



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TEMA**

Formulación de mezclas de harinas de arroz, yuca y soya  
para la elaboración de galletas libre de gluten,  
sabor a chocolate

**AUTOR**

**Borbor Hidalgo, Shilton Jasmany**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL  
con concentración en Agronegocios**

**TUTOR**

**Ing. Chero Alvarado Víctor Egbert, M. Sc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**Marzo de 2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Borbor Hidalgo, Shilton Jasmany**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Agroindustrial con concentración en Agronegocios**.

**TUTOR**

---

**Ing. Chero Alvarado Víctor Egbert, M. Sc.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Franco Rodríguez John Eloy, Ph. D**

**Guayaquil, a los 17 días de marzo de 2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Borbor Hidalgo, Shilton Jasmany**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **Formulación de mezclas de harinas de arroz, yuca y soya para la elaboración de galletas libre de gluten, sabor a chocolate** previo a la obtención del Título de **Ingeniero Agroindustrial con Concentración en Agronegocios**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

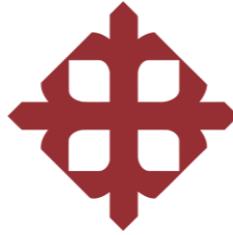
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 17 días de marzo de 2017**

**EL AUTOR**

---

**Borbor Hidalgo, Shilton Jasmany**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Borbor Hidalgo, Shilton Jasmany**

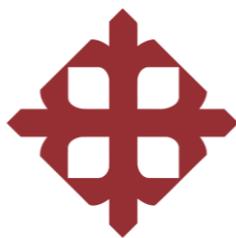
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **“Formulación de mezclas de harinas de arroz, yuca y soya para la elaboración de galletas libre de gluten, sabor a chocolate”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 17 días de marzo de 2017**

**EL AUTOR**

---

**Borbor Hidalgo, Shilton Jasmany**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**CERTIFICACIÓN URKUND**

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “**Formulación de mezclas de harinas de arroz, yuca y soya para la elaboración de galletas libre de gluten, sabor a chocolate**”, presentada por el estudiante **Borbor Hidalgo, Shilton Jasmany**, de la carrera Ingeniería Agroindustrial con Concentración en Agronegocios, obtuvo el resultado del programa URKUND el valor de 0 %, Considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	<a href="#">Borbor Shilton UTE 2016B.docx</a> (D25490149)
Presentado	2017-02-03 17:50 (-05:00)
Presentado por	ute.fetd@gmail.com
Recibido	alfonso.kuffo.ucsg@analysis.urkund.com
Mensaje	SRTTB2016 Borbor <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>
	<b>0%</b> de esta aprox. 27 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Alfonso Kuffó García, 2017

Certifican,

---

**Ing. John E. Franco Rodríguez, Ph. D.**  
Director Carreras Agropecuarias  
UCSG-FETD

---

**Ing. Alfonso Kuffó García, M. Sc.**  
Revisor - URKUND

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios sobre todas las cosas, a mis padres por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida y confiar en que lograría mi objetivo, a mi hermana la cual me alentó más de una vez a no desistir y lograr mis objetivos.

A mis compañeras Ailyn y Stefy con quienes compartí más de 5 años y, a lo largo de la carrera me brindaron su amistad incondicional.

A mis profesores que me han guiado en estos 5 años de carrera y con sus enseñanzas me han forjado hasta el día de hoy, con mucho aprecio a mi tutor, el Ing. Víctor Chero Alvarado, por tanta paciencia y tutela no solo en estos meses, sino en todo el transcurso de mi carrera.

Al equipo de calidad de Industrial Molinera al Ing. Jorge Boderó, Ing. María del Carmen Bonifaz y al Técnico en Panificación Wilfrido Cedeño, por darme la oportunidad de desarrollar mi Trabajo de Titulación en esta prestigiosa fábrica.

A mis amigos que me motivaron con sus risas, locuras y franqueza a nunca desistir de mis metas Jipson, Emily, Jimmy y Junior.

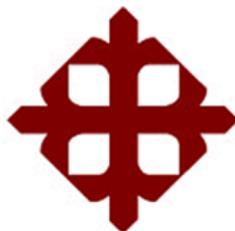
**Shilton Borbor Hidalgo**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo de titulación a Dios, a mi padre y a mi madre que a lo largo de sus vidas siempre me demostraron que la perseverancia y las ganas de seguir adelante siempre te llevan al aprendizaje y a lograr cosas buenas, sin su tutela no hubiera entendido el valor de la responsabilidad, siempre los admirare y ahora mi hermana y yo somos profesionales que ellos siempre desearon.

“La educación y la enseñanza son las armas más poderosas que puedes usar para cambiar el mundo” Nelson Mandela

**Shilton Borbor Hidalgo**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Víctor Egbert Chero Alvarado, M. Sc.**  
TUTOR

---

**Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D**  
DIRECTOR DE CARRERA

---

**Ing. Jorge Ruperto Velásquez Rivera, M. Sc.**  
COORDINADOR DE CARRERA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. Víctor Egbert Chero Alvarado, M. Sc.**  
TUTOR

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
1.1 Justificación .....	19
1.2 Objetivos .....	19
1.2.1 Objetivo general. ....	19
1.2.2 Objetivo específico.....	19
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
2.1 Harinas.....	21
2.1.1 Harinas compuestas. ....	21
2.1.2 Harina de trigo. ....	21
2.1.3 Harina de trigo diluida.....	22
2.1.4 Harina compuesta que no contiene trigo.....	22
2.1.5 Harina de arroz. ....	22
2.1.6 Harina de yuca.....	23
2.1.7 Harina de soja.....	24
2.2 Grasas vegetales.....	24
2.2.1 Aceite y oleínas de palma.....	25
2.3 Agua.....	25
2.4 Propiedades químicas del cacao .....	27
2.4.1 Propiedades organolépticas del cacao.....	27
2.5 Bicarbonato de sodio.....	28
2.6 Azúcar en galletas .....	29
2.7 Lecitina .....	29
2.8 Sal común .....	30
2.9 Saborizantes .....	30
2.10 Miel.....	31
2.11 Aditivos.....	31

2.12	Galletas .....	31
2.12.1	Clasificación general de las galletas.....	32
2.13	El gluten .....	32
2.13.1	Contenido de gluten en harinas.....	33
2.14	Intolerancia alimentaria.....	33
2.14.1	Enfermedad celíaca.....	34
2.14.2	Tratamiento para la enfermedad celíaca.....	34
2.14.3	Niveles de gluten en la dieta para celíacos.....	35
2.15	Índice de Zeleny .....	35
2.16	Índice de caída ( <i>Falling number</i> ).....	35
2.17	Horneo de la galleta .....	36
2.17.1	Reacción Maillard.....	36
2.18	Beneficios de la harina de soya .....	37
2.19	Beneficios de la harina de arroz .....	37
2.20	Beneficios de la harina de yuca .....	37
2.21	Textura en la galleta .....	38
2.22	Propiedades térmicas de la galleta.....	38
2.23	Propiedades sensoriales .....	39
2.24	Análisis cuantitativo descriptivo (QDA) .....	39
2.25	Amasado de galletas .....	40
2.26	Almacenamiento y Vida útil de la galleta.....	41
<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>42</b>
3.1	Ubicación geográfica .....	42
3.2	Características climáticas .....	43
3.3	Materiales y equipos.....	43
3.3.1	Insumos.....	43
3.3.2	Materiales.....	44
3.3.3	Equipos.....	44

3.4	Factores estudiados .....	45
3.5	Tratamientos estudiados .....	45
3.6	Diseño experimental utilizado .....	45
3.7	Combinaciones de tratamientos .....	46
3.8	Análisis de la varianza .....	47
3.9	Variables Evaluadas .....	48
3.9.1	Variables Cuantitativas.....	48
3.9.2	Variables cualitativas .....	48
3.10	Caracterización físico-químicas de la harina.....	49
3.10.1	Humedad .....	49
3.10.2	Proteína .....	49
3.10.3	Cenizas .....	49
3.10.4	Características Microbiológicas. ....	49
3.11	Características Físico – Químicas de la galleta libre de gluten .....	50
3.11.1	Humedad .....	50
3.11.2	pH .....	50
3.11.3	Proteína .....	50
3.11.4	Características Microbiológicas .....	50
3.12	Elaboración del ensayo .....	51
3.12.1	Compra de insumos .....	51
3.12.2	Pesado de materias primas .....	51
3.12.3	Mezcla de los insumos de acuerdo a formulación. ....	52
3.12.4	Pesado total de la mezcla.....	53
3.12.5	Laminación y horneado.....	53
3.12.6	Empaquetado de la galleta.....	53
3.12.7	Almacenamiento del producto.....	54
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
4.1	Características sensoriales de la masa cruda.....	55

4.2	Características de la galleta.....	55
4.3	Determinación de la humedad en las harinas .....	56
4.4	Determinación de proteínas.....	57
4.5	Determinación de cenizas .....	57
4.6	Análisis microbiológico de la harina .....	57
4.7	Análisis sensorial.....	58
4.8	Resultados de Panel sensorial .....	59
4.9	Base de comparación de tratamiento vs referencia .....	60
4.10	Desarrollo estadístico: .....	61
4.11	Desarrollo Anova .....	62
4.11.1	Anova color café.....	62
4.11.2	Anova uniformidad de la galleta.....	65
4.11.3	Anova Dureza de la galleta.....	67
4.11.4	Anova crocancia de la galleta .....	68
4.11.5	Anova disolución en la boca.....	71
4.11.6	Anova sabor horneado.....	72
4.11.7	Anova Sabor dulce.....	75
4.11.8	Anova residual dulce.....	77
4.11.9	Anova sabor chocolate.....	79
4.11.10	Anova residual chocolate .....	81
4.12	Solución sugerida por <i>Design expert 8.0</i> .....	83
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>84</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>86</b>
6.1	Conclusiones .....	86
6.2	Recomendaciones.....	87

**BIBLIOGRAFÍA.**

**ANEXOS.**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Restricciones para el diseño.....	46
Tabla 2. Combinaciones de tratamientos.....	46
Tabla 3. Análisis de la varianza con grados de libertad.....	47
Tabla 4. Ingredientes para la elaboración de galleta libre de gluten. ....	52
Tabla 5. Humedad de las harinas en estudio .....	56
Tabla 6. Porcentaje de proteínas de las harinas en estudio. ....	57
Tabla 7. Determinación de cenizas .....	57
Tabla 8. Ficha técnica .....	58
Tabla 9. Comparación tratamientos. ....	60
Tabla 10. Porcentajes de atributos QDA.....	62
Tabla 11. Anova color café .....	63
Tabla 12. Anova uniformidad de la galleta .....	65
Tabla 13. Anova Dureza.....	67
Tabla 14. Anova crocancia .....	69
Tabla 15. Anova disolución en la boca .....	71
Tabla 16. Anova sabor horneado.....	73
Tabla 17. Anova sabor dulce.....	75
Tabla 18. Anova residual dulce.....	77
Tabla 19. Anova sabor chocolate .....	79
Tabla 20. Anova residual chocolate .....	81
Tabla 21. Soluciones <i>Design expert 8.0</i> .....	83
Tabla 22. Comparación tratamiento 12 vs propuesta comercial. ....	84

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ubicación de la Universidad Católica .....	42
Gráfico 2. Ubicación de la Industrial Molinera. ....	43
Gráfico 3.Sensorial radial testigo.....	59
Gráfico 4.Sensorial Radial tratamiento 12. ....	60
Gráfico 5.Sensorial radial comparativo.....	61
Gráfico 6. Anova color café .....	64
Gráfico 7.Anova uniformidad de la galleta .....	66
Gráfico 8. Anova Dureza.....	68
Gráfico 9.Anova crocancia.....	70
Gráfico 10. Anova disolución en la boca .....	72
Gráfico 11.Anova sabor horneado.....	74
Gráfico 12.Anova sabor dulce.....	76
Gráfico 13. Anova residual dulce.....	78
Gráfico 14. Anova sabor chocolate .....	80
Gráfico 15. Anova residual chocolate .....	82

## RESUMEN

El presente Trabajo de Titulación tuvo como propósito formular una mezcla de harinas de arroz, yuca y soya para la elaboración de una galleta libre de gluten sabor a chocolate. Además de evaluar la combinación de harinas y sus características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales. El estudio realizado involucró determinar cuál era la mejor propuesta de harina compuesta y de igual manera se la comparó con una muestra testigo de harina de trigo para determinar las variaciones o similitudes en cada tratamiento aplicado.

Las galletas son un producto de consumo en general, el uso de harinas compuestas para la elaboración de galletas libre de gluten para la dieta de los celíacos dio como estudio y determinó tener un sabor similar a las galletas de trigo siendo así un producto innovador, para determinar la formulación con mejor aceptación por el consumidor fue necesario realizar un panel sensorial aplicando QDA además de que la información contó con el respaldo del programa estadístico Design Expert 8.0.

**Palabras Claves:** galleta, chocolate, gluten, harina, celíacos

## ABSTRACT

The objective of the present work degree was to formulate a mixture of rice, cassava and soy flour for the preparation of a gluten-free chocolate-flavored biscuit. In addition to evaluating the combination of flours and their physical, chemical, microbiological and sensorial characteristics. The study involved the determination of the best composite flour proposal and the comparison with a wheat control sample to determine the variations or similarities in each treatment applied.

Cookies are a consumer product in general, the use of composite flours for the manufacture of gluten-free cookies for the diet of celiac gave as study and determined to have a similar flavor to wheat biscuits being thus an innovative product, for To determine the formulation with better acceptance by the consumer was necessary to realize a sensory panel applying QDA besides that the information had with the support of the statistical program *Design Expert 8.0*.

**Keywords:** Cookie, chocolate, gluten, flour, celiac

## **1. INTRODUCCIÓN**

Las Harinas son indispensables para la elaboración de distintos productos de repostería incluyendo a las galletas. En el proceso de elaboración industrial de galletas principalmente se utiliza como materia prima la harina de trigo que contiene gluten.

Las necesidades actuales del consumidor apuntan a una línea harinas que no contengan gluten ya que estos productos son aptos para los celíacos y su ingesta no produce intolerancia alguna, las harinas a utilizar son las de soya, yuca y arroz cuya composición no incluye gluten y que son utilizadas a nivel nacional para elaboración artesanal de pan.

Los productos libre de gluten se están posicionando en el mercado como una alternativa diferente a los productos elaborados con harina de trigo satisfaciendo así las necesidades de la población que es intolerante al gluten.

El estudio buscó conocer el comportamiento de estas harinas compuestas frente a la harina de trigo utilizando materias primas iguales esto permitió determinar la formulación indicada para obtener el producto que cuente con el sabor, textura y aroma apropiado.

## **1.1 Justificación**

Mediante la elaboración de una galleta libre de gluten, elaborada con harinas no tradicionales, como el arroz, yuca y soya se busca cumplir con la demanda de productos para las personas celiacas ya que no toleran la ingesta de productos elaborados de harina de trigo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general.**

Formular mezclas de harinas de arroz, yuca y soya para la elaboración de galletas sabor a chocolate.

### **1.2.2 Objetivo específico.**

- Estudiar las características físicas químicas y microbiológicas de las harinas de arroz, yuca y soya.
- Optimizar el amasado adecuado para las mezclas de harina de arroz, yuca y soya.
- Evaluar la aceptabilidad de la galleta sabor a chocolate a partir de mezclas de harina de arroz, yuca y soya.

### **1.3 Hipótesis**

H1: El uso de la harina compuesta de arroz, yuca y soya permite el desarrollo de galletas libres de gluten con características físicas, químicas y sensoriales aceptables para las personas que sufren la enfermedad celiaca.

H2: El uso de la harina compuesta de arroz, yuca y soya no permite el desarrollo de galletas libres de gluten con características físicas, químicas y sensoriales aceptables para las personas que sufren la enfermedad celiaca.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Harinas**

La Harina se compone principalmente de una mezcla de fragmentos de endospermo junto con gránulos de almidón y algunos fragmentos de proteína (Wade, 1988). En particular, las harinas son una mezcla de constituyentes como almidón (70-75 %), proteínas (8-11 %) lípidos, varios polisacáridos no almidonáceos como las pantasanas y una pequeña cantidad de agua (14 %) (Fustier, Castigne, Turgeon y Biliaderis, 2008).

#### **2.1.1 Harinas compuestas.**

Se refiere a mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo como pan, pastas, y galletas. Las harinas compuestas pueden prepararse también a base de otros cereales que no sea el trigo y de otras fuentes de origen vegetal, y pueden o no contener harina de trigo (Elías, 1996).

#### **2.1.2 Harina de trigo.**

Durante la molienda del trigo se obtiene la harina, generalmente con 72 % de extracción, y el 28 % restante está formado por partículas, entre las que se encuentran la cascarilla y el germen. La mayor parte de las vitaminas y los minerales en los cereales se mantiene en esta segunda porción de los granos (Rosado, Camacho-Solís, y Bourges, 1999).

La harina de trigo, contiene gluten, es el principal componente de casi todas las galleterías; se puede añadir pequeñas cantidades de otras harinas sucedáneas para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales (Manley, Requejo, Sánchez, Palazon, Cassinello, Requejo y Marginet, 1989).

### **2.1.3 Harina de trigo diluida.**

La harina de trigo se sustituye por otras harinas hasta en 40 %; y puede contener otros componentes la adición de una proteína suplementaria es opcional. Las condiciones generales de procesamiento y el producto final obtenido son comparables a productos preparados a base de solo trigo (Elías, 1996).

### **2.1.4 Harina compuesta que no contiene trigo.**

Están hechas de harinas de tubérculos y de una proteína suplementaria, generalmente harina de soya. Estos productos son diferentes en sus características reológicas al compararlos con aquellas preparadas a base de solo trigo (Elías, 1996).

### **2.1.5 Harina de arroz.**

La harina de arroz tiene importantes propiedades tales como, ausencia de fracciones proteicas que afectan a los enfermos celíacos, bajos

niveles de sodio y alta proporción de almidón fácilmente digerible y junto a los almidones de maíz y mandioca son consumidos en gran cantidad por la población que padece esta enfermedad celiaca, se ha verificado además la existencia de un amplio rango de tamaños de partículas de las harinas comerciales de arroz, desde harinas con granulometría comprendida entre 210 y 800 micras harinas con valores menores a 210 micras (Torres, González, Sánchez, Osella y De la Torre, 1999, p. 162).

#### **2.1.6 Harina de yuca.**

La yuca puede convertirse en una harina de alta calidad para ser utilizada como sustituto de la harina de trigo, maíz o arroz, entre otros por sus propiedades puede ser utilizada como materia prima en la Industria alimenticia para la producción de productos de panadería, aglutinantes en la Industria cárnica, en la producción de sopas deshidratadas, así como en productos dietéticos, su contenido de proteínas es bajo y para obtener una dieta balanceada con alto consumo de yuca se recomienda una complementación nutricional que proporcione un adecuado aporte en aminoácidos esenciales, o fuentes de proteínas ricas en aminoácidos limitantes (Akubor y Ukwuru, 2003, p. 2) .

### **2.1.7 Harina de soja.**

En gran parte del mundo la harina de soja es la fuente de proteína más importante en las dietas para aves y cerdos aunque requiere un procesamiento especial antes de su utilización en las raciones. Después de un proceso de extracción con un solvente, la harina de soja es calentada para recuperar el hexano y destruir una serie de inhibidores nutricionales (Dale, 1988, p. 128).

El haba de soja cruda contiene una variedad de factores tóxicos inhibidores de la tripsina, hemoaglutininas, saponinas y un factor inhibidor de la vitamina A. Afortunadamente, estos factores tóxicos son sensibles a la temperatura y se destruyen mediante un procesamiento adecuado (Dale, 1988, p. 128).

## **2.2 Grasas vegetales**

En el mercado mundial existen numerosos tipos de grasas. Su utilización en los piensos varía de país en país en función de la disponibilidad y del precio relativo con respecto a otras fuentes energéticas. Según su origen las grasas se clasifican en animales, vegetales y mezclas. Dentro de las grasas vegetales, los aceites de semillas procedentes del girasol, maíz o soja son más insaturados que los de oliva, palma o coco (Mateos, Rebollar y Mendel, 1996) . La grasa es un ingrediente esencial en la fabricación de galletas y tras la harina es el segundo componente

mayoritario en la formulación de la galleta (Sai Monohar y Haridas Rao, 1999).

### **2.2.1 Aceite y oleínas de palma.**

El aceite de palma es un producto de importación rara vez utilizado en alimentación animal. Por su alto precio, su uso se restringe a productos lácteos re engrasados. Las oleínas, sin embargo, son de uso común en piensos. Las presentaciones comerciales son distintas, variando el contenido en ácidos grasos libres entre el 50 % (oleínas de palma) y más del 90 % (hidrolizados de palma) (Mateos, Rebollar y Mendel, 1996).

A veces el producto se oferta parcialmente hidrogenado. A mayor hidrólisis e hidrogenación, menor valor energético en mono gástricos. Las oleínas se obtienen durante el proceso de refinado del aceite, que es un procedimiento de naturaleza física (Mateos, Rebollar y Mendel, 1996).

## **2.3 Agua**

El agua, constituye aproximadamente, una tercera parte de la cantidad de harina que se emplea en la elaboración de galletas. Se considera aditivo porque no es una sustancia nutritiva, aunque el agua es un ingrediente esencial en la formación de masa para la solubilización de otros

ingredientes, en la hidratación de proteínas y carbohidratos y para la creación de la red de gluten (Cabeza, 2009).

El agua tiene un papel complejo, dado que determina el estado de conformación de los biopolímeros, afecta a la naturaleza de las interacciones entre los distintos constituyentes de la receta y contribuye a la estructuración de la misma. También es un factor esencial en el comportamiento reológico de las masas de harina. Toda el agua añadida a la masa se elimina durante el horneado, pero la calidad del agua (calidad microbiológica, concentración y naturaleza de las sustancias disueltas, el pH) puede tener consecuencias en la masa. No es posible hacer un cálculo exacto de la cantidad de agua a emplear, se busca una consistencia apreciable al tacto (Cabeza, 2009).

Si se añade poca agua, la masa se desarrolla mal en el horno, la masa resulta pegajosa y se afloja. Si se añade un exceso de agua, la fuerza de la masa disminuye, haciéndola más extensible, si el exceso es moderado; o todo lo contrario si el exceso es demasiado grande. De esta forma se hace muy difícil trabajar las masas. El agua moja la red de proteínas, modificando sus uniones y facilitando que los estratos proteicos se deshagan. Por tanto la cantidad de agua a añadir dependerá del tipo de galleta que deseemos realizar, de la harina y su absorción, y del tipo de maquinaria que dispongamos (Cabeza, 2009).

### **2.3.1 Contenido de agua en las galletas.**

Las galletas se diferencian de otros productos derivados de cereales en base a su contenido de agua, en general se reconoce que las galletas poseen un contenido de agua inferior al 5 % a diferencia de otros productos horneados como el pan que posee un 35-40 % de humedad o los bizcochos con un 15-30 % de humedad (Wade, 1988).

## **2.4 Propiedades químicas del cacao**

Químicamente el cacao está constituido por: Grasa (53.05 %), agua (3.65 %), nitrógeno total (2.28 %), nitrógeno proteico (1.50 %), teobromina (1.71 %), cafeína (0.085 %). Carbohidratos: Glucosa (0.30 %), sacarosa (1.58 %), almidón (6.10 %), pectinas (2.25 %), fibra (2.09 %). Polifenoles (7.54 %). Ácidos: Acético libre (0.014 %), oxálico (0.29 %). Cada 100 g de polvo de cacao contienen: Energía (452 Kcal), proteínas (21.5 g), carbohidratos (35 g), grasa (25.6 g), calcio (0.1690 g), magnesio (0.544 mg), hierro (0.0138 g), cobre (0.0045 g), fósforo (0.795 mg), potasio (2.057 mg), sodio (0.0090 g), zinc (0.0079 g), teobromina 2.5 g y flavonoides 7 g (Morales, García, y Méndez, 2012, p. 79).

### **2.4.1 Propiedades organolépticas del cacao.**

El cacao es un alimento cuya ingestión produce sensación de bienestar en el organismo, esto se fundamenta en los alcaloides que

contiene, con efectos tanto en el Sistema Nervioso Central, como en el funcionamiento de los riñones (Morales, García y Méndez, 2012 p. 81).

En particular, contiene moléculas estimulantes como teobromina, metil-xantina y cafeína, alcaloides suaves y muy atractivos por su capacidad para activar el Sistema Nervioso, por ser vasodilatadores y por sus propiedades tonificantes, diuréticas y antineurálgicas. Contiene también, en pequeñas cantidades, una sustancia a la que se atribuyen propiedades antidepresivas y que tiene una estructura química parecida a la de las anfetaminas: la afenitilamina (Morales, García, y Méndez, 2012, p. 81).

## **2.5 Bicarbonato de sodio**

El rol principal del bicarbonato de sodio en un sistema de esponja-masa es neutralizar los ácidos producidos durante la fermentación, que genera CO<sub>2</sub> y establece el pH del producto final. Durante la fermentación ocurren muchos cambios complejos en la masa, los cuales afectan el sabor, la textura y la apariencia del producto final (Villanueva, 2016, p. 23).

Consecuentemente, no puede sobreestimarse la importancia de la neutralización en las características del producto final. Por ejemplo, algunas pruebas han mostrado que cuando se utiliza poco bicarbonato de sodio, las galletas resultan de color claro, son menos suaves y poseen un sabor ligeramente ácido (Villanueva, 2016, p. 23).

## **2.6 Azúcar en galletas**

Los azúcares en su estado cristalino contribuyen decisivamente sobre el aspecto y la textura de las galletas. Además, los jarabes de los azúcares reductores también van a controlar la textura de las galletas. La fijación de agua por los azúcares y polisacáridos tiene una contribución decisiva sobre las propiedades de las galletas (Cabeza, 2009).

La adición de azúcar a la receta reduce la viscosidad de la masa y el tiempo de relajación. Promueve la longitud de las galletas y reduce su grosor y peso. Las galletas ricas en azúcar se caracterizan por una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente (Cabeza, 2009).

Desde el punto de vista sensorial, el azúcar en las galletas afecta al gusto, color, dimensiones, dureza y superficie de la galleta (Gallagher, O'Brien, Scannell y Arendt, 2003).

## **2.7 Lecitina**

La lecitina es un agente emulsionante cuyo componente eficaz son los fosfolípidos, los cuales poseen fuertes afinidades polares. Presentan una parte hidrófoba que se disuelve bien en la fase no acuosa y otra parte hidrofilia que se disuelve bien en el agua. Además, ayuda a la masa dándole más extensibilidad y facilita la absorción del agua por la masa. Un aumento

de la temperatura actúa negativamente sobre la estabilidad de las emulsiones (Cabeza, 2009).

## **2.8 Sal común**

La sal usada en la Industrial del dulce debe ser pura, de grano fino o muy fino, que contenga dosis bajas de compuesto de magnesio sino deja en el paladar un ligero sabor amargo y es más higrométrica obteniéndose productos fabricados húmedos y blancos. Se utiliza en proporciones de 1 a 1.5 por ciento del peso de la harina. A niveles superiores del 2.5 por ciento, el producto se hace desagradable (Manley, 2000). El contenido en sodio de la sal utilizada mejora las propiedades sensoriales al disminuir el sabor amargo y aumentar el dulzor (Keast y Breslin, 2003).

## **2.9 Saborizantes**

Son sustancias o mezclas de sustancias con propiedades sápidas capaces de conferir o reforzar el sabor de los alimentos. Se excluyen los productos que confieren exclusivamente sabor dulce, salado o ácido. Pueden ser naturales o sintéticos. Las condiciones soportadas durante la cocción son muy severas para estas sustancias saborizantes (Manley, Requejo, Sánchez, Palazon, Cassinello, Requejo y Marginet, 1989).

## **2.10 Miel**

Debido a su contenido de azúcares simples, de asimilación rápida, la miel es altamente calórica (cerca de 3.4 kcal/g), por lo que es útil como fuente de energía. La miel no se echa a perder, es altamente perdurable, no caduca, gracias a su alta concentración de azúcar, mata a las bacterias por lisis osmótica. Las levaduras aerotransportadas no pueden prosperar en la miel debido a la baja humedad que contiene (Camacho y Medina, 2010).

## **2.11 Aditivos**

A las galletas se les puede adicionar aditivos tales como: saborizantes, emulsificantes, acentuadores de sabor, leudantes, humectantes, agentes de tratamiento de las harinas, antioxidantes y colorantes naturales en las cantidades permitidas de conformidad con la NTE INEN 2 074 y en otras disposiciones legales vigentes, Se permite la adición del Dióxido de azufre y sus sales (metabisulfito, bisulfito, sulfito de sodio y potasio) como agentes de tratamiento de las harinas, conservantes o antioxidantes, en una cantidad máxima de 200 mg/kg, expresado como dióxido de azufre (INEN, 2005).

## **2.12 Galletas**

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masas

preparadas con harina, con/sin leudantes, leche, féculas, sal, huevo, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles y otros ingredientes permitidos y debidamente autorizados (Herrera, 2009).

### **2.12.1 Clasificación general de las galletas.**

En la actualidad se encuentran en el mercado una gran variedad de galletas, y de igual forma diferentes formas de clasificarlas; una de las clasificaciones más amplias, es la que abarca a las galletas o crackers de crema, pasando por las galletas sodadas, saborizadas, dulces, semidulces y sándwiches de frutas, hasta llegar a las galletas de masas antiglutinantes (Dendy y Dobraszczyk, 2004).

## **2.13 El gluten**

El gluten es una proteína de bajo valor nutritivo, cuyo uso se masificó debido a su capacidad de retener aire en la matriz proteica facilitando que la masa se adhiera mejor, fenómeno que favorece la elaboración del pan. Las gliadinas son la fracción soluble en alcohol del gluten y contienen la mayor parte de los componentes tóxicos para los celíacos; son ricas en glutamina y prolina, cuya digestión en el tracto gastrointestinal es más difícil que el de otros péptidos (Parada y Araya, 2010).

### **2.13.1 Contenido de gluten en harinas.**

La cantidad y la calidad del gluten presente en una harina es lo que determina que la harina sea "fuerte" o "floja". La harina fuerte es rica en gluten, tiene la capacidad de retener mucha agua, dando masas consistentes y elásticas, panes de buen aspecto, textura y volumen satisfactorios. La harina floja es pobre en gluten, absorbe poca agua, forma masas flojas y con tendencia a fluir durante la fermentación, dando panes bajos y de textura deficiente; no es apta para fabricar pan pero sí galletas u otros productos de repostería (Casta, 2009).

### **2.14 Intolerancia alimentaria**

Aproximadamente un 20 % de la población presenta durante su vida una reacción adversa alimentaria. En las últimas tres décadas ha aumentado la preocupación por las alergias alimentarias en las sociedades desarrolladas occidentales. Debido a la falsa creencia entre la población de que algunos síntomas agudos son debidos a reacciones alérgicas inducidas por alimentos, es fundamental llevar a cabo una valoración y un diagnóstico correctos con el fin de evitar dietas de eliminación innecesarias, que pueden conllevar retrasos en el crecimiento y el desarrollo de los lactantes y los niños, y déficit nutricionales en los adultos (Zugasti, 2009).

#### **2.14.1 Enfermedad celíaca.**

La enfermedad celíaca (EC) consiste en una intolerancia a las proteínas del gluten (gliadinas, secalinas, hordeínas y, posiblemente, aveninas) que cursa con una atrofia severa de la mucosa del intestino delgado superior. Como consecuencia, se establece un defecto de utilización de nutrientes (principios inmediatos, sales y vitaminas) a nivel del tracto digestivo, cuya repercusión clínica y funcional va a estar en dependencia de la edad y la situación fisiopatológica del paciente (Polanco y Ribes, 1995).

#### **2.14.2 Tratamiento para la enfermedad celíaca.**

No hay tratamiento farmacológico. La única actitud terapéutica es la supresión de la dieta de todos los productos que tienen gluten, concretamente todos los productos que incluyen harinas de cebada, centeno, avena y trigo. Aunque recientemente se ha puesto en entredicho la toxicidad de la avena, no se dispone de estudios concluyentes. (Polanco y Ribes, 1995).

Por ello, el *Codex Alimentarius* establece como límites máximos de contenido en gluten para que un producto sea considerado sin gluten de 20 ppm para los alimentos naturalmente exentos de gluten y de 200 ppm para los alimentos elaborados con almidón de trigo (Polanco y Ribes, 1995).

### **2.14.3 Niveles de gluten en la dieta para celíacos.**

La Comunidad Europea ha aceptado esta sugerencia como normativa para el 2012 y considerará que los productos aceptados como libres de gluten pueden contener uno o más ingredientes que sustituyan el trigo, el centeno, la cebada, la avena o sus variedades híbridas, pero con un nivel de gluten que no supere los 20 p.p.m (o mg/kg) en los alimentos (Parada y Araya, 2010).

### **2.15 Índice de Zeleny**

El Índice de Zeleny (IZ) será mayor cuanto mejor sea la calidad del gluten. Se considera que el gluten es de buena calidad si presenta un IZ superior a 35 ml. El IZ está muy relacionado con la fuerza panadera (Casta, 2009).

### **2.16 Índice de caída (*Falling number*)**

Mide la actividad  $\alpha$ -amilásica, enzima natural de la harina. Una partida de trigo con granos germinados o en vías de germinación presenta una actividad amilásica excesiva y hace que su harina no sea panificable. Un número inferior a 180 segundos indica una elevada actividad amilásica, que dificulta la panificación y con menos de 120 segundos no se puede panificar por el elevado número de granos germinados. Se consideran correctos valores de Índice de caída entre 250 y 300 segundos. (Casta, 2009).

## **2.17 Horneo de la galleta**

Durante el horneado existe un solapamiento de proceso (Manley, 2000) la grasa es lo primero que se funde y da a la masa un caracter plástico (Pareyt, Wilsweijans, Goesaert, Brijs y Delcour, 2008) de hecho, las masas con mayor cantidad de grasa fundida durante la cocción se esparcirán más (Hoseney, 1994). Retrazando por otra parte la acción de los agentes leudanes que liberarán gases y se expandirán. La expansión viene seguida de un colapso (Chevalilier, Colonna, Buleon y Della Valle , 2000), que marcará el diámetro final de la galleta.

### **2.17.1 Reacción Maillard.**

Durante la cocción de galletas se dan una serie de condiciones que favorecen la reacción de Maillard: tratamiento térmico severo, un producto de poco espesor que permite la penetración del calor a toda la masa del producto, bajo contenido de humedad, pH neutro o levemente alcalino y presencia de proteínas. Sin embargo que la reacción de Maillard no tiene lugar en productos cuyas formulaciones no incluyen azúcares reductores ya que la sacarosa no parece invertirse en mayor grado durante el horneado (Hurrell y Finot, 1985).

### **2.18 Beneficios de la harina de soya**

La soya es una legumbre muy nutritiva, que contiene un elevado porcentaje de proteínas (casi 37 %) de alta calidad, con casi todos los aminoácidos esenciales menos uno, la metionina. A igual peso, la soja contiene el doble de proteínas que la carne, cuatro veces las proteínas de los huevos y doce veces las proteínas de la leche. También posee un 18 % de grasas no saturadas, vitaminas A, E, F y grupo B (tiamina, riboflavina y niacina). Tiene gran cantidad de minerales como fósforo, calcio, magnesio, hierro y cobre (Serrano y Del Cisne, 2015).

### **2.19 Beneficios de la harina de arroz**

La harina de arroz tiene importantes propiedades tales como, ausencia de fracciones proteicas que afectan a los enfermos celíacos, bajos niveles de sodio y alta proporción de almidón fácilmente digerible (Nishita, Roberts y Bean, 1976).

### **2.20 Beneficios de la harina de yuca**

El valor calórico y la digestibilidad de la harina de yuca, son relativamente elevados en comparación con los cereales, mientras que el contenido proteico, mineral y vitamínico, es bajo desde el punto de vista nutricional (Muller, Chou y Nah, 1974).

## **2.21 Textura en la galleta**

Para los consumidores, la textura junto con el sabor y el color es una de las propiedades fundamentales que van a influir en la elección de unas galletas u otras (Mandala, Ioannou y Kostaropoulos, 2006). De manera instrumental la textura se mide con un Texturómetro, que es un instrumento desarrollado para medir el comportamiento mecánico de los alimentos. Se pueden realizar diferentes tipos de ensayos adaptando células de medida de diferente geometría (Hernandez, Dolz y Delegido, 2006).

## **2.22 Propiedades térmicas de la galleta**

La mayoría de alimentos procesados han sufrido un tratamiento térmico, como ocurre durante el horneado de las galletas, produciéndose cambios en los ingredientes y su función, así como interacciones entre ellos, para la medida de estos cambios se utilizan técnicas de calorimetría diferencial de barrido, donde la muestra y una referencia se calienta de forma independiente midiendo la diferencia en el flujo de calor para mantener una temperatura igual en ambas muestras (Sandoval, Rodriguez, y Fernandez, 2005).

La calorimetría diferencial de barrido ha sido ampliamente utilizada como técnica para la caracterización de los cambios térmicos asociados al almidón, los cuales poseen un gran impacto en la textura de los alimentos que lo contienen (Biliaderis, Maurice y Vose, 1980).

### **2.23 Propiedades sensoriales**

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

En la reformulación de alimentos resulta imprescindible por una parte conocer los cambios sensoriales producidos por la adición de nuevos ingredientes realizando pruebas descriptivas (Meilgaard, Civille y Carr, 1991) así como conocer la aceptación de los nuevos alimentos reformulados por la parte de los consumidores mediante pruebas de aceptación (Van Kleef, Van Trijp y Luning, 2006).

### **2.24 Análisis cuantitativo descriptivo (QDA)**

Fue desarrollado en 1974 y es una de las pruebas más utilizadas para caracterizar un producto, aportando una terminología propia que lo define. Estos jueces o catadores expertos deben dar valores cuantitativos proporcionales a la intensidad que perciban de cada uno de los atributos evaluados durante el análisis descriptivo (Stone y Sidel, 2004).

El análisis descriptivo ha sido extensamente empleado en la evaluación de la dureza, textura a aroma de las galletas (Brown, Langley y Braxton, 1998).

## **2.25 Amasado de galletas**

Al igual que existen numerosas, formulaciones de galletas también existen diversos procesos para formar la masa de galleta. En las galletas de masa corta el objetivo fundamental durante el amasado es que el gluten se desarrolle lo mínimo aunque debe lograrse la dispersión adecuada de los ingredientes (Baltsavias, Jurgens y Van Vliet, 1999). Existen fundamentalmente dos procesos de amasado:

Método simple: donde se mezclan todos los ingredientes en un sola etapa (Pareyt, Wilsweijans, Goesaert, Brijs y Delcour, 2008).

Método de punto pomada: donde primero se mezcla la mantequilla con el azúcar y los ingredientes minoritarios hasta alcanzar lo que se conoce en pastelería como “punto pomada” y posteriormente se añade el resto de ingredientes (Pareyt, Wilsweijans, Goesaert, Brijs y Delcour, 2008). En este caso, la grasa se combina con el azúcar ayudando a atrapar el aire. De hecho, la grasa envuelve individualmente los granos de azúcar impidiendo que se agreguen entre sí y formen terrones, si no fuera así, cuando el azúcar se fundiese volvería a recristalizar formando partículas de mayor tamaño (Hutchinson, 1978).

## **2.26 Almacenamiento y Vida útil de la galleta**

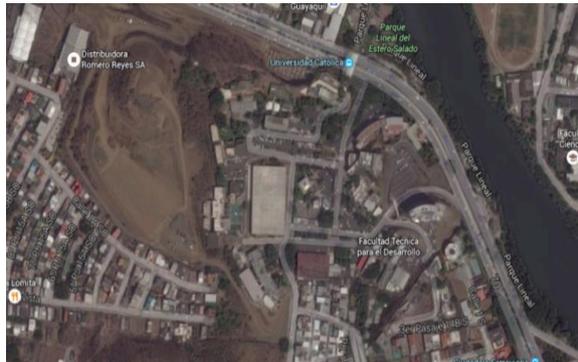
Para que el producto se conserve óptimamente se debe tener en cuenta que el tiempo de caducidad es de un mes a partir de la fecha de elaboración útil y a temperatura ambiente para garantizar su conservación (Farah y Zea, 2011).

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Ubicación geográfica

El presente proyecto se realizó en la planta de procesamiento de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, ubicado en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, Parroquia Tarqui en la avenida Carlos Julio Arosemena km 1 ½, el trabajo se ejecutó todo el mes de noviembre del 2016.

**Gráfico 1.** Ubicación de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.



**Fuente:** Google Maps.

Y en la fábrica Industrial Molinera C.A ubicada en la calle El Oro 109, Guayaquil 090101 durante el mes de diciembre del 2016 hasta el 10 marzo del 2017.

**Gráfico 2.** Ubicación de la Industrial Molinera.



**Fuente:** Google Maps

### **3.2 Características climáticas**

El clima en este sector es relativamente húmedo y posee una temperatura promedio de 28 °C, con vientos de 12 km/h aproximadamente.

### **3.3 Materiales y equipos**

Los insumos y materiales que se usaron para el desarrollo del producto se describen a continuación:

#### **3.3.1 Insumos.**

- Harina de arroz
- Harina de soya
- Harina de trigo
- Harina de yuca
- Polvo de cacao
- Sal

- Agua
- Bicarbonato de sodio
- Fosfato monocalcico
- Azúcar
- Grasa vegetal
- Sabor vainilla
- Lecitina de soya
- Miel

### **3.3.2 Materiales.**

- Cuchillo
- Amasador
- Pipetas
- Guantes
- Cofia
- Mascarilla
- Termómetro
- Molde de galleta

### **3.3.3 Equipos.**

- Refrigerador
- Empaquetadora

- Horno
- Mezcladora

### **3.4 Factores estudiados**

Los factores estudiados fueron:

La dosificación de la harina de arroz, yuca y soya para la formulación de la galleta libre de gluten.

### **3.5 Tratamientos estudiados**

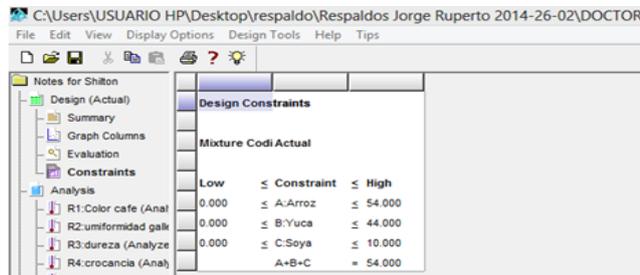
Los tratamientos estudiados fueron las combinaciones de harinas determinadas por información base adquirida en la empresa Industrial Molinera C.A siendo las siguientes:

- Harina de arroz de 0 % a 54 %
- Harina de yuca de 0 % a 44 %
- Harina de soya de 0 % a 10 %

### **3.6 Diseño experimental utilizado**

Las combinaciones de harinas mencionadas en el punto anterior sirvieron de base para la formulación de 14 tratamientos. Estos tratamientos fueron obtenidos con el software estadístico *Design expert* 8.0, utilizando un diseño tipo experimental.

**Tabla 1.** Restricciones para el diseño



Fuente: Software *Design expert* 8.0

### 3.7 Combinaciones de tratamientos

Las combinaciones de los tratamientos se indican a continuación:

**Tabla 2.** Combinaciones de tratamientos

No.	Harina		
	Arroz (%)	Yuca (%)	Soya (%)
Tratamiento 1	49.0	0.0	5.0
Tratamiento 2	29.3	14.7	10.0
Tratamiento 3	29.5	22.0	2.5
Tratamiento 4	10.0	44.0	0.0
Tratamiento 5	44.0	0.0	10.0
Tratamiento 6	18.0	29.3	6.7
Tratamiento 7	54.0	0.0	0.0
Tratamiento 8	49.0	0.0	5.0
Tratamiento 9	35.5	11.0	7.5
Tratamiento 10	18.0	29.3	6.7
Tratamiento 11	54.0	0.0	0.0
Tratamiento 12	22.0	22.0	10.0
Tratamiento 13	0.0	44.0	10.0
Tratamiento 14	24.0	29.0	0.0

Fuente: Software *Design expert* 8.0

A las galletas procesadas en base a las formulaciones se realizaron los análisis sensoriales para determinar cuál es la que se asemeja al testigo que posee harina de trigo.

Estos análisis sensoriales fueron efectuados por un panel técnico conformado por 8 panelistas semi entrenados (estudiantes del último ciclo de carrera de nutrición de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil).

### 3.8 Análisis de la varianza

El esquema del análisis de la varianza se indica a continuación:

**Tabla 3.** Análisis de la varianza con grados de libertad.

F De V	Grados de libertad	Total
	Formula	
Tratamiento	(Harina de arroz*yuca*soya)-1	15
Harina de arroz	Harina arroz-1 (niveles)	2
Harina de yuca	Harina de yuca-1 (niveles)	2
Harina de soya	Harina de soya -1 (niveles)	2
Harina de arroz*Harina de yuca	(Harina de arroz -1)(Harina de yuca-1)	4
Harina de arroz*Harina de soya	(Harina de arroz-1)(Harina de soya-1)	4
Harina de yuca*Harina de soya	(Harina de yuca-1)(Harina de soya-1)	4
Error	(Harina de arroz*Yuca*Soya*Repeticiones)-(Harina de arroz *Yuca*Soya)	28
Total	Harina de arroz *Yuca*Soya*Repeticiones	42

Elaborado por: El Autor.

### **3.9 Variables Evaluadas**

#### **3.9.1 Variables Cuantitativas.**

- Humedad
- Proteína
- pH
- Ceniza

#### **3.9.2 Variables cualitativas.**

- Color de la galleta
- Uniformidad de la galleta
- Sabor a horneado
- Sabor dulce
- Dureza
- Crocancia
- Disolución en la boca
- Sabor a chocolate
- Residual chocolate
- Residual dulce

### **3.10 Caracterización físico-químicas de la harina**

#### **3.10.1 Humedad.**

Se realizó la determinación de humedad mediante la norma INEN 518:1981.

#### **3.10.2 Proteína.**

Se verificó la determinación de proteínas (base seca) mediante la norma INEN 519:1981.

#### **3.10.3 Cenizas.**

Se efectuó la determinación de cenizas mediante la norma INEN 520:1981.

#### **3.10.4 Características Microbiológicas.**

Para los análisis microbiológicos realizados a las harinas de arroz, yuca y soya fueron empleadas las siguientes normas:

*Eschericha coli*: NTE INEN 1529-8:1996.

*Salmonella*: NTE INEN 1529-15: 1996.

Mohos y levaduras: NTE INEN 1529-10: 1996.

### **3.11 Características Físico – Químicas de la galleta libre de gluten**

Los análisis físicos – químicos realizados a la galleta libre de gluten sabor a chocolate fueron efectuados en el laboratorio de control de calidad de Industrial Molinera C.A.

#### **3.11.1 Humedad.**

Se realizó la determinación de humedad mediante la norma INEN 518:1981.

#### **3.11.2 pH.**

Se verificó la determinación de pH mediante la norma INEN 526: 1981.

#### **3.11.3 Proteína.**

Se efectuó la determinación de proteínas presentes mediante la norma INEN 519: 1981.

#### **3.11.4 Características Microbiológicas.**

Para los análisis microbiológicos realizados a los 14 tratamientos fueron empleadas las siguientes metodologías:

*Escherichia coli*: en base a NTE INEN 1529-8: 1996.

*Staphilococcus aureus*: NTE INEN 1529-14: 1996.

*Salmonella*: NTE INEN 1529-15: 1996.

### **3.12 Elaboración del ensayo**

Para la elaboración del ensayo se realizaron las siguientes actividades:

- Compra de insumos
- Peso de los ingredientes
- Mezcla de los insumos de acuerdo a formulación
- Pesado total de la mezcla
- Peso de cada galleta por la masa respectiva
- Laminación y horneado
- Empacado de galletas
- Almacenado de galletas

#### **3.12.1 Compra de insumos.**

La mayoría de los insumos fueron adquiridos en centros comerciales y locales de productos químicos, la fábrica de Industrial molinera compartió la grasa vegetal y el bicarbonato de sodio ya que su venta está restringida en el Ecuador.

#### **3.12.2 Pesado de materias primas.**

Para los tratamientos correspondientes se pesaron prioritariamente las harinas compuestas las cuales por resultados de la mezclas tuvieron consistencias y apariencias diferentes unas de las otras, los demás

ingredientes con porcentajes inferiores al 1 % se pesaron con una balanza analítica para mejor precisión.

### 3.12.3 Mezcla de los insumos de acuerdo a formulación.

Para la preparación de las galletas fue necesario mezclar todos los ingredientes del grupo 1 (Tabla 4) durante 10 minutos aproximadamente para que tenga la consistencia adecuada, luego se agregó los ingredientes del grupo 2 (Tabla 4) durante 3 minutos en la mezcladora, producto de la combinación se obtuvo una masa consistente lista para el moldeado y laminación.

**Tabla 4.** Ingredientes para la elaboración de galleta libre de gluten.

Grupo 1	Azúcar cristal Grasa vegetal 37/39° Lecitina soya liquido Polvo de cacao Agua potable Miel Sabor vainilla Sal Bicarbonato de sodio
Grupo 2	Harina de soya Harina de yuca Harina de arroz Fosfato monocalcico

Elaborado por El Autor.

#### **3.12.4 Pesado total de la mezcla.**

Para esta parte del proceso fue necesario pesar todas las materias primas hasta completa el peso total de la receta.

#### **3.12.5 Laminación y horneado.**

Fue necesario extender la masa hasta que estuvo completamente estirada y por medio de un molde de galleta se empezó a cortar la masa hasta que se obtuvo las unidades respectivas; el horneo se llevó a cabo en etapas en las cuales la temperatura que se utilizó fue de 150 °C por un lapso de 8 min, luego se invirtió la galleta y continuó el proceso de horneo por unos 5 min más; terminado el proceso de horneado se retiró el producto.

Como resultado del horneo las galletas tuvieron un comportamiento diferente entre tratamientos por la composición de la harina compuesta; eso fue visible en su crecimiento e interacción con el bicarbonato de sodio, fue necesario constatar esta información con el respectivo pesado de las mismas.

#### **3.12.6 Empaquetado de la galleta.**

Se realizó el empaquetado una vez que la galleta se enfrió, pues pudo afectar la integridad del empaque; si la galleta no se empaqueta puede absorber humedad en el ambiente y afectar su periodo de vida útil.

### **3.12.7 Almacenamiento del producto.**

Para preservar la vida útil del producto fue necesario conservarlo en un lugar seco libre de factores climáticos como la humedad, sol y frío exagerado.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Características sensoriales de la masa cruda**

Las 14 masas evaluadas tuvieron características diferentes; al no contener gluten su elasticidad se vio reducida además que hubieron aspectos notorios como su coloración y textura.

De acuerdo a los porcentajes se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Al utilizar un porcentaje mayor al 35 % de harina de arroz se conservó la coloración café del polvo de cacao pero la masa fue propensa a fragmentarse con mayor facilidad.

Al utilizar un porcentaje mayor al 35 % de harina de yuca no se conservó la coloración café del polvo de cacao; la masa fue manejable.

### **4.2 Características de la galleta**

Las 14 masas evaluadas tuvieron características diferentes, su aspecto se vio reflejado después del horneado en el producto final.

De acuerdo a los porcentajes con los que se trabajaron los tratamientos se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Las galletas que fueron elaboradas con un porcentaje superior al 35 % de harina de arroz conservaron su coloración café propia del polvo de cacao pero en la mordida se percibía la textura de la harina de arroz.

Las galletas con un porcentaje superior al 35 % de harina de yuca dieron como resultado una disminución en el color café además que se percibió con facilidad el almidón presente.

Las galletas con un porcentaje superior al 10 % de harina de soya presentaron un enrojecimiento en la coloración del producto; el cual fue enmascarado por el color del polvo de cacao y no perjudicó completamente su integridad.

#### **4.3 Determinación de la humedad en las harinas**

Los porcentajes de humedad de las harinas de arroz, yuca y soya se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Humedad de las harinas en estudio

Producto	% humedad
Harina de arroz	7.73
Harina de yuca	13.32
Harina de soya	10.45

Elaborado por: El Autor.

#### 4.4 Determinación de proteínas

Los porcentajes de proteína de las harinas se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Porcentaje de proteínas de las harinas en estudio.

Producto	% Proteína
Harina de arroz	5.95
Harina de yuca	1.70
Harina de soya	47.0

Elaborado por: El Autor.

#### 4.5 Determinación de cenizas

Los porcentajes de ceniza de las harinas de arroz, yuca y soya se presentan en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Determinación de cenizas

Producto	% Ceniza
Harina de arroz	5,56
Harina de yuca	0,14
Harina de soya	0,38

Elaborado por: El Autor.

#### 4.6 Análisis microbiológico de la harina

Los análisis microbiológicos se efectuaron en la fábrica industrial molinera y dio los resultados para mohos y levaduras, *Escherichia coli*, y

*Salmonella* fueron negativos, las harinas cumplen lo establecido por las normas INEN 1529-8:1996, 1529-10:1996 ,1529-15:1996. Además se realizó una exhaustiva revisión a la harina para determinar si contenía gorgojo o no.

#### 4.7 Análisis sensorial

En base a la información adquirida se realizó la ficha técnica para gestionar el panel sensorial.

**Tabla 8.** Ficha técnica

Ficha Técnica		
Preparado por: Shilton Borbor Hidalgo	Aprobado por: Doctora Carmen Montiel	Fecha : 06/01/2017
Nombre del producto:	Galleta libre de gluten sabor a chocolate	
Descripción física del producto	la galleta libre de gluten es un producto alimenticio obtenido del moldeamiento y laminación de la masa cruda la cual pasa por un proceso de horneado y antes de su consumo debe ser almacenado	
Ingredientes principales:	Azúcar cristal, polvo de cacao, miel, lecitina de soya, bicarbonato de sodio, agua, harina (arroz, yuca, soya), fosfato mono cálcico, grasa vegetal, sal, sabor vainilla.	
Ingredientes secundarios:	No aplica	
Características de la materia prima y/o insumo	Apariencia	
	Color	Café
	Olor	Chocolate
	Sabor	Chocolate
	Textura	Rígida
Estado	Sólido	
Empaque	Plástico	
Cantidad	4 g	

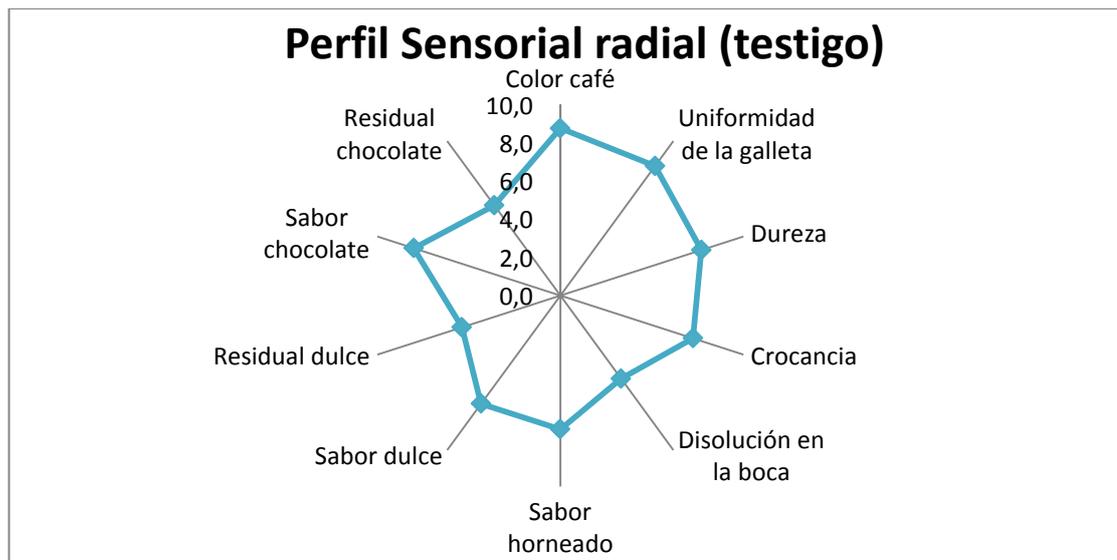
Elaborado por: El Autor

#### 4.8 Resultados de Panel sensorial

Para el producto evaluado fue necesario realiza 3 repeticiones por cada tratamiento además de la muestra testigo de harina de trigo; los distintos tratamientos fueron evaluados por 8 panelistas y en base al entrenamiento que se les brindó de esta manera se determinó y se seleccionó la formulación final a utilizar.

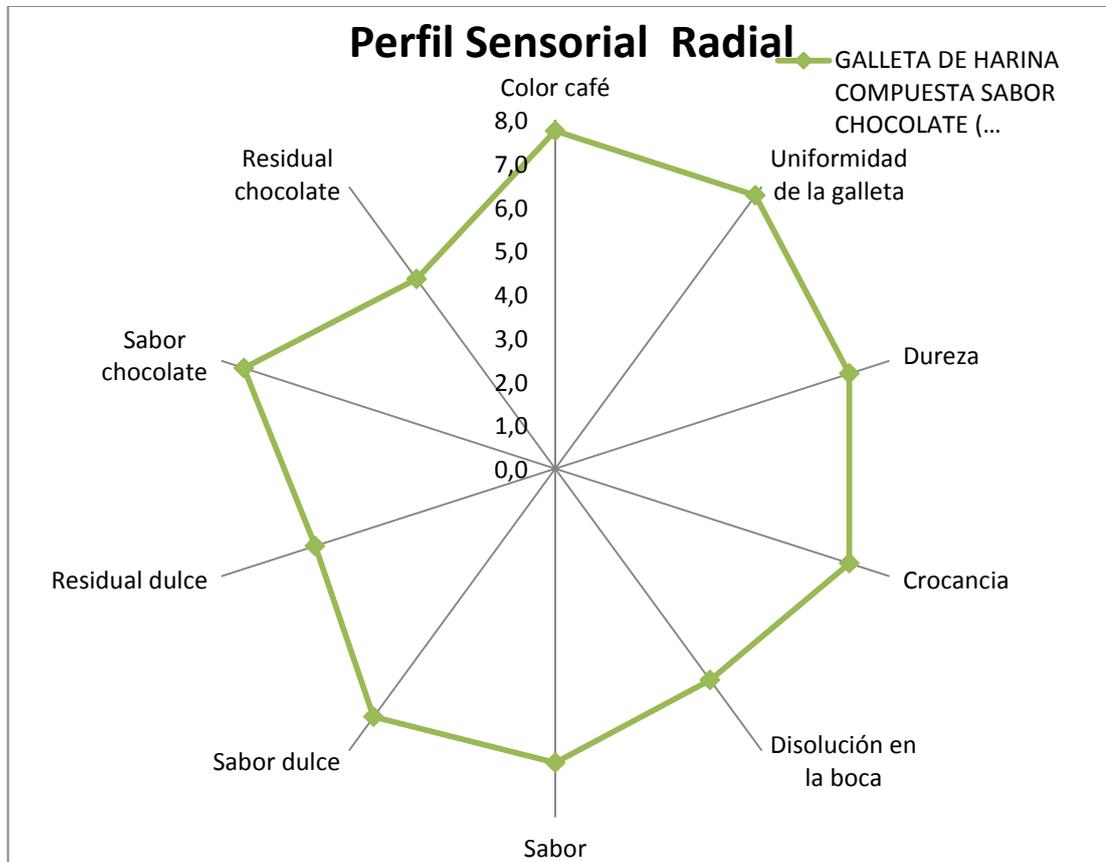
A continuación en los gráficos 1, 2 y 3 se puede apreciar el resultado del análisis sensorial por QDA el cual proporcionó los valores cuantitativos conformes a la intensidad de los atributos que fueron evaluados en este proyecto.

**Gráfico 3.**Sensorial radial testigo.



Elaborado por: El Autor.

**Gráfico 4.** Sensorial Radial tratamiento 12.



Elaborado por: El Autor.

#### 4.9 Base de comparación de tratamiento vs referencia

De acuerdo a los promedios de la muestra testigo y Tratamiento 12 se obtuvo el siguiente resultado.

**Tabla 9.** Comparación tratamientos.

	Color café	Uniformidad de la galleta	Dureza	Crocancia	Disolución en la boca	Sabor horneado	Sabor dulce	Residual dulce	Sabor chocolate	Residual chocolate
Promedio Ref	8,8	8,4	7,7	7,3	5,4	7,0	7,0	5,4	8,0	5,8
Promedio Trat 12	7,8	7,8	7,0	7,0	6,0	6,8	7,0	5,8	7,5	5,4

Elaborado por: El Autor.

**Gráfico 5.** Sensorial radial comparativo



Elaborado por: El Autor.

#### 4.10 Desarrollo estadístico

Los resultados de los atributos de cada tratamiento fueron ingresados al programa *Design expert 8.0* para determinar si el desarrollo del diseño tiene significancia y si es necesario un ajuste para una mejor formulación. Se puede apreciar de color azul el tratamiento que cuenta con las mejores características sensoriales en base a observaciones y valores obtenidos en el QDA.

**Tabla 10.** Porcentajes de atributos QDA.

Nº	Componentes			Total QDA Para los atributos									
	A:Arroz	B:Yuca	C:Soya	Color café	Uniformidad de la gallet	Dureza	Crocancia	Disolucion en la boca	Sabor homeado	Sabor dulce	Residual dulce	Sabor chocolate	Residual chocolate
1	49.0	0.0	5.0	7.1	7	6.6	7.1	4.6	7.4	6	5.9	7	6.9
2	29.33	14.6	10.0	5.8	7	8.4	7.5	4.8	7.1	5.8	5.2	6.1	5
3	29.5	22.0	2.5	5.2	7	5.6	5.4	6.8	5.5	5.4	5.4	5.4	5.2
4	10.0	44.0	0.0	4.9	7.3	5.1	6.3	7	6.9	5.8	5.7	6	5.4
5	44.0	0.0	10.0	4.9	7.2	6	5.9	6.4	6	5.6	5.2	6.1	5.3
6	18.0	29.3	6.6	6.1	7	5.9	5.4	6.1	6.5	5.5	5.8	6	5.8
7	54.0	0.0	0.0	7.9	7.9	3.9	5	5.3	6.6	6.1	5.9	6.5	6.3
8	49.0	0.0	5.0	7.1	7	6.6	7.1	4.6	7.4	6	5.9	7	6.9
9	35.5	11.0	7.5	7.5	7.4	4.9	5.8	5.9	7.3	5.4	5.3	6.1	5.5
10	18.0	29.3	6.7	6.1	7	5.9	5.4	6.1	6.5	5.5	5.8	6	5.8
11	54.0	0.0	0.0	7.9	7.8	3.9	5	5.3	6.6	6.1	5.9	6.5	6.3
12	22.0	22.0	10.0	7.8	7.8	7	7	6	6.8	7	5.8	7.5	5.1
13	0.0	44.0	10.0	5.6	7.5	5	5.3	5.9	6.4	5.8	5.9	6.4	6
14	24.6	29.3	0.0	7.3	7.4	4.9	5.5	6.4	7.1	6.6	5.2	6.8	6.2

Elaborado por: El Autor.

#### 4.11 Desarrollo Anova

Para el desarrollo del ANOVA de los atributos evaluados fue necesario ingresar al *Design expert 8.0* los resultados.

##### 4.11.1 Anova color café.

Los valores obtenidos para este modelo implican que el modelo es significativo, existe un 3.10 % de que puede ocurrir algún ruido, cualquier valor inferior al 0.05 indica que son significativos y valores superiores al 0.1 indica que el modelo no es significativo.

**Tabla 11.**Anova color café

Color café						
ANOVA for Cubic Mixture Model						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	15.52	9	1.72	7.89	0.0310	significant
Linear Mixture	4.54	2	2.27	10.37	0.0261	
AB	1.81	1	1.81	8.26	0.0453	
AC	2.95	1	2.95	13.50	0.0213	
BC	3.23	1	3.23	14.79	0.0184	
ABC	3.23	1	3.23	14.76	0.0184	
AB(A-B)	0.60	1	0.60	2.74	0.1734	
AC(A-C)	2.82	1	2.82	12.91	0.0229	
BC(B-C)	3.70	1	3.70	16.91	0.0147	
Residual	0.87	4	0.22			
Lack of Fit	0.87	1	0.87			
Pure Error	0.000	3	0.000			
Cor Total	16.40	13				
Std. Dev.	0.47	R-Squared	0.9467			
Mean	6.51	Adj R-Squared	0.8266			
C.V. %	7.18	Pred R-Squared	-1.399.658			
PRESS	2311.44	Adeq Precision	7.890			

Fuente: Software *Design expert 8.0*

El valor de  $R^2$  ajustado (94,67 %) explica los factores e interacciones con la calificación del producto.

La diferencia de  $R^2$  es atribuible a otras variables o es un factor de ruido.

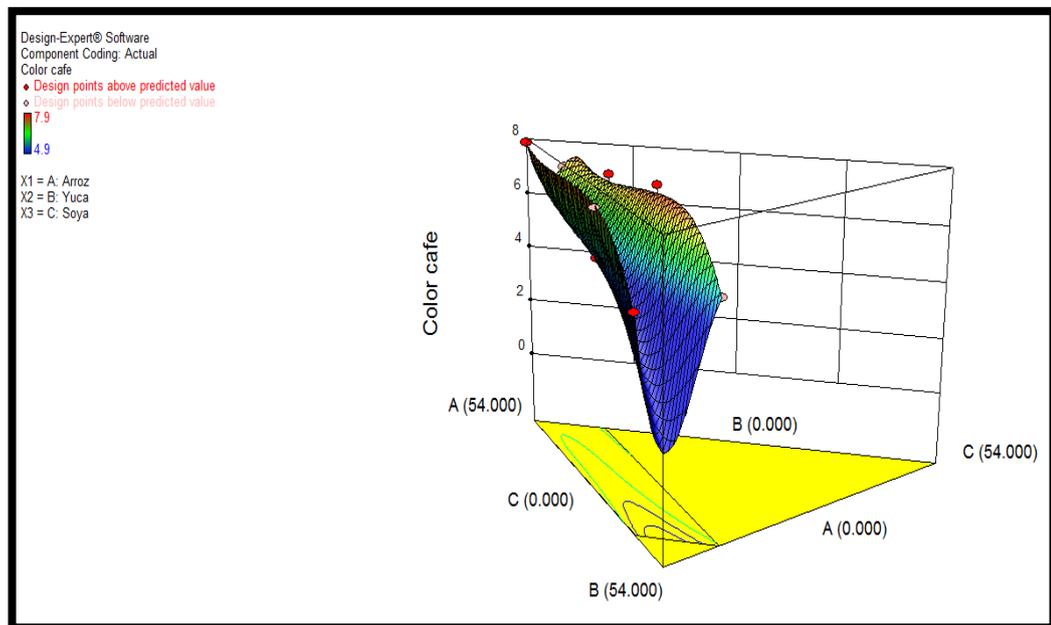
AB(arroz)(yuca) es  $<0.05$ ; AC(arroz)(soya) es  $< 0.05$ ; BC(yuca)(soya) es  $<0.05$ ; ABC(arroz)(yuca)(soya) es  $< 0.05$ .

## Formulación:

### Color café:

$$+0.145*A+570.726*Y-5582656*S+471.751*A*Y+169200*A*S+178878*Y*S-0.027*A*Y*S-7.110*A*Y*(A-Y)-0.012*A*S*(A-S) -0.014 = 7,9$$

Gráfico 6. Anova color café



Fuente: Software *Design expert 8.0*

Como componentes tenemos A: arroz B: yuca C: soya, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición en la gráfica se ve determinada por la cantidad que da cada uno de los componentes.

#### 4.11.2 Anova uniformidad de la galleta.

Los valores obtenidos para este modelo implican que el modelo es significativo, existe un 4.78 % de que puede ocurrir algún ruido, cualquier valor inferior al 0.0500 indica que son significativos y valores superiores al 0.1 indica que el modelo no es significativo.

**Tabla 12.**Anova uniformidad de la galleta

Uniformidad de la galleta						
ANOVA for Quadratic Mixture Model						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	1.03	5	0.21	3.75	0.0478	significant
Linear Mixture	0.10	2	0.05	0.94	0.4302	
AB	0.0038	1	0.0038	0.07	0.7987	
AC	0.61	1	0.61	11.12	0.0103	
BC	0.48	1	0.48	8.74	0.0183	
Residual	0.44	8	0.05			
Lack of Fit	0.43	5	0.09	52.08	0.0041	significant
Pure Error	0.01	3	0,00			
Cor Total	1.46	13				
Std. Dev.	0.23	R-Squared	0.70			
Mean	7.31	Adj R-Squared	0.51			
C.V. %	3.21	Pred R-Squared	0.10			
PRESS	1.31	Adeq Precision	5.13			

Fuente: Software *Design expert 8.0*

El valor de  $R^2$  ajustado (70 %) explica los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de  $R^2$  es atribuible a otras variables o es un factor de ruido.

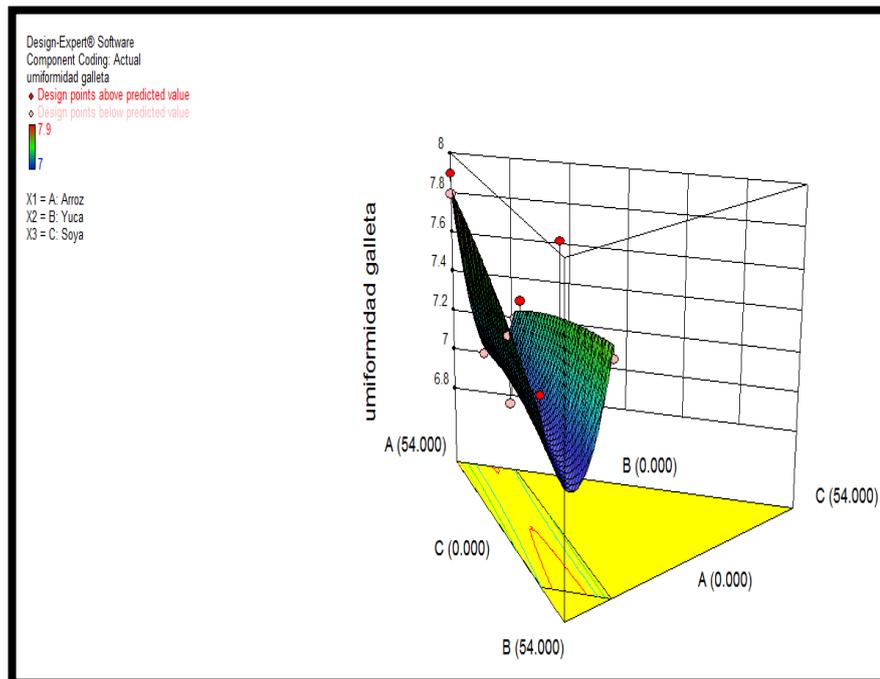
AB (arroz) (yuca) es  $>0.05$ ; AC(arroz)(soya) es  $< 0.05$ ; BC(yuca)(soya) es  $<0.05$ ;

### Formulación:

### Uniformidad de la galleta:

$$0.144*A+0.130*Y+0.961*S+0.000084*A*Y-0.019*A*S-0.017*Y*S = 7.9$$

**Gráfico 7.**Anova uniformidad de la galleta



Fuente: Software Design expert 8.0

Como componentes tenemos A: arroz B: yuca C: soya, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición en

la gráfica se ve determinada por la cantidad que se cada uno de los componentes.

#### 4.11.3 Anova Dureza de la galleta.

Los valores obtenidos para este modelo implican que el modelo es significativo, existe un 4.85 % de que puede ocurrir algún ruido, cualquier valor inferior al 0.0500 indica que son significativos y valores superiores al 0.1 indica que el modelo no es significativo.

**Tabla 13.**Anova Dureza

Dureza de la galleta						
ANOVA for Linear Mixture Model						
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	8.21	2.0	4.10	4.03	0.0485	significant
Linear Mixture	8.21	2.0	4.10	4.03	0.0485	
Residual	11.18	11.0	1.02			
Lack of Fit	11.18	8.0	1.40			
Pure Error	0.0	3.0	0.0			
Cor Total	19.39	13.0				
Std. Dev.	1.01	R-Squared	0.42			
Mean	5.69	Adj R-Squared	0.32			
C.V. %	17.71	Pred R-Squared	0.01			
PRESS	19.61	Adeq Precision	4.69			

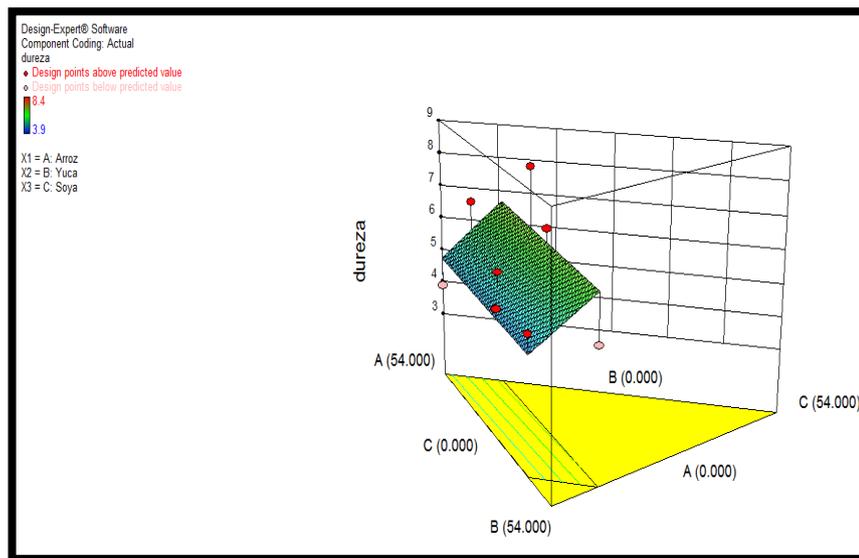
Fuente: Software *Design expert 8.0*

## Formulación:

## Dureza:

$$0.088*A+0.082*Y+0.282*S=6.593923$$

**Gráfico 8.** Anova Dureza



Fuente: *Software Design expert 8.0*

Como componentes tenemos A: arroz B: yuca C: soya, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición en la gráfica se ve determinada por la cantidad que se usa de cada uno de los componentes.

### 4.11.4 Anova crocancia de la galleta.

Los valores obtenidos para este modelo implican que el modelo es significativo, existe un 3.11 % de que puede ocurrir algún ruido, cualquier

valor inferior al 0.0500 indica que son significativos y valores superiores al 0.1 indica que el modelo no es significativo.

**Tabla 14.** Anova crocancia

Crocancia de la galleta						
ANOVA for Cubic Mixture Model						
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	9.11	9.0	1.01	7.88	0.0311	significant
Linear Mixture	2.0	2.0	1.0	7.79	0.0417	
AB	0.01	1.0	0.01	0.07	0.7980	
AC	0.36	1.0	0.36	2.84	0.1671	
BC	0.28	1.0	0.28	2.19	0.2127	
ABC	0.28	1.0	0.29	2.27	0.2064	
AB(A-B)	0.32	1.0	0.32	2.47	0.1910	
AC(A-C)	0.44	1.0	0.44	3.44	0.1371	
BC(B-C)	0.14	1.0	0.14	1.09	0.3549	
Residual	0.51	4.0	0.13			
Lack of Fit	0.51	1.0	0.51			
Pure Error	0.0	3.0	0.0			
Cor Total	9.62	13.0				
Std. Dev.	0.36	R-Squared	0.94			
Mean	5.98	Adj R-Squared	0.83			
C.V. %	5.99	Pred R-Squared -	140.07			
PRESS	1357.58	Adeq Precision	7.84			

Fuente: Software *Design expert 8.0*

El valor de  $R^2$  ajustado (94 %) explica los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de  $R^2$  es atribuible a otras variables o es un factor de ruido.

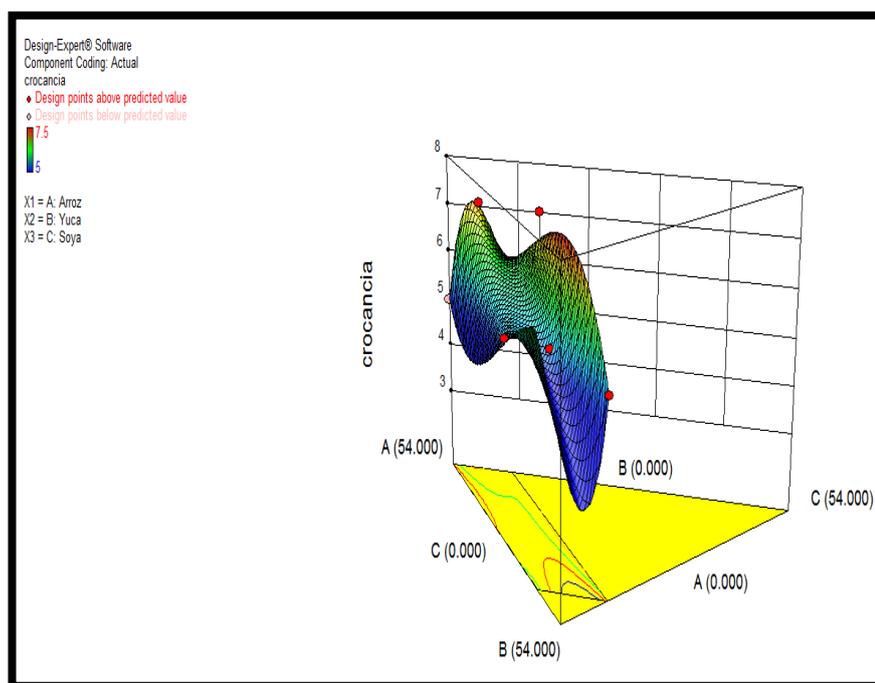
AB(arroz)(yuca) es  $>0.05$ ; AC(arroz)(soya) es  $>0.05$ ; BC(yuca)(soya) es  $>0.05$ ; ABC(arroz)(yuca)(soya) es  $>0.05$ .

## Formulación:

**Crocancia:**  $0.1*A+570,7*Y-582656*S+471.7*A*Y+169200*A*S+178878*Y*S$

$-0.027*A*Y*S-7.1*A*Y*(A-Y)-0.012*A*S*(A-S)-0.0149 = 5.8$

**Gráfico 9.**Anova crocancia



Fuente: Software *Design expert 8.0*

Como componentes tenemos A: arroz B: yuca C: soya, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición en la gráfica se ve determinada por la cantidad que se cada uno de los componentes.

#### 4.11.5 Anova disolución en la boca.

Los valores obtenidos para este modelo implican que el modelo es significativo, existe un 3.96 % de que puede ocurrir algún ruido, cualquier valor inferior al 0.0500 indica que son significativos y valores superiores al 0.1 indica que el modelo no es significativo.

**Tabla 15.**Anova disolución en la boca

Disolución en la boca						
ANOVA for Linear Mixture Model						
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	3.45	2.0	1.73	4.39	0.0396	significant
Linear Mixture	3.45	2.0	1.73	4.39	0.0396	
Residual	4.33	11.0	0.39			
Lack of Fit	4.33	8.0	0.54			
Pure Error	0.0	3.0	0.0			
Cor Total	7.78	13.0				
Std. Dev.	0.63	R-Squared	0.44			
Mean	5.80	Adj R-Squared	0.34			
C.V. %	10.81	Pred R-Squared	0.06			
PRESS	7.32	Adeq Precision	5.85			

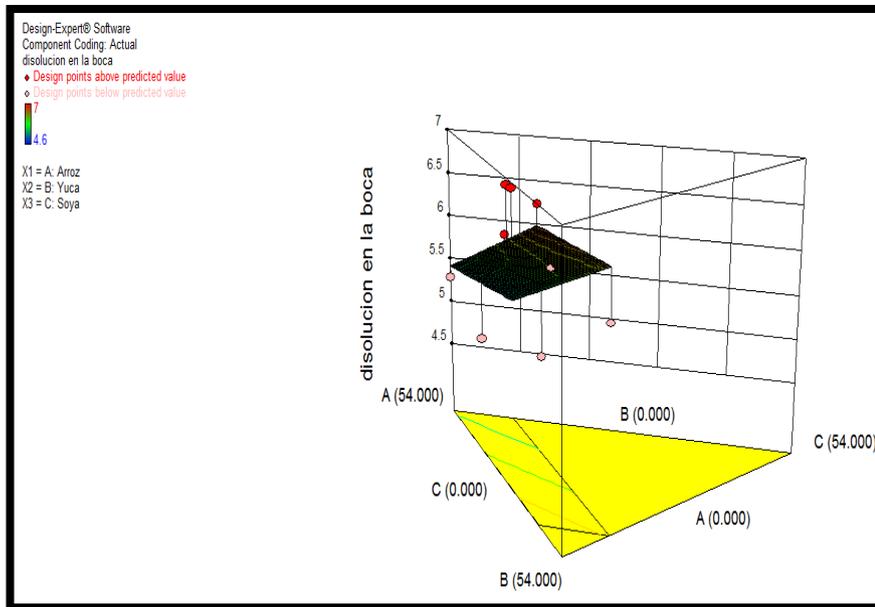
Fuente: Software *Design expert 8.0*

**Formulación:**

**Disolución en la boca:**

$$0.1005*A+0.1315*Y+0.067*S= 5.779$$

**Gráfico 10.** Anova disolución en la boca



Fuente: Software *Design expert 8.0*

Como componentes tenemos A: arroz B: yuca C: soya, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición en la gráfica se ve determinada por la cantidad que se cada uno de los componentes.

#### 4.11.6 Anova sabor horneado

Los valores obtenidos para este modelo implican que el modelo es significativo, existe un 3.19 % de que puede ocurrir algún ruido, cualquier valor inferior al 0.0500 indica que son significativos y valores superiores al 0.1 indica que el modelo no es significativo.

**Tabla 16.**Anova sabor horneado

Sabor horneado						
ANOVA for Cubic Mixture Model						
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	3.62	9.0	0.40	7.77	0.0319	significant
Linear Mixture	0.13	2.0	0.07	1.29	0.3689	
AB	0.06	1.0	0.06	1.06	0.3605	
AC	1.25	1.0	1.25	24.11	0.0080	
BC	1.36	1.0	1.36	26.25	0.0069	
ABC	1.33	1.0	1.33	25.68	0.0071	
AB(A-B)	0.05	1.0	0.05	0.92	0.3915	
AC(A-C)	1.15	1.0	1.15	22.26	0.0092	
BC(B-C)	1.57	1.0	1.57	30.32	0.0053	
Residual	0.21	4.0	0.05			
Lack of Fit	0.21	1.0	0.21			
Pure Error	0.0	3.0	0.0			
Cor Total	3.82	13.0				
Std. Dev.	0.23	R-Squared	0.95			
Mean	6.72	Adj R-Squared	0.82			
C.V. %	3.38	Pred R-Squared -	141.98			
PRESS	546.70	Adeq Precision	9.73			

Fuente: Software *Design expert 8.0*

El valor de  $R^2$  ajustado (95 %) explica los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de  $R^2$  es atribuible a otras variables o es un factor de ruido.

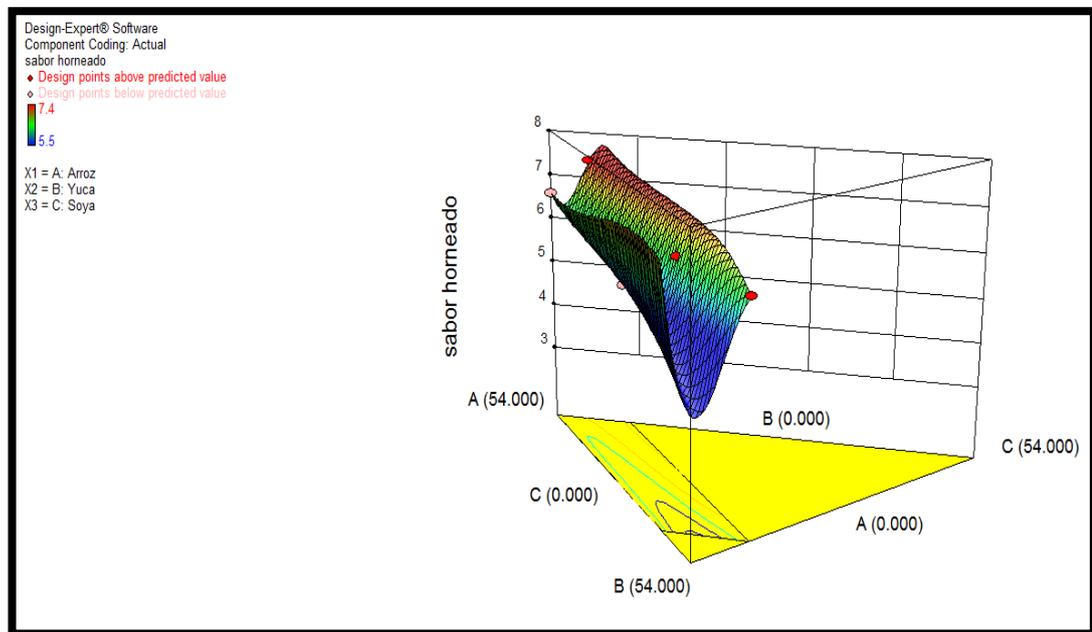
AB(arroz)(yuca) es  $>0.05$ ; AC(arroz)(soya) es  $<0.05$ ; BC(yuca)(soya) es  $<0.05$ ; ABC(arroz)(yuca)(soya) es  $<0.05$ .

## Formulación:

## Sabor horneado:

$$0.122*A+0.114*Y-36.3*S+0.00082*A*Y+1.09*A*S+1.15*Y*S-0.017*A*Y*S-0.000020*A*Y*(A-Y)-0.008*A*S*(A-S)-0.0097*Y*S*(Y-S) = 5.8$$

Gráfico 11. Anova sabor horneado



Fuente: Software *Design expert 8.0*

Como componentes tenemos A: arroz B: yuca C: soya, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición en el gráfico 11 se ve determinada por la cantidad que se cada uno de los componentes.

#### 4.11.7 Anova Sabor dulce.

Los valores obtenidos para este modelo implican que el modelo es significativo, existe un 2.60 % de que puede ocurrir algún ruido, cualquier valor inferior al 0.0500 indica que son significativos y valores superiores al 0.1 indica que el modelo no es significativo.

**Tabla 17.**Anova sabor dulce

Sabor dulce						
ANOVA for Cubic Mixture Model						
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	2.61	9.0	0.29	8.71	0.0260	significant
Linear Mixture	0.06	2.0	0.03	0.87	0.4862	
AB	0.81	1.0	0.81	24.47	0.0078	
AC	0.0	1.0	0.0	0.05	0.8390	
BC	0.01	1.0	0.01	0.26	0.6380	
ABC	0.02	1.0	0.02	0.46	0.5358	
AB(A-B)	0.98	1.0	0.98	29.39	0.0056	
AC(A-C)	0.0	1.0	0.0	0.03	0.8737	
BC(B-C)	0.04	1.0	0.04	1.24	0.3282	
Residual	0.13	4.0	0.03			
Lack of Fit	0.13	1.0	0.13			
Pure Error	0.0	3.0	0.0			
Cor Total	2.74	13.0				
Std. Dev.	0.18	R-Squared	0.95			
Mean	5.90	Adj R-Squared	0.84			
C.V. %	3.09	Pred R-Squared -	127.23			
PRESS	351.37	Adeq Precision	9.84			

Fuente: Software *Design expert 8.0*

El valor de  $R^2$  ajustado (95 %) explica los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de  $R^2$  es atribuible a otras variables o es un factor de ruido.

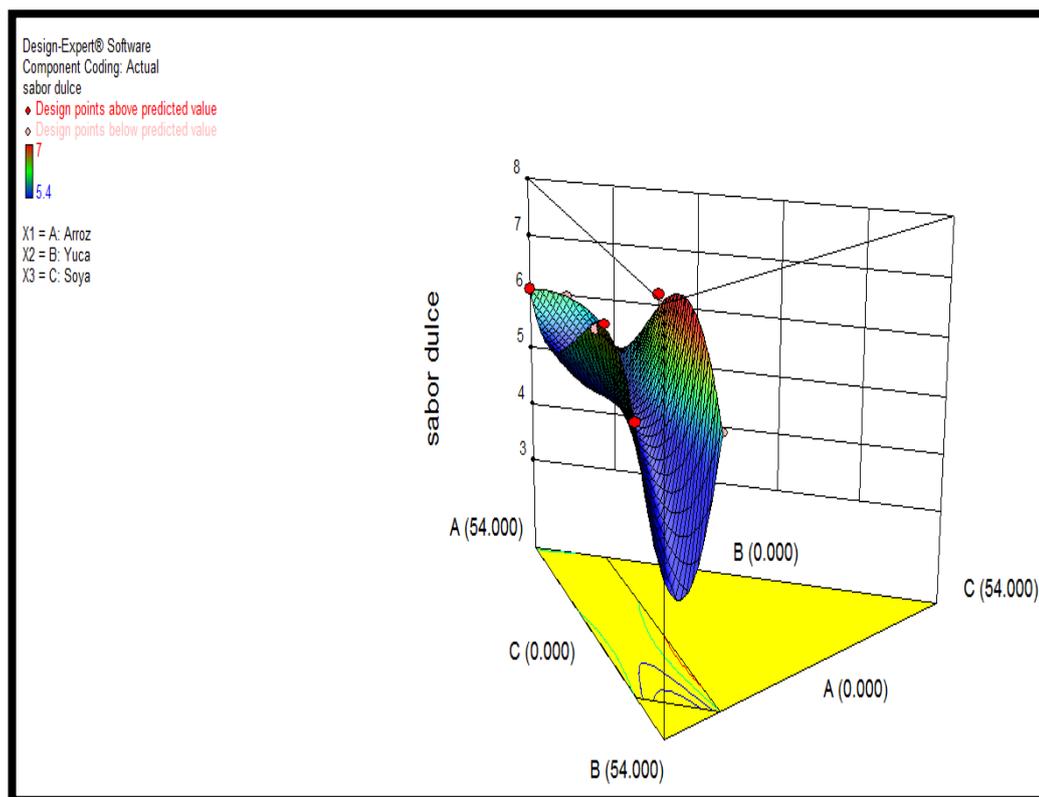
AB(arroz)(yuca) es  $<0.05$ ; AC(arroz)(soya) es  $>0.05$ ; BC(yuca)(soya) es  $>0.05$ ; ABC(arroz)(yuca)(soya) es  $>0.05$ .

### Formulación:

### Sabor dulce:

$$+0.112*A+0.043*Y-1.308*S+0.0031*A*Y+0.03*A*S+0.092*Y*S+0.001*A*Y*S-0.000090*A*Y*(A-Y)-0.00023*A*S*(A-S)-0.0015*Y*S*(Y-S) = 5.8$$

**Gráfico 12.**Anova sabor dulce



Fuente: Software *Design expert 8.0*

Como componentes tenemos A: arroz B: yuca C: soya, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición en la gráfica se ve determinada por la cantidad que se cada uno de los componentes.

#### 4.11.8 Anova residual dulce.

Los valores obtenidos para este modelo implican que el modelo es significativo, existe un 0.96 % de que puede ocurrir algún ruido, cualquier valor inferior al 0.0500 indica que son significativos y valores superiores al 0.1 indica que el modelo no es significativo.

**Tabla 18.**Anova residual dulce

Residual dulce						
ANOVA for Cubic Mixture Model						
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	1.14	9.0	0.13	14.98	0.0096	significant
Linear Mixture	0.03	2.0	0.02	1.99	0.2510	
AB	0.04	1.0	0.04	4.53	0.1003	
AC	0.01	1.0	0.01	1.67	0.2662	
BC	0.01	1.0	0.01	1.35	0.3094	
ABC	0.01	1.0	0.01	1.77	0.2543	
AB(A-B)	0.16	1.0	0.16	18.52	0.0126	
AC(A-C)	0.02	1.0	0.02	2.12	0.2189	
BC(B-C)	0.01	1.0	0.01	1.16	0.3413	
Residual	0.03	4.0	0.01			
Lack of Fit	0.03	1.0	0.03			
Pure Error	0.0	3.0	0.0			
Cor Total	1.17	13.0				
Std. Dev.	0.09	R-Squared	0.97			
Mean	5.64	Adj R-Squared	0.91			
C.V. %	1.63	Pred R-Squared	75.13			
PRESS	89.24	Adeq Precision	9.56			

Fuente: Software *Design expert 8.0*

El valor de  $R^2$  ajustado (97 %) explica los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de  $R^2$  es atribuible a otras variables o es un factor de ruido.

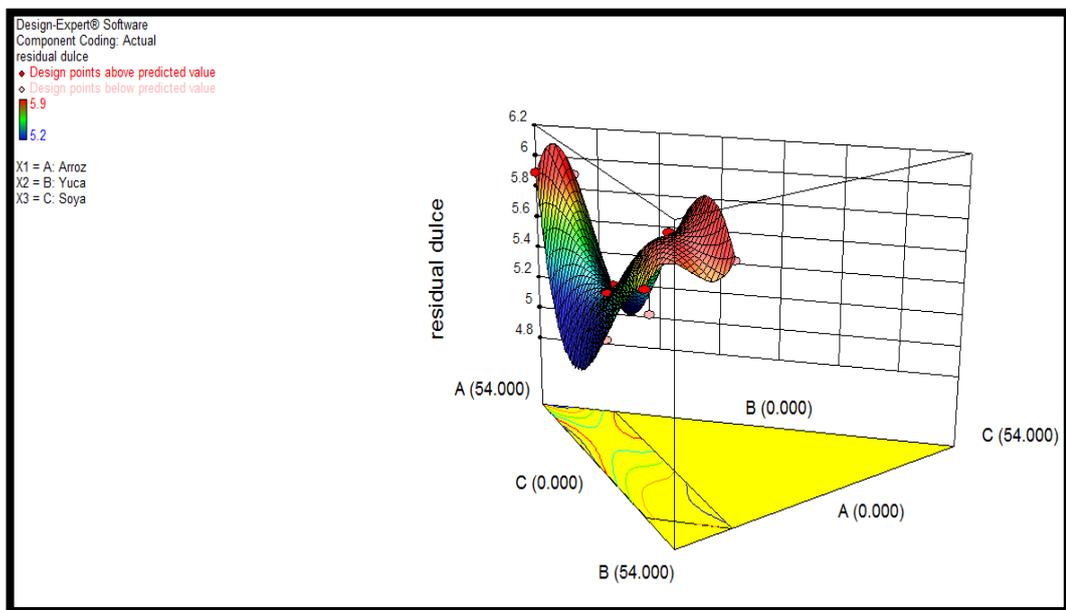
AB(arroz)(yuca) es  $>0.05$ ; AC(arroz)(soya) es  $>0.05$ ; BC(yuca)(soya) es  $>0.05$ ; ABC(arroz)(yuca)(soya) es  $>0.05$ .

**Formulación:**

**Residual dulce:**

$$+0.109*A+0.099*Y+3.680*S-0.00068*A*Y-0.116*A*S-0.10*Y*S+0.001*A*Y*S -0.00003*A*Y*(A-Y)+0.0010*A*S*(A-S) 0.00076*Y*S*(Y-S) =4.6$$

**Gráfico 13.** Anova residual dulce



Fuente: *Software Design expert 8.0*

Como componentes tenemos A: arroz B: yuca C: soya, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición en la gráfica se ve determinada por la cantidad que se cada uno de los componentes.

#### 4.11.9 Anova sabor chocolate.

Los valores obtenidos para este modelo implican que el modelo es significativo, existe un 2.39 % de que puede ocurrir algún ruido, cualquier valor inferior al 0.0500 indica que son significativos y valores superiores al 0.1 indica que el modelo no es significativo.

**Tabla 19.** Anova sabor chocolate

Sabor chocolate						
ANOVA for Cubic Mixture Model						
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	3.68	9.0	0.41	9.14	0.0239	significant
Linear Mixture	0.31	2.0	0.16	3.48	0.1332	
AB	0.89	1.0	0.89	19.98	0.0111	
AC	0.14	1.0	0.14	3.11	0.1527	
BC	0.19	1.0	0.19	4.34	0.1056	
ABC	0.21	1.0	0.21	4.72	0.0956	
AB(A-B)	1.42	1.0	1.42	31.67	0.0049	
AC(A-C)	0.12	1.0	0.12	2.60	0.1824	
BC(B-C)	0.32	1.0	0.32	7.10	0.0561	
Residual	0.18	4.0	0.04			
Lack of Fit	0.18	1.0	0.18			
Pure Error	0.0	3.0	0.0			
Cor Total	3.86	13.0				
Std. Dev.	0.21	R-Squared	0.95			
Mean	6.39	Adj R-Squared	0.85			
C.V. %	3.31	Pred R-Squared	121.59			
PRESS	472.85	Adeq Precision	10.83			

Fuente: *Software Design expert 8.0*

El valor de  $R^2$  ajustado (95 %) explica los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de  $R^2$  es atribuible a otras variables o es un factor de ruido.

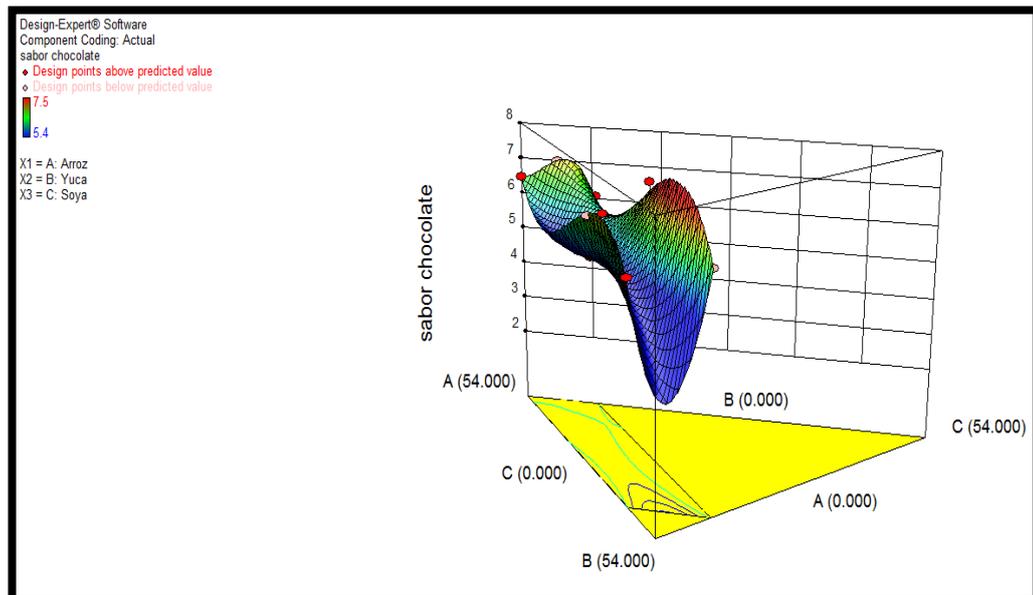
AB(arroz)(yuca) es  $<0.05$ ; AC(arroz)(soya) es  $>0.05$ ; BC(yuca)(soya) es  $>0.05$ ; ABC(arroz)(yuca)(soya) es  $>0.05$ .

### Formulación:

### Sabor a chocolate:

$$+0.120*A+0.038*Y-12.2*S+0.003*A*Y+0.367*A*S+0.438*Y*S-0.007*A*Y*S-0.00010*A*Y*(A-Y)-0.0025*A*S*(A-S)-0.0043*Y*S*(Y-S) = 6.9$$

**Gráfico 14.** Anova sabor chocolate



Fuente: Software *Design expert 8.0*

Como componentes tenemos A: arroz B: yuca C: soya, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición en la gráfica se ve determinada por la cantidad que se cada uno de los componentes.

#### 4.11.10 Anova residual chocolate.

Los valores obtenidos para este modelo implican que el modelo es significativo, existe un 0.44 % de que puede ocurrir algún ruido, cualquier valor inferior al 0.0500 indica que son significativos y valores superiores al 0.1 indica que el modelo no es significativo.

**Tabla 20.** Anova residual chocolate

Residual chocolate						
ANOVA for Cubic Mixture Model						
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	4.99	9.0	0.55	22.61	0.0044	significant
Linear Mixture	1.45	2.0	0.73	29.58	0.0040	
AB	0.35	1.0	0.35	14.34	0.0193	
AC	0.33	1.0	0.33	13.44	0.0215	
BC	0.37	1.0	0.37	15.14	0.0177	
ABC	0.36	1.0	0.36	14.67	0.0186	
AB(A-B)	0.55	1.0	0.55	22.41	0.0091	
AC(A-C)	0.28	1.0	0.28	11.48	0.0276	
BC(B-C)	0.40	1.0	0.40	16.47	0.0154	
Residual	0.10	4.0	0.02			
Lack of Fit	0.10	1.0	0.10			
Pure Error	0.0	3.0	0.0			
Cor Total	5.09	13.0				
Std. Dev.	0.16	R-Squared	0.98			
Mean	5.84	Adj R-Squared	0.94			
C.V. %	2.68	Pred R-Squared -	49.93			
PRESS	259.36	Adeq Precision	15.84			

Fuente: Software *Design expert 8.0*

El valor de  $R^2$  ajustado (98 %) explica los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de  $R^2$  es atribuible a otras variables o es un factor de ruido.

AB(arroz)(yuca) es  $<0.05$ ; AC(arroz)(soya) es  $<0.05$ ; BC(yuca)(soya) es  $<0.05$ ; ABC(arroz)(yuca)(soya) es  $<0.05$ .

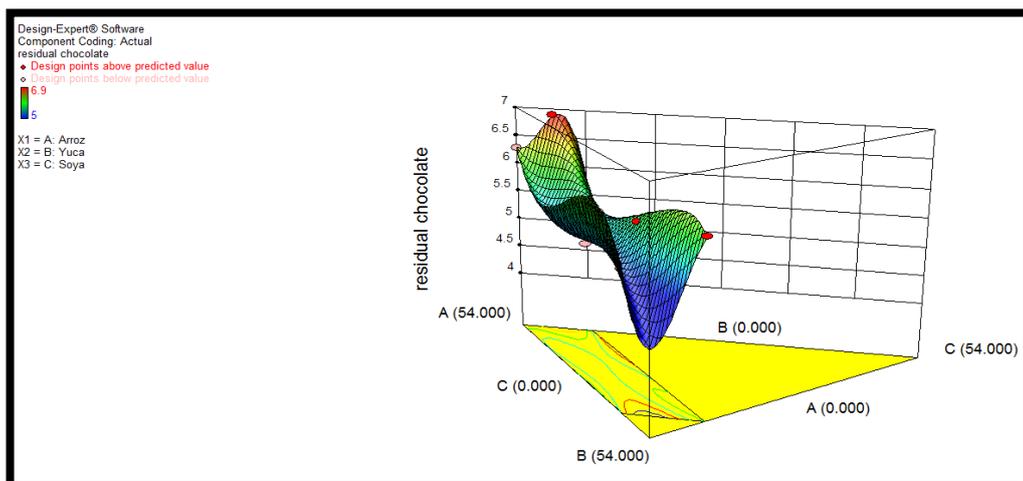
**Formulación:**

**Residual chocolate:**

$$+0.116*A+0.0525*Y-18.926*S^*+0.002*A*Y+0.56*A*S+0.60*Y*S+0,0091*A*Y$$

$$*S-0,000068*A*Y *(A-Y)-0.0039*A*S*(A-S)-0.0049*Y*S*(Y-S)= 4.7$$

**Gráfico 15.** Anova residual chocolate



Fuente: Software *Design Expert 8.0*

Como componentes tenemos A: arroz B: yuca C: soya, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición en la gráfica se ve determinada por la cantidad que se cada uno de los componentes.

#### 4.12 Solución sugerida por *Design expert 8.0*

De acuerdo a la información adquirida del QDA relacionándola con el programa estadístico *Design expert 8.0* nos da los siguientes ajustes y soluciones para una mejor formulación, entre los ajustes sugeridos se encuentra el tratamiento N12 el cual fue seleccionado como aprobado por el panel técnico.

**Tabla 21.** Soluciones *Design expert 8.0*

Solutions															
Number	Arroz	Yuca	Soya	Color cafe	uniformidad	dureza	crocancia	disolucion	ersabor	homez	sabor dulce	residual dulc	sabor choc	residual choc	Desirability
1	22.000	22.000	10.000	7.29476	7.44223	6.59302	7.38721	5.77908	7.04572	6.80301	5.70072	7.27148	5.26924	1.000	Selected
2	18.000	29.333	6.667	6.19135	7.03625	5.90411	5.32999	6.11769	6.45557	5.53562	5.81795	6.04132	5.7694	1.000	
3	41.638	3.850	8.512	6.80603	7.10446	6.40613	6.11289	5.26605	7.3605	5.44689	5.22018	6.23737	5.81238	1.000	
4	54.000	0.000	0.000	7.88308	7.82216	4.77385	5.01296	5.43084	6.60823	6.0934	5.89668	6.49235	6.30567	1.000	
5	49.000	2.200	2.800	6.30479	7.24887	5.3055	6.61762	5.40558	6.42481	5.72198	5.83719	6.24499	6.14359	1.000	
6	25.575	21.562	6.863	6.92326	7.05022	5.98588	5.75171	5.87024	6.97163	5.51383	5.53829	6.07096	5.64641	1.000	
7	16.335	37.665	0.000	6.43513	7.31982	4.56192	6.08162	6.59854	7.08151	6.60985	5.5677	6.87818	6.0631	1.000	
8	24.667	29.333	0.000	7.4218	7.4517	4.6088	5.40666	6.34023	7.04076	6.64749	5.22393	6.85509	6.1592	1.000	
9	27.043	20.079	6.878	6.98017	7.04985	5.9972	5.79422	5.82374	7.03867	5.46515	5.4835	6.02916	5.61573	1.000	
10	44.361	0.000	9.639	5.40131	7.19245	6.64675	6.02032	5.10907	6.48634	5.60375	5.22017	6.24452	5.65349	1.000	

10 Solutions found

Fuente: Software *Design expert 8.0*

## 5. DISCUSIÓN

En comparación con la galleta sin gluten marca Gullón el producto tuvo características similares como el sabor, la diferencia que se pudo percibir fue la disolución en la boca puesto que estuvo elaborado únicamente de harina de maíz.

El producto cuenta con mayor valor nutricional proteico puesto cuenta en su formulación con harina de soya, la cual tiene esta característica; entre los atributos principales como el sabor a chocolate no existe ninguna diferencia.

Las harinas yuca, soya y arroz son una opción viable para reemplazar el maíz para productos libre de gluten; sus características como harina no influyen en el producto final mientras se encuentre entre los porcentajes evaluados.

**Tabla 22.** Comparación tratamiento 12 vs propuesta comercial.

Análisis		Propuesta Tratamiento 12	galleta sin gluten sabor a chocolate (Gullón)
Físico-Químico	Proteína	8	6
	Cenizas	1.30	1.16
	Humedad	2.5	2.1
	pH	7	8
Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>	negativo	negativo
	<i>Staphilococcus aureus</i>	negativo	negativo
	<i>Salmonella</i>	negativo	negativo

Elaborado por: El Autor.

Para los resultados físico químicos de las galletas no existe notoria diferencia entre las variables de ceniza, humedad y pH y además se encuentran dentro de los valores permitidos para galletas, los resultados de proteína varían puesto en la composición del tratamiento 12, en su composición tiene 10 % de harina de soya, no obstante durante el horneado se pierden las características proteicas.

Para los resultados microbiológicos todas obtuvieron resultados negativos, si existieran positivos sería por utilización de materias primas en mal estado o un mal manejo sanitario el momento de elaborar el producto.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- La combinación de las harinas, de los distintos tratamientos estudiados dio como resultado harinas con texturas y colores diferentes dependiendo de su porcentaje aplicado de arroz, yuca y soya, Las características físicas, químicas y microbiológicas de la harina y galletas se encontraron dentro de los parámetros establecidos además de que la integridad del producto no se vio afectada a lo largo del tiempo de vida útil del producto, cumpliendo con el primer objetivo específico planteado en este trabajo de titulación.
- Debido a que todas las harinas compuestas tenían una formulación diferente, fue necesario un amasado cuidadoso para no fragmentar las masas; los tratamientos que tenían un porcentaje superior al 35 % de harina de arroz entre las demás harinas presentaron inconvenientes en el momento de amasado por lo que fue necesario tratar a la masa cruda con mayor cuidado; para optimizar el amasado fue necesario cubrir la masa con plástico para que no se levantara de la superficie y polvorearlo con harina de la misma combinación, cumpliendo con el segundo objetivo específico planteado.

- Todos los tratamientos evaluados tuvieron buena aceptación por parte del panel técnico entre las características que se buscaba resaltar del producto era el sabor a chocolate y su mordida y la combinación de 22 % de arroz, 22 % de yuca y 10 % de soya lo logró, cumpliendo con el tercer objetivo específico planteado.

## **6.2 Recomendaciones**

Es necesario que el producto no pase por más de 15 minutos en el tiempo de horneado ya que pierde propiedades nutricionales.

La selección de la materia prima es primordial para el desarrollo del producto, las harinas de arroz debe perfeccionarse ya que como resultado final producía una sensación grumosa en la lengua.

Todas las materias primas no deben incluir gluten en su composición, ese sería el caso del polvo de cacao que puede o no contener harina de trigo por lo que es necesaria una comprobación ó que se indique en su presentación que está libre de gluten.

## BIBLIOGRAFÍA

Akubor PI y Ukwuru MU (2003) *Functional properties and biscuit making potential of soybean and cassava flour blends*. Plant Food. Human Nutr. 58: 1-12

Biliaderis C., Maurice T., Vose J (1980) *Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry*. Journal of Food Science 45, 1669-1680

Baltsavias A., Jurgens A., y Van Vliet, T (1999) *Rheological Properties of Short Doughs at Large Deformation*. Journal of Cereal Science, 29, 235-244

Brown, W; Langley, K y Braxton D (1998) *Insight into consumer's assessment of biscuit texture based on mastication analysis-hardness versus crunchiness*. Journal of Texture Studies, 40, 127-156

Cabeza Rodríguez, S. (2009). *Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas.*

Camacho, C y Medina, Y. (2010) *Ingeniería y ciencias sociales y administrativas* 40 pag 5-6.

Casta, P. (2009). *Resultados de calidad de nuevas variedades de trigo. Campaña 2008-2009.* Editorial Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

Chevalillier, S., Colonna, P., Buleon, A., y Della Valle, G. (2000) *Physicochemical Behaviors of Sugars, Lipids, and Gluten in Short Dough and Biscuit.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, 1322-1326.

Dale, N. (1988). *Solubilidad de la proteína: indicador del procesado de la harina de soya.* Avicultura Profesional, 5(4), 122-126.

Dendy, D y Dobraszczyk, B. (2004) *Cereales y Productos Derivados*.  
Química y Tecnología. España: Editorial Acribia S.A. pag.155

Elías, L. G. (1996). *Concepto y tecnologías para la elaboración y uso de harinas compuestas*. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, 121(2), 179-182.

Farah,G., y Zea, P.(2011) *Proyecto de producción y comercialización de las galletas “amor con hambre” en la ciudad de Guayaquil* pag 30

Fustier P., Castigne F., Turgeon S.L y Biliaderis C.G. (2008) *Flour constituent interactions and their influence on dough rheology and quality of semi-sweet biscuit: a mixture design approach with reconstituted blends of gluten, water-solubles and starch fractions*.  
Journal of Cereal Science 28,144-158.

Gallagher, O'Brien, Scannell, y Arendt, (2003) *Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production*. Journal of Food Engineering 56, 261-263

Hoseney, R.D.(1994). *Principles, of Cereal Science and technology*, second ed. AACC, St-Paul, Minnesota, USA.

Hutchinson, P.E. (1978). *Emulsifiers in Cookies-Yesterday, Today and Tomorrow* 53 annual Biscuit and Craker Manufacturers Association Technologists Conference.

Herrera Bernabé, I. A. M. (2009). *Obtención de galletas fortificadas con salvado de quinua (Chenopodium quinoa), Kañihua (Chenopodium pallidicaule aellen) y Kiwicha (Amarathus caudatus)* (No. Q04 H5-T). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). Escuela de Postgrado. Especialidad de Tecnología de Alimentos.

Hernández, M.J. , Dolz, M. y Delegido, J (2006) *Introducción a la reología: aplicación a sistemas farmacéuticos y alimentarios*. Moliner-40. Burjassot (Valencia).

Hurrell, R. F., y Finot, P. A. (1985). *Effects of food processing on protein digestibility and amino acid availability*. Digestibility and amino acid availability in cereals and oilseeds, 233-246.

INEN 518 (1981. P. 1) Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento Galletas. Quito, Ecuador. Obtenido el 15 de Marzo del 2017, de:

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0518.1981.pdf>

INEN 519 (1981. P. 1) Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína. Quito, Ecuador. Obtenido el 15 de Marzo del 2017, de:

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0519.1981.pdf>

INEN 520 (1981. P. 1) Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza. Quito, Ecuador. Obtenido el 15 de Marzo del 2017, de:

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0520.1981.pdf>

INEN 526 (1981. P. 1) Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración de ion hidrogeno. Quito, Ecuador. Obtenido el 15 de Marzo del 2017, de:

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0526.1981.pdf>

INEN 1529-8 (1996. P. 1) Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y *E.coli*. Quito, Ecuador. Obtenido el 15 de Marzo del 2017, de:

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.8.1990.pdf>

INEN 1529-10 (1996. P. 1) Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad. Quito, Ecuador. Obtenido el 15 de Marzo del 2017, de:

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.10.1998.pdf>

INEN 1529-14 (1996. P. 1) Control microbiológico de los alimentos. *Staphylococcus aureus*. Recuento en placas de siembra por extensión en superficie. Quito, Ecuador. Obtenido el 15 de Marzo del 2017, de:

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.14.1998.pdf>

INEN 1529-15 (1996. P. 1) Control microbiológico de los alimentos. *Salmonella*. Método de Detección. Quito, Ecuador. Obtenido el 15 de Marzo del 2017, de:

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.15.1996.pdf>

INEN 2085 (2005. P. 3) Galletas Requisitos. Aditivos. Quito, Ecuador.  
Obtenido el 15 de Marzo del 2017, de:  
<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2085.2005.pdf>

Keast, R; Breslin, P. (2003). An overview of binary taste interaction. *Food Quality and Preference* 14,111-124.

Mandala, I.G, Ioannou, C.A y Kostaropoulus, A.E. (2006) *Textural attributes of comercial biscuits*. Effect of relative Humidity on their quality. *International Journal of Food Science and Technology* 41, 782-789.

Manley, D. J., Requejo, A., Sánchez, S. B., Palazon, F. L., Cassinello, J. R., Requejo, F. S. A., y Marginet Campos, J. L. (1989). *Tecnología de la Industrial galletera: galletas, crackers y otros horneados*. Acribia.

Manley , D. (2000) *Technology of biscuits, Crackers and Cookies*, third edition. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK.

Mateos, G. G., Rebollar, P. G., y Mendel, P. (1996). *Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas*. Memorias XII Curso de especialización FEDNA.

Meilgaard M, Civille G, Carr B (1991) *Sensory evaluation Techniques* (2nd ed). Boca Ratón Fl: CRC Press Incp 288.

Morales, J., García, A., y Méndez, E. (2012). *¿Qué sabe usted acerca de... Cacao?*. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, 43(4), 79-81.

Muller, L., Chou, K y Nah, Kc. (1974). *La yuca como sustituto total de los cereales en las raciones del ganado y aves de corral*. Revista Mundial de Zootecnia No. 12. F.A.O.

Nishita K, Roberts R y Bean M.(1976) *Development of a yeast leavened rice bread formula*. Cereal Chem, 53(5);626-635.

Pareyt, B., Wilsweijans, E., Goesaert, H., Brijs, K., y Delcour, J.A. (2008). *The role of gluten in a sugar-snap cookie system: A model approach based on gluten-starch blends*. Journal of Cereal Science, 48,863-869.

Parada, A., y Araya, M. (2010). *El gluten: Su historia y efectos en la enfermedad celíaca*. Revista médica de Chile, 138(10), 1319-1325.

Polanco, I., y Ribes, C. (1995). *Enfermedad celíaca*. Pediatría Integral, 1(2), 124.

Rosado, J. L., Camacho-Solís, R., y Bourges, H. (1999). *Adición de vitaminas y minerales a harinas de maíz y de trigo en México*. Salud pública de México, 41(2), 130-137.

Sandoval, A., Rodríguez, E., Fernández, A. (2005). *Aplicación de análisis por calorimetría diferencial de barrido (DSC) para la caracterización de las modificaciones del almidón*. Dyna 72(146), 45-53.

Sai Manohar, R. y Haridas Rao, P. (1999). Effects of water on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *European Food Research and Technology*.2009,281-285.

Serrano, R., y Del Cisne, M. (2015). *Sustitución parcial de harina de Trigo (Triticum Aestivum L) por mezcla de Quinoa, Avena y Soya para la elaboración de galletas semiblanda con frutos secos*. Pag 10.

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

Torres, R. L., Gonzáles, R. J., Sánchez, H. D., Osella, C. A., y De la Torre, M. A. G. (1999). *Comportamiento de variedades de arroz en la elaboración de pan sin gluten*. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 49(1), 162-165.

Villanueva-Flores, R. (2016). *Efecto de la granulometría del bicarbonato de sodio en la producción de galletas tipo soda*. *Ingeniería Industrial*, (23), 23-33.

Van kleef, E; Van trijp, H y Luning, P. (2006) *Internal versus external preference analysis: An exploratory study on end-user evaluation food quality and preference*. 408,17 387-399.

Wade, P. (1988) *Preparation of biscuit doughs*. En: *Biscuits, Cookies and Crackers* 56,230-233.

Zugasti, A. (2009) *Intolerancia alimentaria*. *Endocrinología y nutrición* 56(5) 241-250.

# ANEXOS

Anexo1. Pesado de bicarbonato de sodio.



Fuente: El Autor.

Anexo 2. Pesado de materias primas.



Fuente: El Autor.

Anexo3. Mezcla de materias primas.



Fuente: El Autor.

Anexo 4. Mezcla de la harina con los demás ingredientes.



Fuente: El Autor.

Anexo 5. Apariencia de la masa cruda.



Fuente: El Autor.

Anexo6. Amasado.



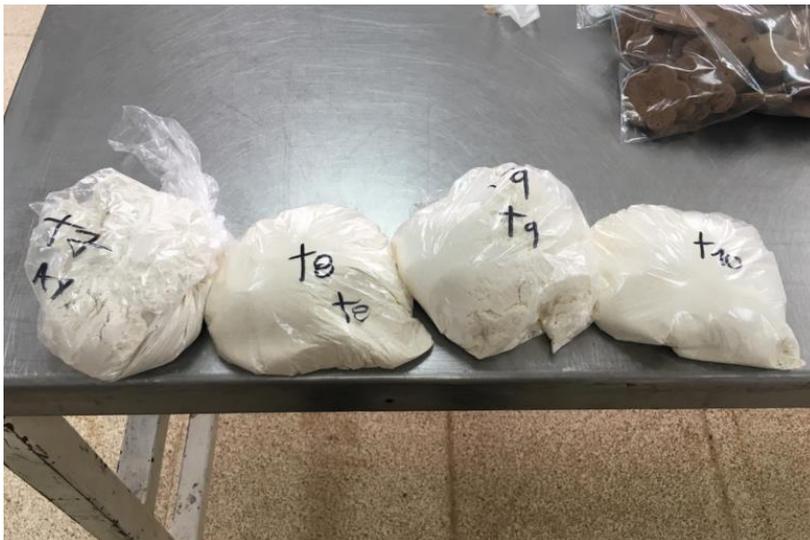
Fuente: El Autor.

Anexo7. Engrasado del molde.



Fuente: El Autor.

Anexo 8. Apariencia de los tratamientos .



Fuente: El Autor.

Anexo 9. Apariencia de la galleta cruda.



Fuente: El Autor.

Anexo 10. Temperatura del horno.



Fuente: El Autor.

Anexo 11. Volteamiento de la galleta.



Fuente: El Autor.

Anexo12. Galleta salida del horno.



Fuente: El Autor.

Anexo13. Presentación de los tratamientos a evaluar.



Fuente: El Autor.

Anexo 14. Apariencia del producto.



Fuente: El Autor.





**Presidencia  
de la República  
del Ecuador**



**Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes**



**SENESCYT**  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Borbor Hidalgo Shilton Jasmany**, con C.C: # **0925087405** autor/a del trabajo de titulación: **Formulación de mezclas de harinas de arroz, yuca y soya para la elaboración de galletas libre de gluten, sabor a chocolate** previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL CON CONCENTRACIÓN EN AGRONEGOCIOS** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 17 de marzo de 2017

---

Nombre: **Shilton Borbor Hidalgo**

C.C: **0925087405**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Formulación de mezclas de harinas de arroz, yuca y soya para la elaboración de galletas libre de gluten, sabor a chocolate		
<b>AUTOR(ES)</b>	Shilton Jasmany Borbor Hidalgo		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Víctor Chero		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.		
<b>FACULTAD:</b>	Educación Técnica para el desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Agroindustrial		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Agroindustrial con concentración en Agronegocios		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	DE 17 de marzo del 2017	<b>No. PÁGINAS:</b>	DE 107
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Desarrollo de nuevos productos		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Gluten, harina de arroz, yuca, soya, trigo		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>			
<p>El presente Trabajo de Titulación tuvo como propósito desarrollar una galleta libre de gluten y evaluar la combinación de harinas de arroz, yuca y soya comparando características físico – químicas, microbiológicas y sensoriales. El estudio realizado involucró determinar cuál era la mejor propuesta de harina compuesta y de igual manera se la comparo con una muestra testigo de trigo para determinar las variaciones o similitudes en cada tratamiento aplicado.</p> <p>Las galletas son un producto de consumo en general, el uso de harinas compuestas para la elaboración de galletas libre de gluten para la dieta de los celíacos dio como estudio y determinó tener un sabor similar a las galletas de trigo siendo así un producto innovador.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0986470737	<b>E-mail:</b> shilton_borbor_9@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Donoso Bruque, Manuel Enrique M. Sc		
	<b>Teléfono:</b> 0991070554		
	<b>E-mail:</b> manuel.donosos@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			