ANEXO 6.

## CALIFICACIONES PRUEBA HEDÓNICA

Aceptación/ Rechazo de la Harina				
N. Jueces	Código			TOTAL
	HSM 001	HSM 002	HSM 003	
1	2	2	4	8
2	2	3	3	8
3	3	3	3	9
4	2	4	5	11
5	3	3	4	10
6	4	4	4	12
7	1	4	3	8
8	2	4	3	9
9	3	3	3	9
10	4	4	4	12
11	3	5	5	13
12	2	3	4	9
13	3	4	3	10
14	1	3	2	6
15	3	4	4	11
16	3	2	4	9
17	2	3	2	7
18	4	3	4	11
19	3	4	3	10
20	2	3	4	9

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

**CONTINUACIÓN ANEXO 6**  
**CALIFICACIONES PRUEBA HEDÓNICA**

<b>Aceptación/ Rechazo de la Harina</b>				
<b>N. Jueces</b>	<b>Código</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>HSM 001</b>	<b>HSM 002</b>	<b>HSM 003</b>	
21	3	2	3	8
22	4	3	5	12
23	4	3	2	9
24	3	2	4	9
25	4	4	3	11
26	4	2	4	10
27	4	4	3	11
28	4	5	4	13
29	3	3	3	9
30	2	4	4	10
<b>TOTALES</b>	<b>87</b>	<b>100</b>	<b>106</b>	<b>293</b>
<b>PROM</b>	<b>2,90</b>	<b>3,33</b>	<b>3,53</b>	

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 7

### CÁLCULOS GRADOS DE LIBERTAD

**Cálculo Total de la Varianza:**

$$CT = \frac{(PT)^2}{Nm} = \frac{293^2}{90} = 954$$

**Suma Total de cada Puntaje:**

$$SCT = \sum Puntajes^2 - CT = 2^2 + 2^2 + n^2 \dots n^2 + 4^2 - 954 = 1025 - 954 = 71$$

**Grados de Libertad Total:**

$$g\ de\ lT = (Nj \times Np) - 1 = (30 \times 3) - 1 = 90 - 1 = 89$$

**Suma de cada Juez:**

$$SCJ = \left( \frac{\sum PT^2}{Np} \right) - CT = \frac{8^2 + 8^2 + n^2 \dots n^2 + 10^2}{3} - 954 = 27,79$$

**Grados de Libertad Producto:**

$$g\ de\ lP = (Np - 1) = 3 - 1 = 2$$

**Grados de Libertad Jueces:**

$$g\ de\ lJ = (Nj - 1) = 30 - 1 = 29$$

**Suma de cada Producto:**

$$SCP = \left( \frac{\sum T^2}{Nj} \right) - CT = \frac{87^2 + 100^2 + 106^2}{30} - 954 = 6,29$$

**Error de las Sumas:**

$$Error\ SS = SCT - SCJ - SCP = 71 - 27,79 - 6,29 = 37,04$$



**ANEXO 8****CÁLCULOS VALOR F****Varianza de Jueces (VJ)**

$$VJ = \frac{SC}{g \text{ de } l} = \frac{27,79}{29} = 0,9582$$

**Varianza de Productos (VP)**

$$VP = \frac{SC}{g \text{ de } l} = \frac{6,29}{2} = 3,1444$$

**Varianza del Error (VE)**

$$VE = \frac{SC}{g \text{ de } l} = \frac{37,04}{58} = 0,6387$$

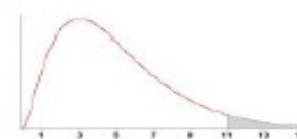
**F Calculado de los Jueces (FcalJ)**

$$Fcal J = \frac{VJ}{VE} = \frac{0,9582}{0,6387} = 1,50$$

**F Calculado de los Productos (FcalP)**

$$Fcal P = \frac{VP}{VE} = \frac{3,1444}{0,6387} = 4,92$$

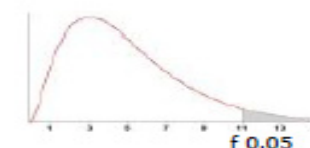
## ANEXO 9 TABLA DE VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN F (0.05).



g.d.l	Grados de libertad del Numerador															g.d.l
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,0	243,9	244,7	245,4	245,9	1
2	18,513	19,000	19,164	19,247	19,296	19,330	19,353	19,371	19,385	19,396	19,405	19,413	19,419	19,424	19,429	2
3	10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845	8,812	8,786	8,763	8,745	8,729	8,715	8,703	3
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	5,936	5,912	5,891	5,873	5,858	4
5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,772	4,735	4,704	4,678	4,655	4,636	4,619	5
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	4,027	4,000	3,976	3,956	3,938	6
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	3,603	3,575	3,550	3,529	3,511	7
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,687	3,581	3,500	3,438	3,388	3,347	3,313	3,284	3,259	3,237	3,218	8
9	5,117	4,256	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137	3,102	3,073	3,048	3,025	3,006	9
10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072	3,020	2,978	2,943	2,913	2,887	2,865	2,845	10
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,896	2,854	2,818	2,788	2,761	2,739	2,719	11
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,796	2,753	2,717	2,687	2,660	2,637	2,617	12
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,714	2,671	2,635	2,604	2,577	2,554	2,533	13
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,646	2,602	2,565	2,534	2,507	2,484	2,463	14
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790	2,707	2,641	2,588	2,544	2,507	2,475	2,448	2,424	2,403	15
16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,538	2,494	2,456	2,425	2,397	2,373	2,352	16
17	4,451	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548	2,494	2,450	2,413	2,381	2,353	2,329	2,308	17
18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510	2,456	2,412	2,374	2,342	2,314	2,290	2,269	18
19	4,381	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,544	2,477	2,423	2,378	2,340	2,308	2,280	2,256	2,234	19
20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,393	2,348	2,310	2,278	2,250	2,225	2,203	20
21	4,325	3,467	3,072	2,840	2,685	2,573	2,488	2,420	2,366	2,321	2,283	2,250	2,222	2,197	2,176	21
22	4,301	3,443	3,049	2,817	2,661	2,549	2,464	2,397	2,342	2,297	2,259	2,226	2,198	2,173	2,151	22
23	4,279	3,422	3,028	2,796	2,640	2,528	2,442	2,375	2,320	2,275	2,236	2,204	2,175	2,150	2,128	23
24	4,260	3,403	3,009	2,776	2,620	2,508	2,423	2,355	2,300	2,255	2,216	2,183	2,155	2,130	2,108	24
25	4,242	3,385	2,991	2,759	2,603	2,490	2,405	2,337	2,282	2,236	2,198	2,165	2,136	2,111	2,089	25
26	4,225	3,369	2,975	2,743	2,587	2,474	2,388	2,321	2,265	2,220	2,181	2,148	2,119	2,094	2,072	26
27	4,210	3,354	2,960	2,728	2,572	2,459	2,373	2,305	2,250	2,204	2,166	2,132	2,103	2,078	2,056	27
28	4,196	3,340	2,947	2,714	2,558	2,445	2,359	2,291	2,236	2,190	2,151	2,118	2,089	2,064	2,041	28
29	4,183	3,328	2,934	2,701	2,545	2,432	2,346	2,278	2,223	2,177	2,138	2,104	2,075	2,050	2,027	29
30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,211	2,165	2,126	2,092	2,063	2,037	2,015	30
31	4,160	3,305	2,911	2,679	2,523	2,409	2,323	2,255	2,199	2,153	2,114	2,080	2,051	2,026	2,003	31
32	4,149	3,295	2,901	2,668	2,512	2,399	2,313	2,244	2,189	2,142	2,103	2,070	2,040	2,015	1,992	32
33	4,139	3,285	2,892	2,659	2,503	2,389	2,303	2,235	2,179	2,133	2,093	2,060	2,030	2,004	1,982	33
34	4,130	3,276	2,883	2,650	2,494	2,380	2,294	2,225	2,170	2,123	2,084	2,050	2,021	1,995	1,972	34
35	4,121	3,267	2,874	2,641	2,485	2,372	2,285	2,217	2,161	2,114	2,075	2,041	2,012	1,986	1,963	35
40	4,085	3,232	2,839	2,606	2,449	2,336	2,249	2,180	2,124	2,077	2,038	2,003	1,974	1,948	1,924	40
60	4,001	3,150	2,758	2,525	2,368	2,254	2,167	2,097	2,040	1,993	1,952	1,917	1,887	1,860	1,836	60
80	3,960	3,111	2,719	2,486	2,329	2,214	2,126	2,056	1,999	1,951	1,910	1,875	1,845	1,817	1,793	80
90	3,947	3,098	2,706	2,473	2,316	2,201	2,113	2,043	1,986	1,938	1,897	1,861	1,830	1,803	1,779	90
100	3,936	3,087	2,696	2,463	2,305	2,191	2,103	2,032	1,975	1,927	1,886	1,850	1,819	1,792	1,768	100
120	3,920	3,072	2,680	2,447	2,290	2,175	2,087	2,016	1,959	1,910	1,869	1,834	1,803	1,775	1,750	120
inf.	3,841	2,996	2,605	2,372	2,214	2,099	2,010	1,938	1,880	1,831	1,789	1,752	1,720	1,692	1,666	inf.

## CONTINUACIÓN ANEXO 9

### TABLA DE VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN F (0.05).



área a la derecha del valor crítico = 0,05

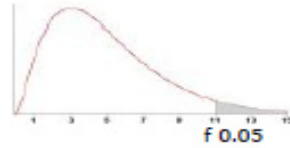
g.d.l	Grados de libertad del Numerador														g.d.l	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		30
1	246,5	246,9	247,3	247,7	248,0	248,3	248,6	248,8	249,1	249,3	249,5	249,6	249,8	250,0	250,1	1
2	19,433	19,437	19,440	19,443	19,446	19,448	19,450	19,452	19,454	19,456	19,457	19,459	19,460	19,461	19,462	2
3	8,692	8,683	8,675	8,667	8,660	8,654	8,648	8,643	8,639	8,634	8,630	8,626	8,623	8,620	8,617	3
4	5,844	5,832	5,821	5,811	5,803	5,795	5,787	5,781	5,774	5,769	5,763	5,759	5,754	5,750	5,746	4
5	4,604	4,590	4,579	4,568	4,558	4,549	4,541	4,534	4,527	4,521	4,515	4,510	4,505	4,500	4,496	5
6	3,922	3,908	3,896	3,884	3,874	3,865	3,856	3,849	3,841	3,835	3,829	3,823	3,818	3,813	3,808	6
7	3,494	3,480	3,467	3,455	3,445	3,435	3,426	3,418	3,410	3,404	3,397	3,391	3,386	3,381	3,376	7
8	3,202	3,187	3,173	3,161	3,150	3,140	3,131	3,123	3,115	3,108	3,102	3,095	3,090	3,084	3,079	8
9	2,989	2,974	2,960	2,948	2,936	2,926	2,917	2,908	2,900	2,893	2,886	2,880	2,874	2,869	2,864	9
10	2,828	2,812	2,798	2,785	2,774	2,764	2,754	2,745	2,737	2,730	2,723	2,716	2,710	2,705	2,700	10
11	2,701	2,685	2,671	2,658	2,646	2,636	2,626	2,617	2,609	2,601	2,594	2,588	2,582	2,576	2,570	11
12	2,599	2,583	2,568	2,555	2,544	2,533	2,523	2,514	2,505	2,498	2,491	2,484	2,478	2,472	2,466	12
13	2,515	2,499	2,484	2,471	2,459	2,448	2,438	2,429	2,420	2,412	2,405	2,398	2,392	2,386	2,380	13
14	2,445	2,428	2,413	2,400	2,388	2,377	2,367	2,357	2,349	2,341	2,333	2,326	2,320	2,314	2,308	14
15	2,385	2,368	2,353	2,340	2,328	2,316	2,306	2,297	2,288	2,280	2,272	2,265	2,259	2,253	2,247	15
16	2,333	2,317	2,302	2,288	2,276	2,264	2,254	2,244	2,235	2,227	2,220	2,212	2,206	2,200	2,194	16
17	2,289	2,272	2,257	2,243	2,230	2,219	2,208	2,199	2,190	2,181	2,174	2,167	2,160	2,154	2,148	17
18	2,250	2,233	2,217	2,203	2,191	2,179	2,168	2,159	2,150	2,141	2,134	2,126	2,119	2,113	2,107	18
19	2,215	2,198	2,182	2,168	2,155	2,144	2,133	2,123	2,114	2,106	2,098	2,090	2,084	2,077	2,071	19
20	2,184	2,167	2,151	2,137	2,124	2,112	2,102	2,092	2,082	2,074	2,066	2,059	2,052	2,045	2,039	20
21	2,156	2,139	2,123	2,109	2,096	2,084	2,073	2,063	2,054	2,045	2,037	2,030	2,023	2,016	2,010	21
22	2,131	2,114	2,098	2,084	2,071	2,059	2,048	2,038	2,028	2,020	2,012	2,004	1,997	1,990	1,984	22
23	2,109	2,091	2,075	2,061	2,048	2,036	2,025	2,014	2,005	1,996	1,988	1,981	1,973	1,967	1,961	23
24	2,088	2,070	2,054	2,040	2,027	2,015	2,003	1,993	1,984	1,975	1,967	1,959	1,952	1,945	1,939	24
25	2,069	2,051	2,035	2,021	2,007	1,995	1,984	1,974	1,964	1,955	1,947	1,939	1,932	1,926	1,919	25
26	2,052	2,034	2,018	2,003	1,990	1,978	1,966	1,956	1,946	1,938	1,929	1,921	1,914	1,907	1,901	26
27	2,036	2,018	2,002	1,987	1,974	1,961	1,950	1,940	1,930	1,921	1,913	1,905	1,898	1,891	1,884	27
28	2,021	2,003	1,987	1,972	1,959	1,946	1,935	1,924	1,915	1,906	1,897	1,889	1,882	1,875	1,869	28
29	2,007	1,989	1,973	1,958	1,945	1,932	1,921	1,910	1,901	1,891	1,883	1,875	1,868	1,861	1,854	29
30	1,995	1,976	1,960	1,945	1,932	1,919	1,908	1,897	1,887	1,878	1,870	1,862	1,854	1,847	1,841	30
31	1,983	1,965	1,948	1,933	1,920	1,907	1,896	1,885	1,875	1,866	1,857	1,849	1,842	1,835	1,828	31
32	1,972	1,953	1,937	1,922	1,908	1,896	1,884	1,873	1,864	1,854	1,846	1,838	1,830	1,823	1,817	32
33	1,961	1,943	1,926	1,911	1,898	1,885	1,873	1,863	1,853	1,844	1,835	1,827	1,819	1,812	1,806	33
34	1,952	1,933	1,917	1,902	1,888	1,875	1,863	1,853	1,843	1,833	1,825	1,817	1,809	1,802	1,795	34
35	1,942	1,924	1,907	1,892	1,878	1,866	1,854	1,843	1,833	1,824	1,815	1,807	1,799	1,792	1,786	35
40	1,904	1,885	1,868	1,853	1,839	1,826	1,814	1,803	1,793	1,783	1,775	1,766	1,759	1,751	1,744	40
60	1,815	1,796	1,778	1,763	1,748	1,735	1,722	1,711	1,700	1,690	1,681	1,672	1,664	1,656	1,649	60
80	1,772	1,752	1,734	1,718	1,703	1,689	1,677	1,665	1,654	1,644	1,634	1,626	1,617	1,609	1,602	80
90	1,757	1,737	1,720	1,703	1,688	1,675	1,662	1,650	1,639	1,629	1,619	1,610	1,601	1,593	1,586	90
100	1,746	1,726	1,708	1,691	1,676	1,663	1,650	1,638	1,627	1,616	1,607	1,598	1,589	1,581	1,573	100
120	1,728	1,709	1,690	1,674	1,659	1,645	1,632	1,620	1,608	1,598	1,588	1,579	1,570	1,562	1,554	120
inf.	1,644	1,623	1,604	1,587	1,571	1,556	1,542	1,529	1,517	1,506	1,496	1,486	1,476	1,467	1,459	inf.

Fuente: ZURITA HERRERA GAUDENCIO, Junio 2008. Probabilidad y Estadística. Fundamentos y Aplicaciones. Primera Edición.

### CONTINUACIÓN ANEXO 9

#### TABLA DE VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN F (0.05).

área a la derecha del valor crítico = 0,05



g.d.l	Grados de libertad del Numerador															g.d.l
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	50	60	100	120	inf.	
1	250,2	250,4	250,5	250,6	250,7	250,8	250,9	251,0	251,1	251,1	251,8	252,2	253,0	253,3	254,3	1
2	19,463	19,464	19,465	19,466	19,467	19,468	19,469	19,469	19,470	19,471	19,476	19,479	19,486	19,487	19,496	2
3	8,614	8,611	8,609	8,606	8,604	8,602	8,600	8,598	8,596	8,594	8,581	8,572	8,554	8,549	8,526	3
4	5,742	5,739	5,735	5,732	5,729	5,727	5,724	5,722	5,719	5,717	5,699	5,688	5,664	5,658	5,628	4
5	4,492	4,488	4,484	4,481	4,478	4,474	4,472	4,469	4,466	4,464	4,444	4,431	4,405	4,398	4,365	5
6	3,804	3,800	3,796	3,792	3,789	3,786	3,783	3,780	3,777	3,774	3,754	3,740	3,712	3,705	3,669	6
7	3,371	3,367	3,363	3,359	3,356	3,352	3,349	3,346	3,343	3,340	3,319	3,304	3,275	3,267	3,230	7
8	3,075	3,070	3,066	3,062	3,059	3,055	3,052	3,049	3,046	3,043	3,020	3,005	2,975	2,967	2,928	8
9	2,859	2,854	2,850	2,846	2,842	2,839	2,835	2,832	2,829	2,826	2,803	2,787	2,756	2,748	2,707	9
10	2,695	2,690	2,686	2,681	2,678	2,674	2,670	2,667	2,664	2,661	2,637	2,621	2,588	2,580	2,538	10
11	2,565	2,561	2,556	2,552	2,548	2,544	2,541	2,537	2,534	2,531	2,507	2,490	2,457	2,448	2,404	11
12	2,461	2,456	2,452	2,447	2,443	2,439	2,436	2,432	2,429	2,426	2,401	2,384	2,350	2,341	2,296	12
13	2,375	2,370	2,366	2,361	2,357	2,353	2,349	2,346	2,342	2,339	2,314	2,297	2,261	2,252	2,206	13
14	2,303	2,298	2,293	2,289	2,284	2,280	2,277	2,273	2,270	2,266	2,241	2,223	2,187	2,178	2,131	14
15	2,241	2,236	2,232	2,227	2,223	2,219	2,215	2,211	2,208	2,204	2,178	2,160	2,123	2,114	2,066	15
16	2,188	2,183	2,178	2,174	2,169	2,165	2,161	2,158	2,154	2,151	2,124	2,106	2,068	2,059	2,010	16
17	2,142	2,137	2,132	2,127	2,123	2,119	2,115	2,111	2,107	2,104	2,077	2,058	2,020	2,011	1,960	17
18	2,102	2,096	2,091	2,087	2,082	2,078	2,074	2,070	2,066	2,063	2,035	2,017	1,978	1,968	1,917	18
19	2,066	2,060	2,055	2,050	2,046	2,042	2,037	2,034	2,030	2,026	1,999	1,980	1,940	1,930	1,878	19
20	2,033	2,028	2,023	2,018	2,013	2,009	2,005	2,001	1,997	1,994	1,966	1,946	1,907	1,896	1,843	20
21	2,004	1,999	1,994	1,989	1,984	1,980	1,976	1,972	1,968	1,965	1,936	1,916	1,876	1,866	1,812	21
22	1,978	1,973	1,968	1,963	1,958	1,954	1,949	1,945	1,942	1,938	1,909	1,889	1,849	1,838	1,783	22
23	1,955	1,949	1,944	1,939	1,934	1,930	1,925	1,921	1,918	1,914	1,885	1,865	1,823	1,813	1,757	23
24	1,933	1,927	1,922	1,917	1,912	1,908	1,904	1,900	1,896	1,892	1,863	1,842	1,800	1,790	1,733	24
25	1,913	1,908	1,902	1,897	1,892	1,888	1,884	1,879	1,876	1,872	1,842	1,822	1,779	1,768	1,711	25
26	1,895	1,889	1,884	1,879	1,874	1,869	1,865	1,861	1,857	1,853	1,823	1,803	1,760	1,749	1,691	26
27	1,878	1,872	1,867	1,862	1,857	1,852	1,848	1,844	1,840	1,836	1,806	1,785	1,742	1,731	1,672	27
28	1,863	1,857	1,851	1,846	1,841	1,837	1,832	1,828	1,824	1,820	1,790	1,769	1,725	1,714	1,654	28
29	1,848	1,842	1,837	1,832	1,827	1,822	1,818	1,813	1,809	1,806	1,775	1,754	1,710	1,698	1,638	29
30	1,835	1,829	1,823	1,818	1,813	1,808	1,804	1,800	1,796	1,792	1,761	1,740	1,695	1,683	1,622	30
31	1,822	1,816	1,811	1,805	1,800	1,796	1,791	1,787	1,783	1,779	1,748	1,726	1,681	1,670	1,608	31
32	1,810	1,804	1,799	1,794	1,789	1,784	1,779	1,775	1,771	1,767	1,736	1,714	1,669	1,657	1,594	32
33	1,799	1,793	1,788	1,783	1,777	1,773	1,768	1,764	1,760	1,756	1,724	1,702	1,657	1,645	1,581	33
34	1,789	1,783	1,777	1,772	1,767	1,762	1,758	1,753	1,749	1,745	1,713	1,691	1,645	1,633	1,569	34
35	1,779	1,773	1,768	1,762	1,757	1,752	1,748	1,743	1,739	1,735	1,703	1,681	1,635	1,623	1,558	35
40	1,738	1,732	1,726	1,721	1,715	1,710	1,706	1,701	1,697	1,693	1,660	1,637	1,589	1,577	1,509	40
60	1,642	1,636	1,630	1,624	1,618	1,613	1,608	1,603	1,599	1,594	1,559	1,534	1,481	1,467	1,389	60
80	1,595	1,588	1,582	1,576	1,570	1,564	1,559	1,554	1,549	1,545	1,508	1,482	1,426	1,411	1,325	80
90	1,579	1,572	1,566	1,560	1,554	1,548	1,543	1,538	1,533	1,528	1,491	1,465	1,407	1,391	1,302	90
100	1,566	1,559	1,553	1,547	1,541	1,535	1,530	1,525	1,520	1,515	1,477	1,450	1,392	1,376	1,283	100
120	1,547	1,540	1,534	1,527	1,521	1,516	1,510	1,505	1,500	1,495	1,457	1,429	1,369	1,352	1,254	120
inf.	1,451	1,444	1,436	1,429	1,423	1,417	1,411	1,405	1,399	1,394	1,350	1,318	1,243	1,221	1,000	inf.

Fuente: ZURITA HERRERA GAUDENCIO, Junio 2008. Probabilidad y Estadística. Fundamentos y Aplicaciones. Primera Edición.

**ANEXO 10**  
**RANGOS SIGNIFICATIVOS AL 5%**  
**PARA EL TEST DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN**

n1/k	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	50	100
1.....	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
2.....	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09
3.....	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
4.....	3.93	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
5.....	3.64	3.74	3.79	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83
6.....	3.46	3.583	3.64	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68
7.....	3.35	3.47	3.54	3.58	3.60	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
8.....	3.26	3.39	3.47	3.52	3.55	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56
9.....	3.20	3.34	3.41	3.47	3.50	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
10.....	3.15	3.30	3.37	3.43	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.48	3.48	3.48
11.....	3.11	3.27	3.35	3.39	3.43	3.44	3.45	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48	3.48	3.48
12.....	3.08	3.23	3.33	3.36	3.40	3.42	3.44	3.44	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48	3.48	3.48
13.....	3.06	3.21	3.30	3.35	3.38	3.41	3.42	3.44	3.45	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
14.....	3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39	3.41	3.42	3.44	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
15.....	3.01	3.16	3.25	3.31	3.36	3.38	3.40	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
16.....	3.00	3.15	3.23	3.30	3.34	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
17.....	2.98	3.13	3.22	3.28	3.33	3.36	3.38	3.40	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
18.....	2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
19.....	2.96	3.11	3.19	3.26	3.31	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
20.....	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36	3.38	3.40	3.43	3.44	5.46	3.46	3.47	3.47	3.47
22.....	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
24.....	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38	3.41	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
26.....	2.91	3.06	3.14	3.21	3.27	3.30	3.34	3.36	3.38	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
28.....	2.90	3.04	3.13	3.20	3.26	3.30	3.33	3.35	3.37	3.40	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
30.....	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37	3.40	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47	3.47
40.....	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35	3.39	3.42	3.44	3.46	3.47	3.47	3.47
60.....	2.83	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31	3.33	3.37	3.40	3.4	3.45	3.47	3.48	3.48
100.....	2.80	2.95	3.05	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32	3.36	3.40	3.42	3.45	3.47	3.53	3.53
°°.....	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29	3.34	3.38	3.41	3.44	3.47	3.61	3.67

Fuente: ZURITA HERRERA GAUDENCIO, Junio 2008. Probabilidad y Estadística. Fundamentos y Aplicaciones. Primera Edición.

**ANEXO 11**

**RANGOS SIGNIFICATIVOS AL 1%**

**PARA EL TEST DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN**

n1/k	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	50	100
1.....	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
2.....	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
3.....	8.26	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3
4.....	6.51	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	7.5
5.....	5.70	5.96	6.11	6.18	6.26	6.33	6.40	6.44	6.5	6.6	6.6	6.7	6.7	6.8	6.8	6.8
6.....	5.24	5.51	5.65	5.73	5.81	5.88	5.95	6.00	6.0	6.1	6.2	6.2	6.3	6.3	6.3	6.3
7.....	4.95	5.22	5.37	5.45	5.53	5.61	5.69	5.73	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0
8.....	4.74	5.00	5.14	5.23	5.32	5.40	5.47	5.51	5.5	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8
9.....	4.60	4.86	4.99	5.08	5.17	5.25	5.32	5.36	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	5.7	5.7
10.....	4.48	4.73	4.88	4.96	5.06	5.13	5.20	5.24	5.28	5.36	5.42	5.48	5.54	5.55	5.55	5.55
11.....	4.39	4.63	4.77	4.86	4.94	5.01	5.06	5.12	5.15	5.24	5.28	5.34	5.38	5.39	5.39	5.39
12.....	4.32	4.55	4.68	4.76	4.84	4.92	4.96	5.02	5.07	5.13	5.17	5.22	5.24	5.26	5.26	5.26
13.....	4.26	4.24	4.62	4.69	4.74	4.81	4.88	4.94	4.98	5.04	5.08	5.13	5.14	5.15	5.15	5.15
14.....	4.21	4.42	4.55	4.63	4.70	4.78	4.83	4.87	4.91	4.96	5.00	5.04	5.06	5.07	5.07	5.07
15.....	4.17	4.37	4.50	4.58	4.64	4.72	4.77	4.81	4.84	4.90	4.94	4.97	4.99	5.00	5.00	5.00
16.....	4.13	4.34	4.45	4.54	4.60	4.67	4.72	4.76	4.79	4.84	4.88	4.91	4.93	4.94	4.94	4.94
17.....	4.10	4.30	4.41	4.50	4.56	4.63	4.68	4.72	4.75	4.80	4.83	4.86	4.88	4.89	4.89	4.89
18.....	4.07	4.27	4.38	4.46	4.53	4.59	4.64	4.68	4.71	4.76	4.79	4.82	4.84	4.85	4.85	4.85
19.....	4.05	4.24	4.35	4.43	4.50	4.56	4.61	4.64	4.67	4.72	4.76	4.79	4.81	4.82	4.82	4.82
20.....	4.02	4.22	4.33	4.40	4.47	4.59	4.58	4.61	4.65	4.69	4.73	4.76	4.78	4.79	4.79	4.79
22.....	3.99	4.17	4.28	4.36	4.42	4.48	4.53	4.57	4.60	4.65	4.68	4.71	4.74	4.75	4.75	4.75
24.....	3.96	4.14	4.24	4.33	4.39	4.44	4.49	4.53	4.57	4.62	4.64	4.67	4.70	4.72	4.74	4.74
26.....	3.93	4.11	4.21	4.30	4.36	4.41	4.46	4.50	4.53	4.58	4.62	4.65	4.67	4.69	4.73	4.73
28.....	3.91	4.08	4.18	4.28	4.34	4.39	4.43	4.47	4.51	4.56	4.60	4.62	4.65	4.67	4.72	4.72
50.....	3.89	4.06	4.16	4.22	4.32	4.36	4.41	4.45	4.48	4.54	4.58	4.61	4.63	4.65	4.71	4.71
40.....	3.82	3.99	4.10	4.17	4.24	4.30	4.34	4.37	4.41	4.46	4.51	4.54	4.57	4.59	4.69	4.69
60.....	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27	4.31	4.34	4.39	4.44	4.47	4.50	4.53	4.66	4.66
100.....	3.71	3.86	3.98	4.06	4.11	4.17	4.21	4.25	4.29	4.35	4.38	4.42	4.45	4.48	4.64	4.65
∞.....	3.64	3.80	3.90	3.98	4.04	4.09	4.14	4.17	4.20	4.26	4.31	4.34	4.38	4.41	4.60	4.68

Fuente: ZURITA HERRERA GAUDENCIO, Junio 2008. Probabilidad y Estadística. Fundamentos y Aplicaciones. Primera Edición.

## ANEXO 12

## FORMULACIÓN 0.25% GOMA XÁNTICA/Kg HARINA

# de Muestras	% Deformación según Dureza	# de Muestras	% Deformación según Dureza
1	12,04	16	12,05
2	12,03	17	12,04
3	12,07	18	12,04
4	12,02	19	12,06
5	12,04	20	12,06
6	12,03	21	12,05
7	12,03	22	12,05
8	12,02	23	12,03
9	12,03	24	12,04
10	12,03	25	12,04
11	12,05	26	12,04
12	12,04	27	12,04
13	12,06	28	12,03
14	12,03	29	12,06
15	12,05	30	12,04
<b>PROMEDIO</b>			12,04

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 13

## FORMULACIÓN 0.5% GOMA XÁNTICA/Kg HARINA

# de Muestras	% Deformación según Dureza	# de Muestras	% Deformación según Dureza
1	12,11	16	12,08
2	12,08	17	12,07
3	12,09	18	12,09
4	12,07	19	12,09
5	12,09	20	12,11
6	12,11	21	12,10
7	12,07	22	12,09
8	12,09	23	12,07
9	12,07	24	12,09
10	12,10	25	12,11
11	12,09	26	12,10
12	12,07	27	12,10
13	12,11	28	12,09
14	12,07	29	12,07
15	12,11	30	12,08
<b>PROMEDIO</b>			12,09

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013



## ANEXO 14

## FORMULACIÓN 0.75% GOMA XÁNTICA/Kg HARINA

# de Muestras	% Deformación según Dureza	# de Muestras	% Deformación según Dureza
1	12,04	16	12,04
2	12,05	17	12,05
3	12,07	18	12,05
4	12,04	19	12,08
5	12,04	20	12,04
6	12,07	21	12,07
7	12,05	22	12,05
8	12,07	23	12,05
9	12,04	24	12,08
10	12,06	25	12,04
11	12,06	26	12,03
12	12,05	27	12,08
13	12,05	28	12,05
14	12,04	29	12,05
15	12,03	30	12,07
<b>PROMEDIO</b>			12,05

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 15

## FORMULACIÓN 2% GASIFICANTE /Kg HARINA

# de Muestras	% Deformación según Dureza	# de Muestras	% Deformación según Dureza
1	12,19	16	12,19
2	12,23	17	12,21
3	12,18	18	12,22
4	12,20	19	12,18
5	12,23	20	12,19
6	12,18	21	12,23
7	12,22	22	12,2
8	12,2	23	12,18
9	12,19	24	12,18
10	12,21	25	12,22
11	12,18	26	12,23
12	12,23	27	12,19
13	12,22	28	12,21
14	12,2	29	12,18
15	12,23	30	12,19
<b>PROMEDIO</b>			12,20

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 16

## FORMULACIÓN 2.5 % GASIFICANTE /Kg HARINA

# de Muestras	% Deformación según Dureza	# de Muestras	% Deformación según Dureza
1	12,23	16	12,22
2	12,22	17	12,23
3	12,25	18	12,25
4	12,23	19	12,22
5	12,22	20	12,24
6	12,24	21	12,22
7	12,22	22	12,23
8	12,22	23	12,22
9	12,21	24	12,27
10	12,22	25	12,26
11	12,22	26	12,22
12	12,21	27	12,24
13	12,23	28	12,24
14	12,24	29	12,27
15	12,26	30	12,27
<b>PROMEDIO</b>			12,23

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 17

## FORMULACIÓN 3% GASIFICANTE /Kg HARINA

# de Muestras	% Deformación según Dureza	# de Muestras	% Deformación según Dureza
1	12,26	16	12,28
2	12,25	17	12,25
3	12,26	18	12,25
4	12,26	19	12,26
5	12,29	20	12,26
6	12,3	21	12,25
7	12,29	22	12,3
8	12,29	23	12,3
9	12,27	24	12,29
10	12,28	25	12,28
11	12,28	26	12,29
12	12,29	27	12,25
13	12,27	28	12,3
14	12,27	29	12,3
15	12,27	30	12,25
<b>PROMEDIO</b>			12,27

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 18

TABLA DE RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS

# De Muestras Analizadas	Propionato de Calcio 1 gr	Propionato de Calcio 1,25gr	Propionato de Calcio 1,5 gr	Cake Competencia
	Mohos y Levaduras (ufc)	Mohos y Levaduras (ufc)	Mohos y Levaduras (ufc)	Mohos y Levaduras (ufc)
1	500	500	500	500
2	500	400	400	500
3	600	500	600	400
4	700	500	400	500
5	600	500	500	400
6	600	500	500	400
7	500	500	500	500
8	600	500	500	500
9	700	500	500	400
10	500	500	400	400
11	500	400	500	300
12	600	600	500	500
13	500	400	500	400
14	500	500	500	400
15	700	500	500	400
16	500	500	500	300
17	600	600	400	400
18	500	500	500	500
19	600	600	400	500
20	600	600	500	500
21	500	500	500	300
22	600	600	400	300
23	600	600	500	600
24	500	600	500	400
25	700	500	400	400
26	500	400	400	400
27	600	500	500	300
28	600	500	400	300
29	600	400	400	400
30	500	500	400	400
<b># Muestras &lt; 500 ufc</b>	0	5	11	20

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 19

## TABLA DE DISTRIBUCIÓN PARA EL TEST T' STUDENT

k \ P	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9995
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,38	1,96	3,078	6,314	12,71	31,8	63,7	637
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,06	1,39	1,886	2,920	4,30	6,96	9,92	31,6
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,25	1,638	2,353	3,18	4,54	5,84	12,9
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,19	1,533	2,132	2,78	3,75	4,60	8,61
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,16	1,476	2,015	2,57	3,36	4,03	6,86
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,13	1,440	1,943	2,45	3,14	3,71	5,96
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,12	1,415	1,895	2,36	3,00	3,50	5,40
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,11	1,397	1,860	2,31	2,90	3,36	5,04
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,10	1,383	1,833	2,26	2,82	3,25	4,78
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,09	1,372	1,812	2,23	2,76	3,17	4,59
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,09	1,363	1,796	2,20	2,72	3,11	4,44
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,08	1,356	1,782	2,18	2,68	3,06	4,32
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,08	1,350	1,771	2,16	2,65	3,01	4,22
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,08	1,341	1,761	2,14	2,62	2,98	4,14
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,07	1,337	1,753	2,13	2,60	2,95	4,07
16	0,128	0,258	0,392	0,535	0,690	0,865	1,07	1,333	1,746	2,12	2,58	2,92	4,02
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,07	1,330	1,740	2,11	2,57	2,90	3,96
18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,07	1,328	1,734	2,10	2,55	2,88	3,92
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,07	1,325	1,729	2,09	2,54	2,86	3,88
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,06	1,323	1,725	2,09	2,53	2,84	3,85
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,06	1,321	1,721	2,08	2,52	2,83	3,82
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,06	1,319	1,717	2,07	2,51	2,82	3,79
23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,06	1,318	1,714	2,07	2,50	2,81	3,77
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,06	1,316	1,711	2,06	2,49	2,80	3,74
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,06	1,315	1,708	2,06	2,48	2,79	3,72
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,06	1,314	1,706	2,06	2,48	2,78	3,71
27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,06	1,313	1,703	2,05	2,47	2,77	3,69
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,06	1,311	1,701	2,05	2,47	2,76	3,67
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,05	1,310	1,699	2,04	2,46	2,76	3,66
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,05	1,303	1,697	2,04	2,46	2,75	3,65
∞	0,126	0,253	0,385	0,524	0,674	0,842	1,04	1,282	1,645	1,96	2,33	2,58	3,29

P ( $T \leq t$ ) para k grados de libertad. Por ejemplo, para k = 2 grados de libertad, P ( $T \leq 0,142$ ) = 0,55. P ( $T \geq 0,142$ ) = 0,45.

## ANEXO 20

## FICHA DE EVALUACION SENSORIAL DE COMPARACIÓN DE PARÁMETROS

PRUEBA: PAREADO/HEDONICA

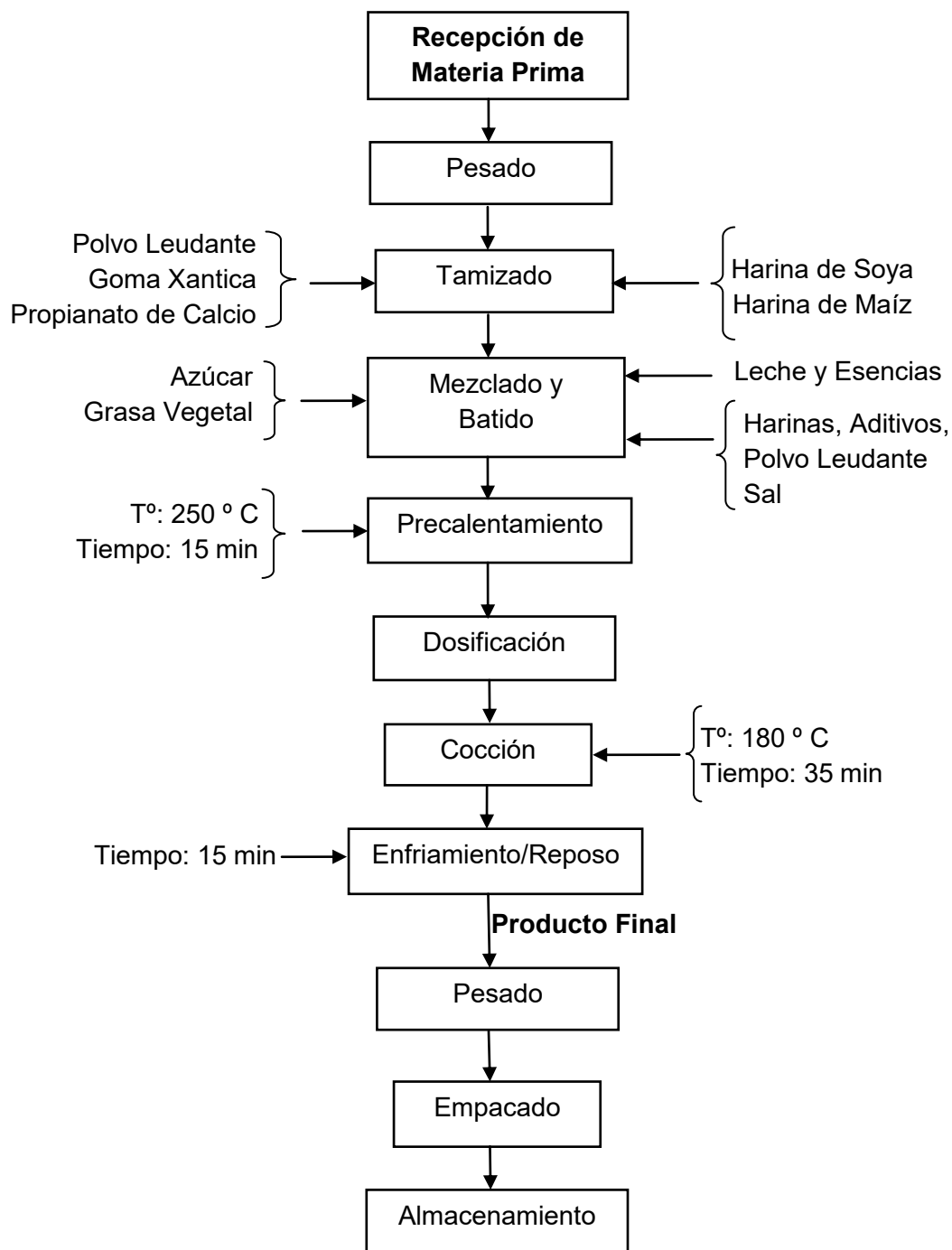
PRODUCTO: \_\_\_\_\_

Sírvase degustar los pares de muestra codificadas que se presentan, pruébelas escriba el código en la parte superior y marque con una X el nivel que considere en cada una de las casillas de los atributos sensoriales.

	Muestras	A1985				B8459			
		Atributo Sensorial				Atributo Sensorial			
Escala	Criterio	Olor	Apariencia	Textura	Sabor	Olor	Apariencia	Textura	Sabor
9	Gusta Extremadamente								
8	Gusta Mucho								
7	Gusta Moderadamente								
6	Gusta Poco								
5	Ni Gusta, Ni Disgusta								
4	Disgusta Poco								
3	Disgusta Moderadamente								
2	Disgusta Mucho								
1	Disgusta Extremadamente								
Comentarios									

## ANEXO 21

## DIAGRAMA DEL PROCESO DEL CAKE PARA CELIACOS



Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013



## ANEXO 22

## CALIFICACIONES PARÁMETRO OLOR

N. Jueces	Código			
	A1985	B8459	D	D2i
1	8	4	4	16
2	7	5	2	4
3	7	5	2	4
4	8	4	4	16
5	6	7	-1	1
6	6	6	0	0
7	8	6	2	4
8	8	7	1	1
9	5	9	-4	16
10	7	6	1	1
11	8	6	2	4
12	8	7	1	1
13	5	6	-1	1
14	8	5	3	9
15	7	6	1	1
16	6	8	-2	4
17	4	8	-4	16
18	8	6	2	4
19	9	6	3	9
20	7	5	2	4
TOTAL	140	122	18	116
PROM	7	6		

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 23

## CALIFICACIONES PARÁMETRO APARIENCIA

N. Jueces	Código			
	A1985	B8459	D	D2i
1	7	6	1	1
2	7	8	-1	1
3	5	6	-1	1
4	6	6	0	0
5	6	8	-2	4
6	6	5	1	1
7	5	5	0	0
8	5	7	-2	4
9	6	6	0	0
10	5	5	0	0
11	7	6	1	1
12	7	9	-2	4
13	6	6	0	0
14	7	5	2	4
15	8	8	0	0
16	6	6	0	0
17	8	5	3	9
18	7	6	1	1
19	6	8	-2	4
20	6	5	1	1
TOTAL	126	126	0	36
PROM	6	6		

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 24

## CALIFICACIONES PARÁMETRO TEXTURA

N. Jueces	Código			
	A1985	B8459	D	D2i
1	4	7	-3	9
2	8	9	-1	1
3	5	8	-3	9
4	4	6	-2	4
5	5	9	-4	16
6	5	8	-3	9
7	7	7	0	0
8	5	7	-2	4
9	6	7	-1	1
10	6	8	-2	4
11	5	8	-3	9
12	5	7	-2	4
13	6	8	-2	4
14	5	7	-2	4
15	7	9	-2	4
16	4	6	-2	4
17	7	7	0	0
18	6	8	-2	4
19	4	7	-3	9
20	6	8	-2	4
TOTAL	110	151	-41	103
PROM	6	8		

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 25

## CALIFICACIONES PARÁMETRO SABOR

N. Jueces	Código			
	A1985	B8459	D	D2i
1	8	6	2	4
2	7	7	0	0
3	8	7	1	1
4	7	8	-1	1
5	8	6	2	4
6	9	7	2	4
7	8	9	-1	1
8	9	9	0	0
9	7	7	0	0
10	9	7	2	4
11	8	8	0	0
12	7	7	0	0
13	8	5	3	9
14	9	7	2	4
15	7	6	1	1
16	8	8	0	0
17	8	6	2	4
18	6	8	-2	4
19	9	7	2	4
20	8	8	0	0
TOTAL	158	143	15	45
PROM	8	7		

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 26

## COSTO DE MATERIAS PRIMAS

	Ingredientes	gr	% Fórmula	Fórmula 40,78gr	Precio Ingredientes Fórmula	Precio Ingredientes 40,7gr	Proveedor
	Soya	270	28,60%	11,74	1,35	0,058695652	AlmanzurFoods
	Maíz	180	19,07%	7,83	0,18	0,007826087	AlmanzurFoods
	Azúcar	160	16,95%	6,96	0,16	0,006956522	San Carlos
	Huevos	120	12,71%	5,22	0,312	0,013565217	Corporación El Rosado
	Grasa Vegetal	112,5	11,92%	4,89	0,5625	0,024456522	Unilever
	Leche	65	6,89%	2,83	0,05005	0,002176087	Indulac
	Es. Coco	3	0,32%	0,13	0,02748	0,001194783	El Sabor
	Es. Vainilla	3	0,32%	0,13	0,01833	0,000796957	El Sabor
	Sal	2,5	0,26%	0,11	0,0015	0,000065217	Ecuasal
	Estabilizante	2	0,21%	0,09	0,262	0,011391304	Descalzi
Gasificante	C. Tártaro	5,4	0,57%	0,23	0,33912	0,014744348	Consortio Alimec
	Bicarbonato	5,4	0,57%	0,23	0,251964	0,010954957	Labfarmaweir
	Maicena	2,7	0,29%	0,12	0,00621	0,00027	El Sabor
	Preservante	12,5	1,32%	0,54	0,077	0,003347826	Descalzi
	<b>Total</b>	<b>944</b>	<b>100%</b>	<b>41,0</b>	<b>3,598154</b>	<b>0,156441478</b>	

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

## ANEXO 27

TABLA DE COMPARACIÓN DE CALIFICACIONES PRUEBA SENSORIAL

N. Jueces	Código Olor		Código Apariencia		Código Textura		Código Sabor	
	A1985	B8459	A1985	B8459	A1985	B8459	A1985	B8459
1	8	4	7	6	4	7	8	6
2	7	5	7	8	8	9	7	7
3	7	5	5	6	5	8	8	7
4	8	4	6	6	4	6	7	8
5	6	7	6	8	5	9	8	6
6	6	6	6	5	5	8	9	7
7	8	6	5	5	7	7	8	9
8	8	7	5	7	5	7	9	9
9	5	9	6	6	6	7	7	7
10	7	6	5	5	6	8	9	7
11	8	6	7	6	5	8	8	8
12	8	7	7	9	5	7	7	7
13	5	6	6	6	6	8	8	5
14	8	5	7	5	5	7	9	7
15	7	6	8	8	7	9	7	6
16	6	8	6	6	4	6	8	8
17	4	8	8	5	7	7	8	6
18	8	6	7	6	6	8	6	8
19	9	6	6	8	4	7	9	7
20	7	5	6	5	6	8	8	8
<b>Puntaje Total</b>	<b>140</b>	<b>122</b>	<b>126</b>	<b>126</b>	<b>110</b>	<b>151</b>	<b>158</b>	<b>143</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

**ANEXO 28****TABLA DE CONTENIDO NUTRICIONAL DEL CAKE PARA CELIACOS  
(OBTENIDA POR ANÁLISIS)**

<b>Contenido Nutricional (Análisis)</b>	
Proteína	19,21%
Grasa	15,23%
Carbohidratos	34,00%
Fibra	2,06%
Ceniza	4,26%
Humedad	21,69%
Vitaminas	2,50%
Minerales	1,05%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013

**ANEXO 29****TABLA DE CONTENIDO NUTRICIONAL DEL CAKE PARA CELIACOS  
(OBTENIDA POR CÁLCULO)**

<b>Contenido nutricional (Cálculo)</b>	
Proteína	17,04%
Grasa	13,78%
Carbohidratos	33,34%
Fibra	2,19%
Ceniza	5,88%
Humedad	26,03%
Vitaminas	1,40%
Minerales	0,35%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Carmen Colcha A. - Richard Culcay P., 2013



## ANEXO 30

**TABLA DE CONTENIDO NUTRICIONAL DEL CAKE COMPETENCIA  
(DECLARADA EN ETIQUETA)**

<b>Información Nutricional</b>		
Porción 40 g		
Porciones por envase: 2		
<hr/>		
Cantidad por porción		
Calorías 140	Calorías de la grasa 30	
		% VD
Grasa Total	3 g	5%
Grasa Saturada	2 g	10%
Grasa Trans.	0g	
Colesterol	13 mg	4%
Sodio	0mg	0%
Carbohidratos Totales	23 g	8%
Fibra alimentaria	0 g	0%
Azúcares	14 g	
Proteínas	3 g	
<hr/>		
Vitamina A 10% • Vitamina B1 10%		
Vitamina B2 10% • Vitamina B3 10%		
Vitamina B9 10% • Hierro 5 %		
*Los Porcentajes de los Valores Diarios están basados en una ingesta de referencia diaria de 2,000 calorías. Sus valores diarios pueden variar más o menos dependiendo de sus necesidades calóricas		

Fuente: [www.inalecsa.com](http://www.inalecsa.com)

## ANEXO 31

## REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS (NORMA EXTRANJERA)

8. PRODUCTOS DE PANADERIA PASTELERIA, GALLETERIA Y OTROS.						
8.1 Productos de panadería y pastelería con o sin relleno y/o cobertura que no requieren refrigeración (pan, galletas y panes enriquecidas o fortificadas, tostadas, bizcochos, panetón, queques, galletas, obleas, otros similares)						
Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	5	3	5	2	$10^2$	$10^3$
<i>Escherichia coli</i> (*)	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	6	3	5	1	10	$10^2$
<i>Clostridium perfringens</i> (**)	8	3	5	1	10	$10^2$
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
(*) Para productos con relleno						
(**) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales						

Fuente: [www.digesa.sld.pe/norma\\_consulta/Proy\\_RM615-2003.pdf](http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf)

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ALBERTO VILLACAMPA ELFAU**, Noviembre 2010. Curso básico de Cocina. Disponible en:  
[www.jesuspastor.com/pdf/Curso\\_cocina\\_en\\_silicona.pdf](http://www.jesuspastor.com/pdf/Curso_cocina_en_silicona.pdf)
2. **ANDERSON D. N. W. & ANDON S. A.**, 1988. Water soluble gums and their role in product development. Disponible en:  
[www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA\\_XIII/CXIII-58.pdf](http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_XIII/CXIII-58.pdf)
3. **ANYARIN INFANTE TORIBIO**, Perú 2002. Revista de panificación. Haga pan. Disponible en:  
[www.monografias.com/trabajos11/ferme/ferme.shtml](http://www.monografias.com/trabajos11/ferme/ferme.shtml)
4. **ANZALDÚA MORALES ANTONIO**, 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza España. Disponible en:  
[www.es.wikibooks.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_Sensorial\\_de\\_Alimentos](http://www.es.wikibooks.org/wiki/An%C3%A1lisis_Sensorial_de_Alimentos)

5. **ASTIMEC S.A.**, Catálogo. Selladora de fundas. Disponible en:  
[www.astimec.net/selladora.html](http://www.astimec.net/selladora.html)
  
6. **BEYER HANS, WALTER WOLFGANG**, 1987. Manual de química orgánica. Reverte. Disponible en:  
[www.es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_tart%C3%A1rico](http://www.es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_tart%C3%A1rico)
  
7. **BUENASTAREAS.COM**, Junio 2012. Escala Hedónica. Disponible en:  
[www.buenastareas.com/ensayos/Escala-Hedonica/4665396.html](http://www.buenastareas.com/ensayos/Escala-Hedonica/4665396.html)
  
8. **DIODORA CALVO ALDEA**. Mayo 2003. La soja: valor dietético y nutricional. Disponible en:  
[www.diodora.com/documentos/nutricion\\_soja.htm](http://www.diodora.com/documentos/nutricion_soja.htm)
  
9. **DIRECT INDUSTRY**, 2013. Analizador de textura. Catálogo. Disponible en:  
[www.directindustry.es/prod/brookfield/analizadores-de-textura-tests-de-tension-compresion-20805-79419.html](http://www.directindustry.es/prod/brookfield/analizadores-de-textura-tests-de-tension-compresion-20805-79419.html)
  
10. **EL COMERCIO**, Noviembre 2011. Artículo: La vida sin lácteos ni cereales. Disponible en:  
[www.elcomercio.ec/sociedad/vida-lacteos-cereales\\_0\\_586141451.html](http://www.elcomercio.ec/sociedad/vida-lacteos-cereales_0_586141451.html)

**11. EL UNIVERSO**, Diciembre 2010. Artículo. Enfermos de celiaquía reclaman por falta de apoyo del Gobierno. Disponible en:

[www.eluniverso.com/2010/12/20/1/1384/enfermos-celiaquia-reclaman-falta-apoyo-gobierno.html](http://www.eluniverso.com/2010/12/20/1/1384/enfermos-celiaquia-reclaman-falta-apoyo-gobierno.html)

**12. EQUIPO EDITORIAL DE FISTERRA**, Marzo 2010. Enfermedad celíaca o celiaquía. Disponible en:

[www.fisterra.com/salud/1infoConse/enfCeliaca.asp](http://www.fisterra.com/salud/1infoConse/enfCeliaca.asp)

**13. FLUKE**, Catálogo. Termómetros por infrarrojos portátiles. Disponible en:

<http://www.fluke.com/fluke/eces/term%C3%B3metros/term%C3%B3metros-por-infrarrojos/fluke-60-series.htm?PID=56094>

**14. FRANCISCO JAVIER ALONSO DE LA PAZ**, El libro del pan y de la leche; Madrid 1999, Editorial Ágata. Disponible en:

[www.es.wikipedia.org/wiki/Agente\\_leudante](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Agente_leudante)

**15. GOTTAU GABRIELA**, Julio 2009. Harina de Maíz: una alternativa rica en nutrientes. Disponible en:

[www.vitonica.com/alimentos/harina-de-maiz-una-alternativa-rica-en-nutrientes](http://www.vitonica.com/alimentos/harina-de-maiz-una-alternativa-rica-en-nutrientes)

- 16. GREEN PH, CELLIER C.** 2007. Celiac disease. Disponible en:  
[www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000233.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000233.htm)
- 17. KITCHEN AID.** Batidora. Catálogo. Disponible en:  
[www.kitchenaid.com.ec/productos-ampliacion.aspx?idp=935](http://www.kitchenaid.com.ec/productos-ampliacion.aspx?idp=935)
- 18. LEÓN SARA CAMILLA,** Enero 2010. Preparación y clasificación de los postres. Disponible en:  
[www.postreselbuengustoatupaladar.blogspot.com/2010/01/introduccion.html](http://www.postreselbuengustoatupaladar.blogspot.com/2010/01/introduccion.html)
- 19. LYNNE OLVER,** 2013. Foodcakes. Disponible en:  
[www.es.wikipedia.org/wiki/Cupcake](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Cupcake)
- 20. MATZ, S,** 1972. "Bakery Technology and Engineering". Disponible en:  
[www.es.wikipedia.org/wiki/Agente\\_leudante](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Agente_leudante)
- 21. ORTEMBERG ADRIANA,** 2009. Moldes para hornear. Disponible en:  
[www.delicooks.com/es/eco/moldes](http://www.delicooks.com/es/eco/moldes)
- 22. PEÑA SÁNCHEZ DE RIVERA D.,** 1987. Estadística. Modelos y Métodos. Volumen 2. Editorial Alianza. Disponible en:  
[www.uoc.edu/in3/emath/docs/ANOVA.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/ANOVA.pdf)

**23. POTTER, N.** 1995. La Ciencia de los Alimentos. Editorial Edutex. México.

Disponible en:

[www.monografias.com/trabajos29/efecto-fecula/efecto-fecula.shtml#ixzz2aNwPOjiT](http://www.monografias.com/trabajos29/efecto-fecula/efecto-fecula.shtml#ixzz2aNwPOjiT)

**24. QUIMATIC S.A.**, Catálogo. Polipropileno Biorientado. Disponible en:

[www.quimatic.cl/envases-flexibles/polipropileno-biorientado.html](http://www.quimatic.cl/envases-flexibles/polipropileno-biorientado.html)

**25. QUINTERO ROSA,** 2013. Función de los ingredientes. Disponible en:

[www.clubdereposteria.com/funcion-de-los-ingredientes/](http://www.clubdereposteria.com/funcion-de-los-ingredientes/)

**26. SALUDALIA,** Julio 2001. Enfermedad celíaca: definición y síntomas.

Disponible en:

[www.saludalia.com/salud-del-nino/enfermedad-celiaca](http://www.saludalia.com/salud-del-nino/enfermedad-celiaca)

**27. SANZ ELENA,** Julio 2008. Artículo “El horno y su calor envolvente”.

Disponible en:

[www.muyinteresante.es/historico/articulo/el-horno-y-su-calor-envolvente](http://www.muyinteresante.es/historico/articulo/el-horno-y-su-calor-envolvente)

- 28. SARTORIUS.** Catálogo. Balanzas de precisión. Disponible en:  
[www.sartorius.com/es/productos/laboratorio/balanzas-de-laboratorio/balanzas-de-precision/](http://www.sartorius.com/es/productos/laboratorio/balanzas-de-laboratorio/balanzas-de-precision/)
- 29. SEROUSSI KARYN,** 2013. Su cocina sin gluten. Disponible en:  
[www.autismndi.com/resources/additional-information/andi-en-espanol.html#.UcObofnrySo](http://www.autismndi.com/resources/additional-information/andi-en-espanol.html#.UcObofnrySo)
- 30. SIMMONS AMELIA,** 1958. "American Cookery". Oxford University Press.  
Disponible en:  
[www.es.wikipedia.org/wiki/Agente\\_leudante](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Agente_leudante)
- 31. TEJERO FRANCISCO,** Julio 2013. Asesoría Técnica en Panificación.  
Disponible en:  
[www.franciscotejero.com/tecnica/harinas/el%20gluten.htm](http://www.franciscotejero.com/tecnica/harinas/el%20gluten.htm)
- 32. TEJERO FRANCISCO,** Febrero 2005. La evolución de los mejorantes en las masas. Disponible en:  
[www.franciscotejero.com/tecnica/mejorantes/mejorantes\\_en\\_masas.htm](http://www.franciscotejero.com/tecnica/mejorantes/mejorantes_en_masas.htm)



- 33. TEJERO FRANCISO**, Julio 2013. Lucha contra los mohos. Disponible en:  
[www.franciscotejero.com/tecnica/sistemas%20de%20conservacion/lucha\\_mohos.htm](http://www.franciscotejero.com/tecnica/sistemas%20de%20conservacion/lucha_mohos.htm)
- 34. WALPOLE RONALD E., MYERS RAYMOND H., MYERS SHARON L. Y YE KEYING**, 2007. "Probabilidad y estadística para Ingeniería y ciencias". Octava Edición. Pearson Education. Disponible en:  
[www.lc.fie.umich.mx/~calderon/estadistica/anova03.html](http://www.lc.fie.umich.mx/~calderon/estadistica/anova03.html)
- 35. ZURITA HERRERA GAUDENCIO**, Probabilidad y Estadística. Fundamentos y Aplicaciones. Primera Edición.